

829.12
0-66
137400

ПЕТР А. ОРЛОВСКИЙ



КАК УСТРОЕНА МОТОРНАЯ ЛОДКА

***И ЕЕ ДВИГАТЕЛЬ
И КАК ОБРАЩАТЬСЯ С НИМИ.***



ИЗДАНИЕ VI-ОЕ

ЛЕНИНГРАД

1927

Петр Л. Орловский

(по Бауеру, Изару, Люма, Д. Филиппову, Чолкли и др., новейш. иностр. литерат. и по личнымнаблюд. и исследован.)



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

НОВОЕ ИЗДАНИЕ

VI-e

ЗАНОВО ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ ГЛАВАМИ:

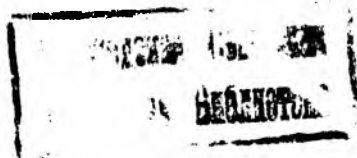
1) О гидропланах — водоскользителях с воздушными винтами-пропеллерами, 2) О применимости ветряных крыльчатых двигателей на воде в добавление к двигателям внутреннего сгорания

ЛЕНИНГРАД
ИЗДАНИЕ АВТОРА
1927

629.12
0-66

4

ТИПОГРАФИЯ
«КРАСНОЙ ГАЗЕТЫ»
ИМЕНИ ВОЛОДАРСКОГО
ЛЕНИНГРАД
ФОНТАНКА



ОГЛАВЛЕНИЕ.

Вступление	Стр. 1— 2
----------------------	--------------

ОТДЕЛ I.

Корпус лодки и водный путь.

Гл. I. Условия плавания без передвижения	3— 13
Условия плавания в жидкости. Центр тяжести и центр плавучести. Условия устойчивого равновесия. Влияние перемещения груза. Геометрический радиус. Влияние формы корпуса на устойчивость на волне. Устойчивость на волне.	
Гл. II. Условия плавания при передвижении по поверхности	14— 20
Изменение давления на корпус в зависимости от быстроты передвижения, гладкой и волнистой поверхности. Условия наименьшего сопротивления передвижению. Приподнимающее действие воды на корпус. Различные формы корпусов в зависимости от предполагаемой скорости. Предельная скорость. Гидропланы.	
Гл. III. Устройство корпуса лодки	21— 27
Общие сведения о корпусе лодки. Киль, шпангоуты, батаксы, обшивка. Рулевое управление. Наилучший угол поворота руля.	
Гл. IV. Затраченные усилия для передвижения по воде	28— 70
Сопротивление водной среды. Сопротивление раздвигания воды и сопротивление гидростатического давления в кормовой части и за кормой, сопротивление воды о корпус. Сопротивление воздушной среды. Общая схема сопротивлений. Различные типы корпусов. Приспособления для преодоления сопротивления: винты, передаточные части, воздушная, действующая труба. Перемена вращения и шага винта. Перемена скорости. Механизмы перемены вращения с трением; с зубчатками и шестнями; только с зубчатками. Электрическая перемена скорости в связи с работой аккумуляторов. Установка двигателя.	
Гл. V. Пуск двигателя в ход	71— 75
Способы пуска в ход от руки и автоматические.	
Гл. VI. Различные типы лодок и оборудование лодки	76—110
Различные типы лодок и моторных судов в зависимости от их назначения. Переносные двигатели. Устройство и расположение каят. Обязательные и дополнительные принадлежности. Уют и роскошь. Установка двигателя в противодействие дрожанию. Отдельно о гидропланах — водоскользителях.	

Гл. VII. Практические советы и обязательные правила для передвижения по воде	111—116
Управление лодкой. Рулирование на спокойной воде и на волнении. Правила для предупреждения столкновений судов. Предосторожности от пожара. Спасательные приспособления. Буксировка. Стоянка.	

ОТДЕЛ II.

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

Гл. VIII. Причины разницы в конструкции лодочных и судовых двигателей от автомобильных	117
Почему применение четырехтактных двигателей автомобильного типа не обязательно на воде. Допустимость и даже преимущества двухтактных. Отличия в паружном виде и в пусковых приспособлениях.	
Гл. IX. Ход газов и распределительный механизм в четырехтактных и в двухтактных двигателях	126—142
Четырехтактный цикл. Двухтактный цикл. Возможность обходиться без клапанов. Предварительное сжатие смеси.	
Гл. X. Питание лодочных и судовых двигателей в зависимости от рода топлива (в отличие от автомобильных)	143—164
Приспособление для топлив большой летучести (бензина); средней летучести (керосина, спирта и смесей со скипидаром) и меньшей летучести (нефти, нефтяными остатками, нафталином, газовой смолой). Тип с высоким сжатием — Дизель. Двигатели на твердом топливе — газо-генераторные.	
Гл. XI. Зажигание в двигателях внутреннего сгорания. Охлаждение. Смазка. Глушители.	164—178
Гл. XII. Перечень типов лодочных и судовых двигателей	178—185

ОТДЕЛ III.

Добавление	187—206
Крыльчатые ветряные двигатели на воде.	

ПРЕДИСЛОВИЕ К VI ИЗДАНИЮ.

В настоящем VI-м Издании встретилась надобность уделить больше места для ознакомления с устройством двигателей внутреннего сгорания, главным образом четырехтактных, которые в предыдущем издании были рассмотрены очень кратко, так как считалось, что этот тип двигателя достаточно общеизве-

до оказалось, что многие из читателей выражали желание иметь в одной книге достаточно подробные сведения не только о корпусе и снаряжении лодки, но и об основах действия и главных частях двигателя, чтобы избежать необходимости пользоваться другими книгами по тем же вопросам.

Двухтактные двигатели, пользующиеся теперь успехом у многих как для спортивных так и для промышленных целей, также не могли быть оставлены в стороне.

Пришлось также добавить сведения о типах переносных двигателей, кормовых и палубных, так как распространение этих типов,—дело последних лет.

Способ быстрого передвижения по воде, скольжением на гидропланах, или „водоскользителях“, посредством винтов, погруженных в воду, или воздушных, потребовал также большего внимания и большего числа страниц.

Удачные опыты с применением ветряных крыльчатых двигателей на моторных судах и лодках стоят того, чтобы об этом вопросе поговорить достаточно подробно. Временная замена работы двигателя внутреннего сгорания на тот же винт, работой ветра помощью крыльчатого механизма,—переходит из предположений в область действительного, и кроме коммерческого мореплавания, это может дать для спорта очень много. Этому вопросу посвящена дополнительная, довольно обширная глава.

Февраль, 1927 г.

Автор.

ПРЕДИСЛОВИЕ К 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, применительно 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 старевшими, и потому ненужными. Нам пришлось, чтобы не предлагать читателям чисто бесполезного материала, приступить к коренной переработке всей книги и, к добавлению 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 во в одной стихии. Таким образом выполнив, и даже с избытком, свой литературный долг по отношению к Бауеру, трудами которого составитель в некоторой незначительной степени все же пользовался в IV издании, составитель как бы отложил выполнение того же долга по отношению к тем другим авторам, которые своими сочинениями помогли ему при составлении настоящего труда.

Поэтому в настоящем V издании, в котором еще меньше осталось данных из книги Бауера, чем в предыдущем издании, и где составитель на ряду с результатами собственных опытов и наблюдений, пользовался трудами многих авторов, и чаще всего сочинениями французских авторов—Изара и Люмэ, английского Чолкли и отчасти русского Д. Филиппова, литературный долг отдан тем, что имена этих авторов указаны в алфавитном

порядке в строке под именем автора сей книги Петра А. Орловского.

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

1923 г.

Автор.

ВСТУПЛЕНИЕ.

Моторная лодка и моторные суда.

Корпус лодки и водный путь; двигатели для моторных лодок (судов) и их особенности.

До усовершенствования двигателей внутреннего сгорания механическое передвижение по воде происходило почти исключительно посредством паровых машин. Паровые машины были удобно применимы только к судам сравнительно большого водоизмещения, так как большой вес паровых машин препятствовал постановке их на небольшие суда, а тем более на лодки, предназначенные для спортивных целей: состязаний, прогулок и т. п.

В паровой яхте большого размера, в 200 тонн и длиной в 30 метров, паровая машина с котлами занимает около половины всего внутреннего пространства корпуса; при длине корпуса в 10 метров паровая машина займет более половины длины корпуса. В лодке длиной в 4-5 метров паровая машина со своим котлом заняла бы почти $\frac{3}{4}$ длины корпуса, помимо того, что загрузила бы ее.

При всяком водоизмещении замена паровой машины двигателем внутреннего сгорания дает заметную выгоду в освобождении части водоизмещения от бесполезной загрузки механизмом. Делались пробы ставить облегченные паровые котлы со змеевиками для моментального образования пара (сист. Серполлэ) и действительно удавалось иногда уменьшать общий вес паровой системы до веса двигателя внутреннего сгорания, но и такие облегченные паровые машины не получили распространения, так как двигатели внутреннего сгорания, кроме малого веса, имеют и много других преимуществ: всегдашнюю готовность к действию, простоту ухода и т. п., с чем интересующиеся двигателями внутреннего сгорания достаточно знакомы, или же могут познакомиться в Отд. II этой книги (Гл. VIII — IX).

Эти преимущества двигателей внутреннего сгорания существуют при всякой величине корабля, яхты или лодки, но при

очень большом водоизмещении разница несколько сглаживается новизной дела, и привычкой к паровым машинам.

Для всех же прогулочных лодок и яхт преимущество двигателей внутреннего сгорания доказывается бесспорно уже тем, что со времени появления этого рода двигателей, почти не строится новых яхт или лодок с паровыми машинами.

В отношении же морских и речных судов большого водоизмещения в последнее время больше половины вновь строящихся снабжаются двигателями внутреннего сгорания.

Живой интерес тружеников моря, рек и озер, а также большинства спортсменов к передвижению по воде помощью двигателей внутреннего сгорания, побудил автора составить руководство, объясняющее принципы поддержания на воде и передвижения по водной стихии, спокойной или волнующейся,— при чем передача работы винтом рассмотрена довольно подробно,— и остановиться при том достаточно долго на главной части каждой моторной лодки—ее двигателе.

Таким образом, первый отдел говорит о корпусе лодки в связи с плаванием его по водному пути и с передачей работы двигателя посредством винта, или других приспособлений, а дополнительные части отдела говорят о различных типах лодок и моторных судов и об оборудовании их, а в заключение — об управлении лодкой и о правилах предосторожности на водном пути.

Отдел второй говорит о двигателях для моторных лодок, яхт и отчасти для судов большого водоизмещения: промысловых, торговых и пассажирских, поскольку к этим типам судов применяются уже в настоящее время двигатели внутреннего сгорания, хотя бы и утяжеленного типа, сравнительно с типами лодочным и яхтенным.

Работа двигателя внутреннего сгорания основного типа, четырехтактного, — а также и устройство его частей, и всех необходимых для его действия приборов, рассматривается с достаточной подробностью, чтобы не встретилось затруднений при уходе за двигателем в случаях практической жизни.

В виду сравнительно большого распространения на моторных лодках двухтактных двигателей, а на судах больших водоизмещений — четырех и двухтактных «дизелей», на эти два типа здесь будет также обращено внимание.

ОТДЕЛ I.

Корпус лодки и водный путь.

ГЛАВА I.

Условия плавания без передвижения.

(поддерживание на воде).

Центр тяжести и центр плавучести.—Условия устойчивого равновесия.—Влияние перемещения груза.—Метацентрический радиус.—Влияние формы корпуса на устойчивость.

1. — Условия плавания в жидкости. Плавание на воде подвержено определенным физическим законам.

Не вдаваясь в подробности и не излагая полной теории предмета, необходимо все-таки напомнить основные положения, что облегчит ознакомление с последующим.

Плавание без передвижения может считаться простейшим видом плавания, наиболее легко доступным изучению.

Если жидкость — вода реки, пруда или моря, находится в спокойном состоянии, то плавающий на ней предмет подвергается действию лишь двух сил: во-первых, силы тяжести не изменяющейся от того, лежит ли предмет на твердом основании или поддерживается водою (на воде), а во-вторых — давлению воды в вертикальном направлении (вверх), которое уравновешивает силу тяжести. Давление воды в других направлениях, кроме вертикального, уравновешивается само собою и на поддерживание предмета на воде не оказывает влияния.

Таким образом плавание возможно, когда давление воды в вертикальном направлении (вверх) равно весу предмета. А давление воды вертикально (вверх) зависит от количества вытесненной воды, т. е. от ее веса. Следовательно, плавание возможно, когда вес предмета равен весу воды, вытесненной той частью предмета, которая погружена в воду. Это основной закон плавания, открытый еще Архимедом. Поэтому невозможно пла-

вание предмета, удельный вес которого больше, чем удельный вес жидкости. Вода считается за единицу удельного веса, и следовательно, если удельный вес вещества больше единицы, то оно в воде плавать не может и затонет в ней. Однако, плавание железного корабля возможно, так как общий удельный вес всего корабля вместе с пустотой внутри — меньше единицы.

2.—*Центр тяжести и центр плавучести.* Известно также, что плавание может быть устойчивое, неустойчивое и безразличное. Очевидно, что если собрать все силы тяжести каждой отдельной точки предмета в одну точку, расположенную так, чтобы сила, приложенная к этой точке, вполне заменяла отдельные силы тяжести каждой отдельной точки, то положение тела не изменится. Такую точку и называют центром тяжести (G на рис. 1).

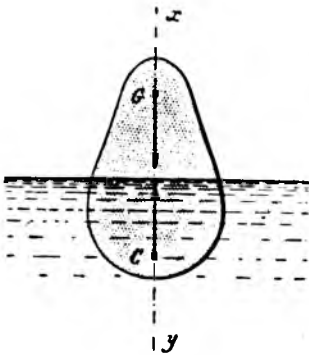


Рис. 1.

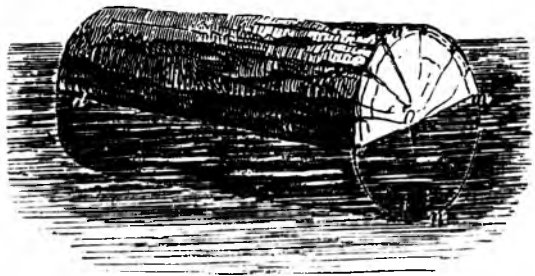


Рис. 2.

Рис. 1.—**Плавание предмета на воде.**— G , центр и (стрелка) сила тяжести.— C , центр и (стрелка) сила плавучести (поддерживающая сила, равная весу вытесненной воды).— x , y , вертикальная ось, на которой расположены обе вышеуказанные точки. Положение *неустойчивое*.

Рис. 2.—**Совпадение центра тяжести и центра плавучести.** Форма погруженной части тела круглая, (c , n , m) по крайней мере в направлении, поперечном длине предмета d . Состояние *безразличное* (в одном направлении).— O , Крайняя точка центральной линии, на которой—центр тяжести.

Обратно давление воды, поддерживающее предмет в различных точках, можно соединить в одну точку, называемую центром давления или центром плавучести (C).

Между этими двумя точками имеется много сходства, но замечается и весьма существенное различие, главным образом, в том что положение центра тяжести не изменяется от изменения положения предмета, тогда как центр плавучести в большинстве случаев передвигается вместе с наклоном предмета в ту или другую сторону. Лишь в некоторых исключительных случаях, как, например, когда погруженная поверхность тела шарообразна или представляет круг повсюду в разрезе, перпендикулярном длине предмета, (рис. 2) — центр плавучести не перемещается.

Каждому известно, что деревянный шарик или резиновый мяч, плавающий на воде, может легко вращаться во все стороны и не стремится вовсе выйти из того положения, в котором он остановлен. В нем центр тяжести и центр плавучести оба не перемещаются и притом оба соединены в одной точке, а силы тяжести и плавучести проявляются в обратном направлении, одна другую уничтожая. Это будет наиболее яркий пример безразличного состояния плавучести, но для плавания каких-либо лодок или судов подобное состояние совершенно не пригодно. Делались, правда, опыты с постройкой спасательных лодок в виде шара, внутри которого подвешивалась на скользящих рельсах особая камера, сохранявшая постоянно вертикальное положение. Сложность и громоздкость и другие неудобства по-

Рис. 3. — Расположение центра тяжести ниже центра плавучести. Состояние *устойчивое*, при всякой форме погруженной части предмета. — *G*, центр тяжести. — *C*, центр плавучести. — *A, B*, металлический груз, прикрепленный к бревну для понижения центра тяжести.



добной системы не позволяют рассчитывать на практическое применение.

Казалось бы, в таком случае, что наиболее устойчива, безопасна и удобна будет та лодка, центр тяжести которой расположен ниже центра плавучести. На самом деле, весьма трудно расположить материал корпуса лодки и все тяжести в ней таким образом, чтобы достигнуть такого расположения центров как напр. на рис. 3. Только при очень тяжелом грузе, напр., состоящем из сплошных кусков металла, такая задача может быть разрешена. Во всех остальных случаях, а в особенности в лодках небольшой величины, где пассажиры сидят выше уровня воды (ватерлинии), достигнуть этого очень трудно.

Приходится мириться с расположением центра тяжести выше центра плавучести, как на рис. 1, но в таком случае предмет, находясь в положении неустойчивом, неминуемо перевернулся бы, как только вышел бы хоть сколько-нибудь из положения, показанного на рисунке.

Средства удерживать предмет от перевертывания, даже при неустойчивом равновесии плавания, заключаются в придании погруженной части предмета (подводной) такой формы, чтобы при наклоне предмета в сторону, погружающаяся сторона получала более значительное поддерживающее давление воды, чем раньше. Тогда центр плавучести C передвинется также в сторону наклона.

Применительно к лодке будет следующее явление (рис. 4). Центр тяжести G помещается выше центра плавучести C . В правильном положении лодки эти центры находятся на одной вертикальной линии. При наклоне лодки от той или иной причины

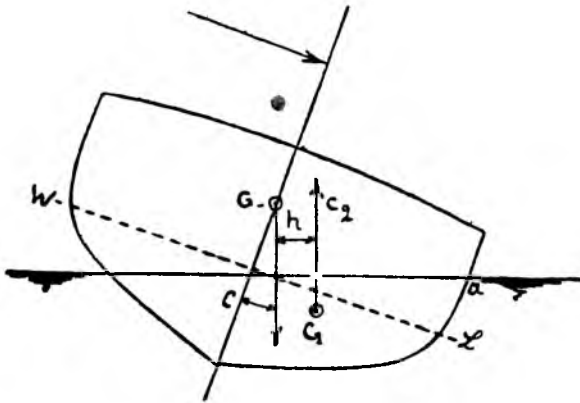


Рис. 4. — Достижение остойчивости посредством соответствующей формы погруженной части корпуса лодки и части корпуса, погружающейся при наклоне, — несмотря на пренышение центра тяжести G над центром плавучести C . — C_1 , перемещение центра плавучести в новую точку вследствие погружения новых частей корпуса при наклоне. — C_2 , точка приложения поддерживающей силы для образования пары сил. — h , расстояние между параллельными силами.

(ветра, толчка или центробежной силы поворота, — последнее, если лодка на ходу) и считая, что центр тяжести остается на прежнем месте, центр плавучести перемещается в C_1 . Из основных законов механики известно, что две параллельные силы, действующие в обратных направлениях, составляют так наз. „пару сил“, стремящуюся повернуть предмет в таком направлении, чтобы обе силы составили одна продолжение другой (в обратном направлении). Тогда вращательное действие „пары сил“ прекратится, так как обе силы будут направлены по одной линии, хотя и в обратных направлениях. В рассматриваемом случае „пара сил“ будет стремиться выпрямить лодку и придать ей первоначальное положение. Преобразовать параллельные, но противоположные силы, в „пару сил“, очень легко, перенеся мысленно точку приложения одной из сил, напр. C_1 в точку C_2 . Тогда вращающая способность этой пары становится очевидной.

Из рассмотрения того же рис. 4 видно, что расстояние между двумя параллельными линиями сил (h), являясь плечом рычага, имеет также значение на остойчивость лодки, главным образом, на быстроту принятия лодкой первоначального положения или, другими словами, на время размаха колебания, так как лодка, выведенная из равновесия, переходит обыкновенно через нормальное положение на другую сторону. Такие колебания, как известно, некоторое время повторяются, постепенно затихая. Затихание происходит вследствие сопротивления воды, которую приходится отталкивать бортами лодки, а также вследствие трения об воду.

Существуют различные способы для определения расстояния h между направлением силы тяжести и поддерживающим давлением воды, и между ними способы математические и графические; опуская здесь описание этих способов, ограничимся указанием, что чем больше расстояние h при каком-либо угле наклона, тем больше *способность лодки принимать прежнее нормальное положение*, т. е. тем больше ее „остойчивость“. Из этого видно также, что „остойчивость“ означает понятие несколько различающееся от устойчивости.

Величина расстояния h во многом *зависит от формы подводной части лодки и ближайших к воде надводных частей борта*. Зависимость имеется и от высоты расположения центра тяжести.

Подводная часть, придающая наибольшую остойчивость, — клинообразная, но с весьма тупым углом, подобно рис. 4. Как очень острый угол клина, так и плоскодонные суда менее остойчивы.

Как у первых, так и у вторых трудно расположить значительный груз ниже уровня воды.

Надводная часть борта, но именно та, которая погружается в воду при наклоне, придает наибольшую остойчивость, если поставлена вертикально или с весьма небольшим наклоном наружу. Тогда при погружении борта в воду приподнимающее усилие воды проявляется на большем рычаге у точки a и центр плавучести C_1 быстрее удаляется от нормального своего положения C . Этот же чертеж показывает, что если бы борт имел наклон внутрь на величину угла наклона лодки, то борт стоял бы в данном случае вертикально, и часть подъемной силы воды, именно проявляющаяся ныне в крайних точках рычага, отсутствовала бы; в результате точка C_1 стояла бы ближе к нормальному положению.

Рассмотрение того же чертежа покажет, что если бы дно было совершенно плоское, то разница в водоизмещении правой и левой стороны лодки была бы при одинаковом угле наклона — меньше.

Если же клин очень острый, то при том же водоизмещении корпус был бы более узким и длина рычага, зависящая от

подъемной силы более погруженной части корпуса, — был бы меньше. Острый клин позволяет в больших яхтах значительно понизить центр тяжести, применяя тяжелый металлический киль, и таким образом выиграть в остойчивости, но в маленьких лодках весь груз, состоящий главным образом из двигателя и пассажиров, располагается по необходимости выше узкой части клина.

В величину выправляющей силы входит также и вес выходящей из воды части корпуса, бывшей в воде при нормальном положении лодки и неуравновешиваемой при наклоне весом другой стороны лодки. Так, на рис. 4 пунктиром отмечено положение нормальной ватерлинии. Ясно, что часть корпуса с левой стороны, вышедшая из воды, будет способствовать выпрямлению корпуса и увеличивать действие силы C_1C_2 .

Эта составная часть выправляющей силы, приведенная к точке C_1 , обыкновенно подразумевается включенной в состав всей выпрямляющей силы. В моторных лодках, а в особенности в парусных яхтах, применяется на практике перемещение груза на наветренный борт и этим значение указанной части выпрямляющей силы еще увеличивается.

Существуют и доныне в некоторых странах лодки местной постройки, с применением дробового груза — бревна, выдвинутого очень далеко за борт; бревно, при нормальном положении лодки, лежит на воде и частью погружено в нее, а при наклоне лодки, выходя больше из воды, представляет весьма значительный груз, удерживающий лодку от крена. Это же бревно может действовать и в обратном направлении своим противодействием погружению.

3.—Влияние перемещения груза. До сих пор центр тяжести рассматривался, как постоянный; и только в случае с пересадкой пассажиров на парусной яхте груз, а следовательно и центр тяжести системы, передвинут был в сторону от нормального положения, но в направлении обратном крену лодки. Передвижение центра тяжести помогало здесь выпрямлению лодки.

Корпус лодки должен быть приспособлен также для противодействия слишком большому наклону лодки при передвижении центра тяжести в ту или другую сторону.

Как и в случае рис. 4, быстрота передвижения центра плавучести имеет здесь главенствующее значение. Предположим, что центр тяжести G (рис. 5) передвинут вправо и совпадает с вертикальной линией, проходящей через сдвинутый центр плавучести A_1 . Тогда передвижение центра тяжести, если другой кренящей силы нет, будет иметь последствием оставление лодки в том же наклонном положении. Из рассмотрения рис. 5 совместно с рис. 4 видно, что передвижение центра плавучести (A в A_1) должно быть всегда больше, чем передвижение центра тяжести (G в G_1). При этом, чем выше центр тяжести, тем значительнее должно быть перемещение центра плавучести при одинаковом

линейном передвижении центра. Так, напр., если центр тяжести G передвинулся бы в точку G_2 , то центр плавучести должен был бы переместиться в точку A_2 , чтобы равновесие было возможно. Ясно, что при той же форме корпуса наклон лодки получился бы больший, а при некоторой высоте центра тяжести лодка поте-

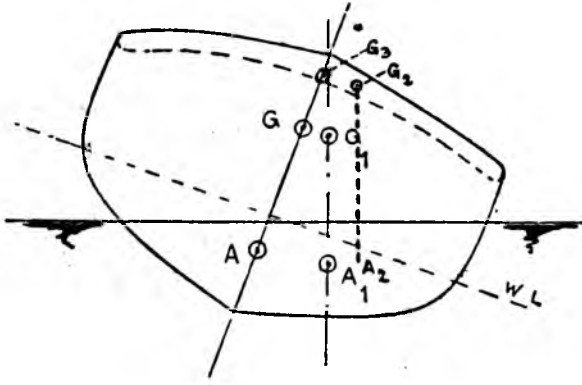


Рис. 5.— Уравновешивание передвижения центра тяжести G в G_1 , перемещением центра плавучести из A в A_1 , при наклоне лодки. Перемещение центра тяжести, находящегося выше, напр. в точке G_3 , в точку G_2 , вызовет необходимость в еще большем передвижении центра плавучести в A_2 , т.е. наклон лодки еще несколько увеличится.

ряла бы остойчивость почти совершенно. Это и замечается при слишком большом числе пассажиров, так как каждый пассажир, несколько увеличивая погружение лодки, изменяет и расположение центра тяжести, который становится все выше. То же замечается и с пассажирскими пароходами средней величины, когда большое число пассажиров поместится на верхней палубе.

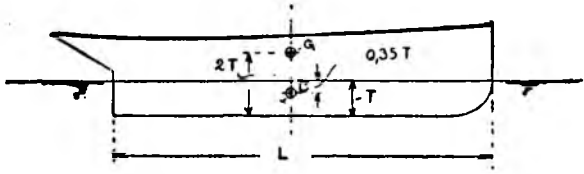


Рис. 6.— Расположение центра тяжести G и центра плавучести C , если смотреть сбоку лодки, при нормальном расположении ватерлинии по длине лодки. Для лодок и мелких судов крейсерского типа высота центра тяжести от киля составляет приблизительно двойное ($2T$) расстояние от киля до ватерлинии. Центр плавучести помещается приблизительно на $0,35$ того же расстояния T ниже уровня воды.

Форма подводной части лодки должна быть приблизительно такая же, как и в изложенных ранее рассуждениях.

Отступление от нормального положения ватерлинии возможно также и по длине лодки, главным образом, вследствие перемещения центра тяжести. Рис. 6 показывает правильное по

ложение ватерлинии, а рис. 7 — неправильное, что является по-
следствием перемещения центра тяжести из G в G_1 . Это влечет
за собою перемещение центра давления (плавучести) из C в C_1 ,

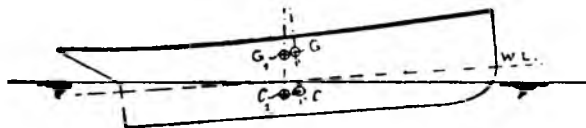


Рис. 7.—Изменение положения лодки (дифферент) на корму вслед-
ствие перемещения центра тяжести G в G_1 . Центр плавучести пере-
двигается на несколько большее расстояние из C в C_1 .

Подобное отступление называется дифферентом и происходит
иногда от неправильного расчета водоизмещения отдельных час-
тей корпуса или от невнимательного расположения постоянных

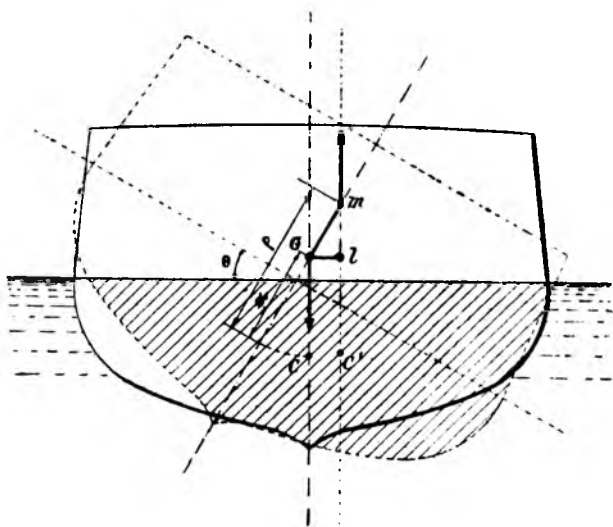


Рис. 8.—Объяснение сил содействующих выпрямлению лодки и по-
нятия „метацентрический радиус“.— C , центр плавучести при нормаль-
ном положении лодки.— C' , центр плавучести при наклоне лодки.— G , центр
тяжести.— m , метацентр, лежащий на пересечении наклоненной оси лодки
с вертикалью, проходящей через сдвинутый центр плавучести.— GI , плечо
рычага выпрямляющей силы.— θ , угол наклона лодки.— r , метацентрический
радиус—расстояние между метацентром и кривой расположения точек цен-
тров плавучести, в направлении, параллельном оси лодки,— α , расстояние
между центром тяжести и той же кривой. Условие устойчивости: метацен-
трический радиус должен быть больше расстояния a .

грузов: двигателя, передаточных механизмов, бака с бензином
и т. п. Приходится исправлять этот недостаток, если не желают
производить полную перестановку всех механизмов, перемещением

подвижных грузов и соответственным размещением пассажиров. Как увидим в следующих главах, подобное же отступление ватерлинии может происходить и от движения лодки.

4.— Метacentрический радиус. Влияние расположения центров тяжести и плавучести выражается иногда посредством особой величины, называемой „метacentрическим радиусом“. На рис. 8 он обозначен буквой ρ и представляет расстояние между метacentром m и кривой расположения центров плавучести, измеренное параллельно вертикальной оси лодки. Метacentр, в свою очередь, представляет пересечение вертикальной оси лодки (при ее наклоне вместе с корпусом) с вертикальной линией, проходящей через новый центр плавучести C' . Расстояние a представляет расстояние между центром тяжести и той же кривой, а поэтому условием остойчивого плавания надо считать, что метacentрический радиус (ρ) больше (в направлении параллель-

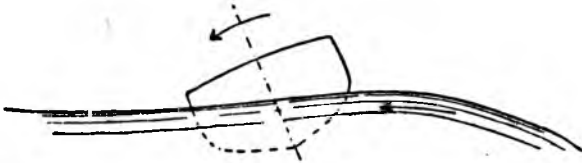


Рис. 9.—Раскачивающее действие волны, подходящей к борту.

ном оси сечения) расстояния от центра тяжести до кривой центров плавучести (a).

5.— Остойчивость на волне. До сих пор рассматривались случаи, когда остойчивость проявляла свое действие на гладкой водной поверхности. За редкими исключениями, приходится иметь дело с волнующейся водной поверхностью, при чем волны бывают весьма разнообразными по форме и величине.

Для простоты изучения, рассмотрим сначала действие волн на неподвижную лодку. Приближение волны к стоящей на воде лодке может происходить с различных сторон. Рассмотрим последовательно подход с борта, затем с носа или кормы, и затем под углом в 45° к этим двум направлениям. Волна, подходящая с борта, первоначально перемещает центр плавучести к тому же борту, так как лодка оказывается как бы более погруженной с этой стороны; давление водяного столба здесь больше. Под влиянием действия центра плавучести, при оставшемся расположении центра тяжести, этот же борт приподнимается, и лодка несколько переваливается на другой борт, хотя волна уже может перейти на другую сторону лодки. Таким образом лодка примет первоначально положение рис. 9, а затем качнет выпрямляться довольно быстро и приобретет размах

в другую сторону (рис. 10). Может случиться, что как раз в это время подходит следующая волна и лодка будет черпать бортом.

Поэтому лодки, легко поддающиеся действию боковой волны, иногда опасны, в особенности, если размах их колебания сходится с размахом колебания волны. Более острый клин для боковой волны менее чувствителен.

Ранее было сказано, что тупой угол клина способствует устойчивости при перемещении груза или при действии силы извне, напр., ветра. Следовательно, требования устойчивости на горизонтальной поверхности воды и на волне несколько различны. Действие боковой волны может скорее, чем перемещение груза, перевернуть лодку, в особенности, при большой крутизне волны. Поэтому искусство рулирования на сильной волне состоит, между прочим, в избегании постановки лодки бортом к волне. В этом положении лодку может, кроме того, залить срывающимся гребнем волны, что еще увеличивает опасность подобного плавания.

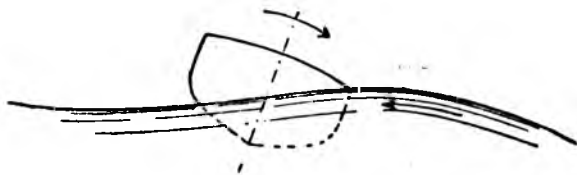


Рис. 10.—Обратный размах лодки, совпавший с подходом второй волны с борта.

Если даже закрыть лодку сверху, опасность не вполне устраняется, так как, если центр тяжести выше центра плавучести, то имеется всегда предельный угол, при котором центр тяжести перейдет через вертикальную линию центра плавучести. Тогда лодка неминуемо перевернется. Задача строителя увеличить этот предельный угол, и, если угол доведен до 70° и более, то можно считать лодку практически неперевертываемой.

Совершенно неперевертываемой может быть только та лодка, где центр тяжести ниже центра плавучести, что встречается в яхтах с тяжелым и далеко выдвинутым килем. Лодки небольшого водоизмещения и мелко сидящие сделать совершенно неперевертываемыми — по объясненным причинам — невозможно.

При широком корпусе лодки боковое раскачивание можно иногда несколько уменьшить расположением грузов вблизи бортов. Тогда инерция груза замедляет раскачивание.

Устойчивость лодки считается на практике достаточной, если длина превосходит ширину не более 8-ми раз, а форма ее довольно полная.

Если волна подходит с носа или с кормы, то раскачивание не столь заметно, но и здесь может получиться совпадение времени колебания с подходом следующей волны. Тогда нос или корма зарывается в волну; особенно это явление заметно при движении лодки вперед, но и на месте приходится иногда встречаться с этим.

Противодействием заливанию лодки считается как форма носа или кормы, уширенные кверху, так и закрытие носовой части палубы.

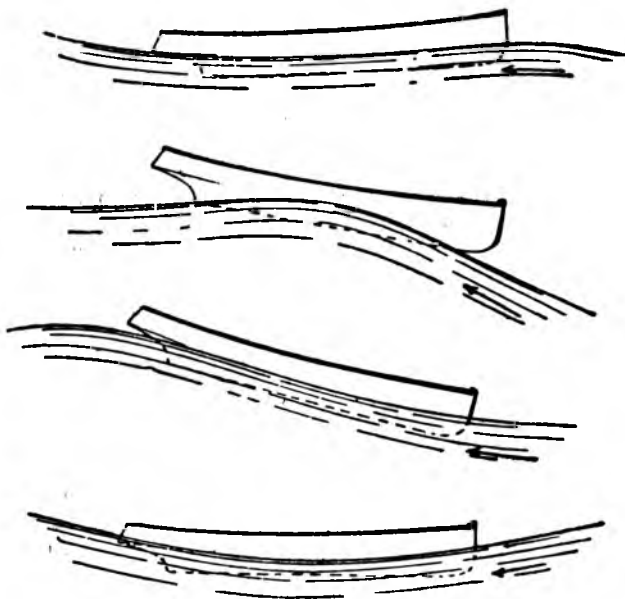


Рис. 11.—Различные положения лодки на волне, проходящей под лодкой по направлению от носа к корме.

При подходе волны по середине угла, между бортом и продольной осью лодки, неприятные и опасные явления подхода волны по разобранным двум направлениям значительно уменьшаются. Опытный рулевой может на небольшой шлюпке ходить по высоким волнам, пользуясь именно этим правилом. Только иногда лодку будет несколько заливать гребнем волны.

Различные положения лодки при килевой качке показаны на рис. 11, где в четырех положениях изображена лодка, под которой проходит волна в направлении от носа к корме. Нижнее положение именно то, при котором при сколько-нибудь крутой волне возможно заливание лодки.

Глава II.

Условия плавания при передвижении по поверхности воды.

Изменение давлений на корпус в зависимости от быстроты передвижения по гладкой и по волнистой поверхности. — Условия наименьшего сопротивления передвижению. — Различные формы корпусов в зависимости от предполагаемой скорости. — Предельная скорость. — Гидропланы - Водоскользители.

Передвижение лодки может происходить или по гладкой, или по волнующейся поверхности.

Сначала рассмотрено действие водной среды на корпус лодки во время ее *передвижения при спокойном состоянии воды.*

Передвигаясь, лодка раздвигает воду, раскидывая ее по сторонам, а сопротивление воды снизу, увеличиваемое в носовой части по мере увеличения скорости, приподнимает нос лодки также в зависимости от скорости; форма носовой части лодки и вообще всего корпуса имеет также немаловажное значение.

1. — **Приподнимающее действие воды**, замечаемое во время хода лодки, основано на следующем: во время стоянии на месте, тяжесть вполне уравнивается плавучестью лодки, считая водоизмещение корпуса до ватерлинии. При передвижении лодки, появляется новая сила, проявляющаяся как в противодействии движению в направлении, обратном работе винта (или колес), так и в вертикальном направлении вследствие увеличения давления на воду в момент ее раздвигания. Если к тому же дно носовой части лодки приподнято, как на рис. 12 и может быть приравнено к плоскости $a b$, то приподнимающее действие воды станет еще более заметным. Оно будет состоять из вертикальной слагающей силы B , направленной перпендикулярно указанной плоскости $a b$, и эта слагающая будет почти равна силе B , так как угол между ними сравнительно не велик.

Общеизвестно, что каждая лодка на быстром ходу приподнимается из воды спереди и несколько садится кормой. В особенности это заметно при быстром ходе моторной лодки, а еще больше, когда обыкновенная шлюпка идет на буксире со значи-

гельной скоростью. Это положение может быть и *вредно для развития скорости*,¹⁾ и конструкторы стремятся уменьшить приподнимание носа лодки, главным образом, придавая корпусу лодки особую форму.

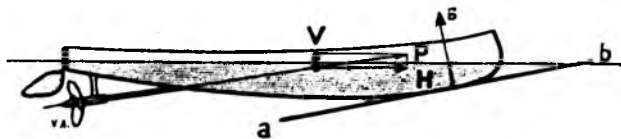


Рис. 12. — Приподнимание носа лодки под действием давления воды, заметное на быстром ходу. — *B*, сила, представляющая противодействие воды в направлении, перпендикулярном плоскости *a b* дна передней части лодки. Сила *B* может быть разложена на две, из которых одна действует вверх, приподнимая нос лодки, а вторая уничтожается действием винта. — *P*, действие винта, разложенное на две силы по направлению движения — *H* и вверх — *V*. — В зависимости от точки приложения силы *P* действие винта может приподнимать нос или корму.

Известны два наиболее употребительных типа корпусов (рис. 13), из которых один (*нижний*) считается более удобным для размещения двигателя и пассажиров и носит название «*крейсерского*». Действительно, для продолжительного пребывания в нем этот корпус более удобен. Другой тип (*верхний*) считается «*гоночным*» или точнее «*полугоночным*», и применяется в быстроходных моторных лодках. Чисто гоночные имеют менее глубокую посадку, напоминая плоскодонки. Разница еще более заметна, если сравнить оба корпуса лодки по плоскости ватерлинии (рис. 14). В гоночной лодке более широкая часть пло-

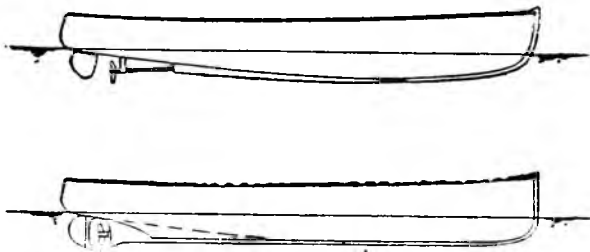


Рис. 13. — Два основных типа корпусов, *верхний рис.* — «*полугоночный*» тип; *нижний рис.* — «*крейсерский* тип».

скости по ватерлинии — в корме. тогда как та же плоскость у обыкновенной лодки имеет наиболее широкую часть почти по середине.

¹⁾ Подробнее об этом вопросе в главе о «Гидропланах — Водоскользителях».

Объяснение такого на первый взгляд странного устройства гоночной лодки облегчается при помощи рис. 15. Чтобы в значительной степени противодействовать выталкиванию носа лодки из воды, необходимо сделать обе расходящиеся плоскости отвода, как и показано на рисунке. Вместе с тем необходи

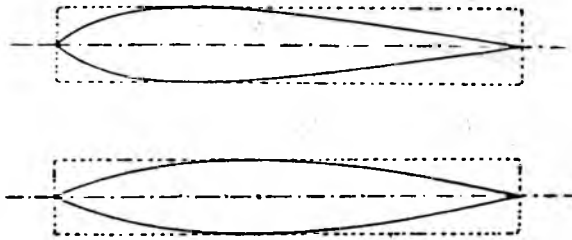


Рис. 14. — Различные горизонтальные площади сечения у ватерлинии, *верхний рис.* — „гоночной“ лодки; *нижний рис.* — лодки „крейсерского“ типа. Носовая часть — с правой стороны. Объяснение формы гоночной лодки на рис. 15 и 16.

сделать угол расхождения более острым. В корме угол выход плоскостей из воды или схождение их должен также быть на более острым. Первое — для облегчения расталкивания воды, второе — для уменьшения противодавления, как следствие уменьшенного давления за кормой (так называемого „присасывания“). Если принять систему рис. 15, где *наиболее глубоко сидяща*

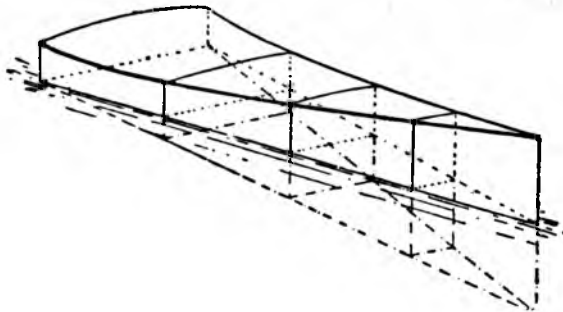


Рис. 15. — Схема устройства корпуса гоночной лодки, выходящей в носовой части из воды на быстром ходу. Так называемая „*тетраэдровидная форма*“, или система двойного клина. Как угол раздвигающих воду плоскостей, так и выхода из воды кормовой плоскости очень острый, — уменьшается в 2 раза, сравнительно с крейсерской и одинаков по всей длине корпуса.

часть лодки — носовая, а острый угол расхождения плоскостей достигается тем, что плоскости расходятся вплоть до кормы, то вместо схождения вертикальных плоскостей у кормы, *д* лодки сделано поднимающимся от носа к корме, и таким обр

вом как угол расхождения носовых плоскостей, так и угол выхода из воды кормовой плоскости уменьшается приблизительно в два раза. Получается форма двойного клина или так называемая „тетраэдровидная“ лодка. На этом же рисунке показан поперечный разрез через каждую четверть длины лодки. В чистом виде, эта система не применяется вследствие того, что ни носовая, ни кормовая части, не имеют полезного водоизмещения, а с некоторыми округлениями можно встретить ее на гоночных лодках, как показано на рис. 16. Дальнейшее округление форм, но с оставлением только-что разобранных принципов постройки, видно на рис. 13 и 14 (верхние чертежи).

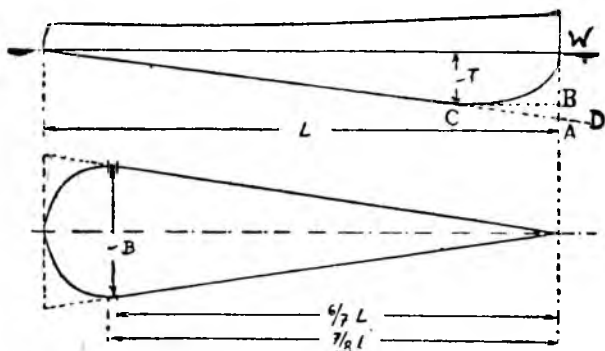
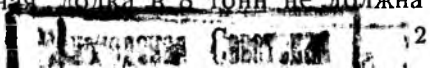


Рис. 16. — Допускаемые практикой отступления от правильной геометрической формы, показанной на рис. 15. Корма округлена, и наибольшая ширина B получается на расстоянии $\frac{6}{7}$ до $\frac{7}{8}$ длины лодки L , считая от носа. — T , наибольшая глубина приблизительно на расстоянии $\frac{1}{5}$ части от носа, так как киль в носовой части несколько срезан и округлен. Глубина меньше расстояния WD на величину BD .

2.—Предельная скорость. До того, как начали строить гоночные лодки по типу двойного клина, многие конструкторы, видя затруднительность придания судам обычной „крейсерской“ формы очень больших скоростей, старались даже найти предельную скорость, доступную лодкам и судам различного водоизмещения. Так исследователь *Норман* сделал сообщение американскому обществу морских инженеров о найденной им, на основании опытов, формуле, дающей предельную скорость для каждого водоизмещения (рис. 17). Цифры на нижней линии (абсцисс) дают водоизмещение в тоннах, а цифры на вертикальной линии (оси ординат) дают предельную скорость по формуле, предложенной Норманом:

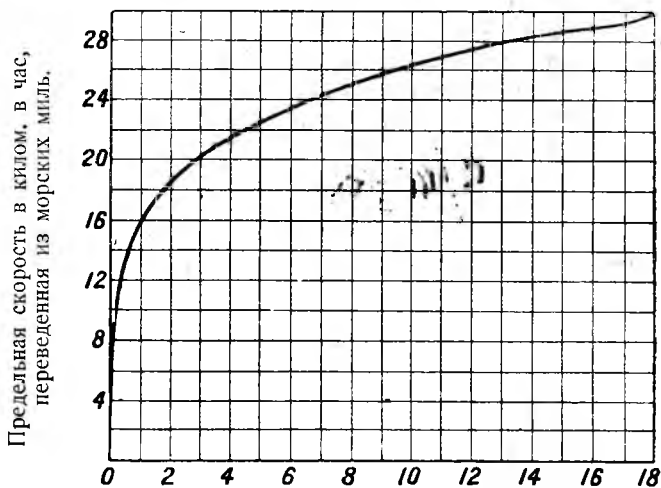
$$V = F\sqrt[3]{D},$$

где F — коэффициент, D — тоннаж, V — скорость в морских милях. Таким образом, моторная лодка в 8 тонн не должна бы



давать скорости больше 25 км в час, а яхта в 18 тонн и должна бы идти скорее 30 км в час.

На самом деле, лодки с корпусами современной гоночно постройки несколько превосходят даже двойную скорость проти



Водоизмещение в тоннах.

Рис. 17. — Кривая предельной быстроты лодки при водоизмещениях до 18 тонн по эмпирической формуле, предложенной Норманом: $F\sqrt[5]{D}$, где D представляет водоизмещение в тоннах, F — коэффициент.

указанной, и пределом является не изменение положения корпуса, а невозможность ставить более сильный двигатель.

3.—Гидропланы. Существуют еще типы корпусов *скользящих по поверхности воды*, так наз. „гидропланы“, ¹⁾ и предельная скорость таких лодок выше, чем для формы двойного клина. На спокойной воде преимущество гидроплана неоспоримо. Работа



Рис. 18. Форма корпуса гидроплана с одним выступом подводной части. Винт работает от зубчатой передачи.

двигателя оказывается более продуктивной, так как разбрасывание воды гораздо меньше, чем при моторной лодке самого усовершенствованного рисунка. Форма корпуса гидроплана показана на рис. 18. Здесь виден уступ приблизительно по середине длины

¹⁾ Чтобы не смешивать с „гидропланами“ — „аэропланами, поднимающимися с воды“, — эти настоящие гидропланы можно называть „водоскользкими“, с французского „hydroglisseur“, или просто „скользителями“.

лодки; иногда таких уступов бывает несколько, часто делют дно гладкое; большинство отказывается постепенно от уступов. Окончательного выбора той или другой системы еще не сделано. Некоторые добавочные сведения, касающиеся гидропланов, помещены на дальнейших страницах.

В настоящее время гидропланы считаются наиболее быстрым способом передвижения по воде, когда нет волнения, и они имеют большое распространение, напр., на реке Нигере и на других реках в Африканских колониях Франции, где реки не загромождены движением судов. Гидропланы могли бы с успехом применяться у нас на Волге и других реках для быстрого пассажирского и почтового сообщения.

На волнистой поверхности условия передвижения значительно изменяются, и в иных случаях лодки крейсерского типа проходили там, где гоночная лодка, а тем более гидроплан, отказывались итти. Практически тогда крейсерский тип оказывался наиболее быстрым. Объяснение надо искать в том, что неровная поверхность воды значительно изменяет условия передвижения каждого вида судов, но главным образом гидропланов и гоночных лодок. На волнах гидроплан подсакивает, становясь при этом под углом в 45° и более к горизонту, и рискует даже перевернуться назад. При ударе о следующую волну может пробить дно. Гоночная лодка на больших волнах, где она успевает становиться под большим углом к горизонту, также выпрыгивает совершенно из воды, при чем если садится правильно на следующую волну, то корпус претерпевает очень сильный удар. Если же корпус коснется волны в косом направлении, то лодка может перевернуться через один или другой борт. Когда волны имеют небольшой размер, то гоночная лодка не успевает, вследствие формы носовой части, приподниматься на волну и прорезает ее, от чего конечно теряется скорость. Лодка крейсерского типа, приподнимаясь легче по мере подлода волны, меньше тормозится волной и в конечном результате может, на очень спокойной воде, победить гоночную лодку в быстроте хода.

Решение задачи быстрого передвижения по воде вместе с сохранением мореходных качеств, т.-е. способности быстро и безопасно передвигаться на высокой волне, может, повидимому быть достигнуто посредством *соединения гидроплана с обыкновенной лодкой крейсерского типа*. Под уровнем ватерлинии прикрепляются наклонные плоскости, расположенные в несколько этажей, которые, по мере увеличения быстроты передвижения, выходят последовательно из воды. Тогда корпус лодки не касается воды и лодка идет как гидроплан. На малой скорости корпус опять садится на воду, и лодка пригодна опять для передвижения по волнистой поверхности. Расположение плоскостей в несколько этажей делает их поддерживающую силу более равномерной, так как встречная волна лишь несколько увеличивает силу и при том постепенно. Не получается сильных ударов, опас-

ных в обыкновенных гидропланах для целости корпуса. Подобные опыты делали инж. Форланини в Италии и Ламбер во Франции с моторными лодками небольших размеров и результаты были довольно удачными. Если бы кто решился сделать опыт с более значительным водоизмещением, то вероятно достиг бы поразительных результатов. Переход через Атлантический океан в 2 суток был бы вполне доступным.

ГЛАВА III.

Устройство корпуса лодки.

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

Во всякой лодке, большой или маленькой, так же, как и в корпусе судов большого водоизмещения, имеются те же главные части корпуса, составляющие его основу или остов.

1. — Постройка корпуса обыкновенно *начинается с киля*, который в маленьких лодках очень часто делается цельным из

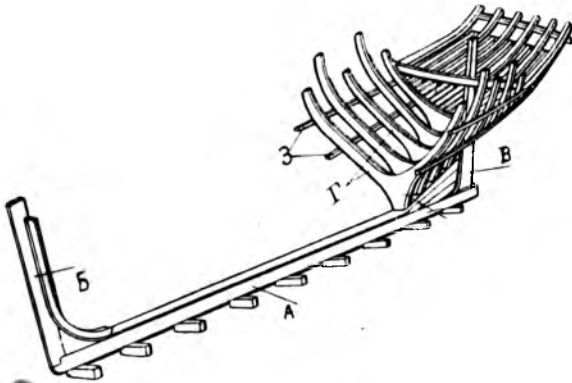


Рис. 19. — Строение корпуса деревянной лодки крейсерского типа.—А, киль.—Б, форштевень (передний брус).—В, задний брус (ахтерштевень).—Г, шпангоуты.—З, продольные соединительные планки между шпангоутами.

деревянного бруса (рис. 19, а в разрезе—рис. 20 и 21). В больших лодках киль по необходимости составной. Концы киля поднимаются кверху в носовой и кормовой частях, при чем в большинстве случаев приходится делать эти части приставными. Передняя часть называется „форштевень“, а задняя „ахтерштевень“.

Форма корпуса в поперечном разрезе неодинакова по всей длине и вырисовывается посредством изогнутых брусьев, назы-

ваемых „шпангоутами“. (Г на рис. 20—22). Шпангоуты прикрепляются верхними концами к сравнительно прочному привальному брусу (Ж на рис. 20—22).

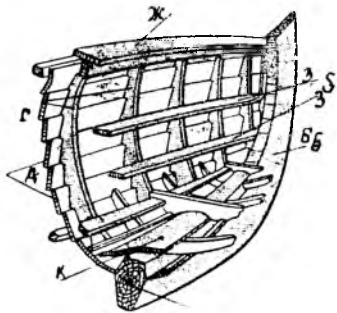


Рис. 20.—Строение корпуса деревянной лодки.—Д, обшивка.—Ж, привальный брус.—К, планки решетки или пола (флор).—Остальные буквы объяснены на предыдущем рисунке.

Посредине высоты шпангоута ставятся иногда тонкие продольные соединительные планки (З на рис. 19 и 20), что придает устойчивость шпангоутам, как во время сборки лодки, так и при ударах волн. Каждый удар распределяется на большое

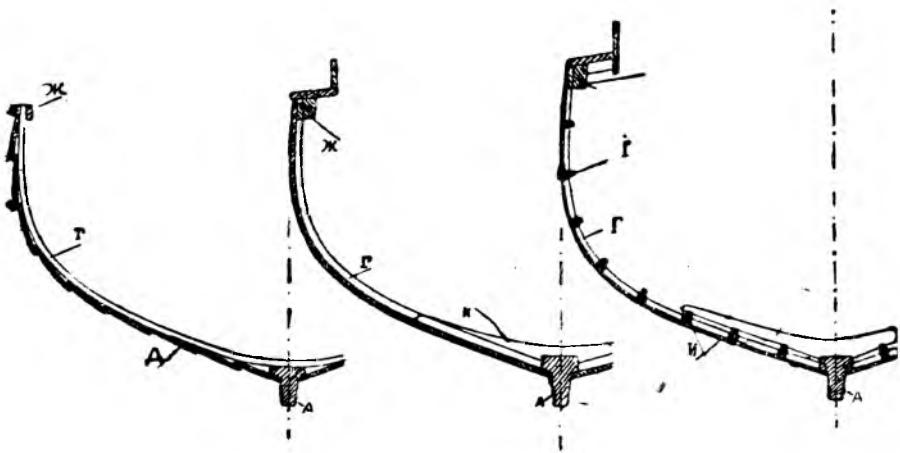


Рис. 21.—Разрез строения корпуса и обшивки трех различных систем. *Левый чертеж*—обшивка с наложением края на край. *Средний чертеж*—обшивка вгладь двуслойная и потому без стыковых брусьев. *Правый чертеж*—обшивка вгладь однослойная со стыковыми брусьями, прикрывающими пазы. — I, стыковой брус—при обшивке борта вгладь.—И, стыковые брусья, поддерживающие пол. Остальные буквы объяснены на двух предыдущих чертежах.

количество шпангоутов и на более значительную площадь обшивки.

Получится, таким образом, *остов лодки*, который нужно только покрыть *обшивкой*, и корпус лодки готов.

Обшивка делается или вгладь (рис. 21, средний и правый) или же край одной доски находит на другую. (*Д* на рис. 20 и рис. 21 — левый). Обшивка вгладь делается очень часто из двух слоев дерева с расположением планок под углом в 45° в одном слое относительно другого. Между слоями прокладывают иногда промасленную парусину. Если ставят один лишь слой вгладь, то необходимо сзади ставить стыковой брус (*Г* на рис. 21).

Для прочности нижней части корпуса, во избежание повреждения его изнутри, на шпангоуты накладывается *решетка* или *сплошной пол* из легких досок (*К* на рис. 20 и 21). Эти же решетки, сделанные лишь более прочно, служат как основание для двигателя внутреннего сгорания, когда он ставится в лодку.

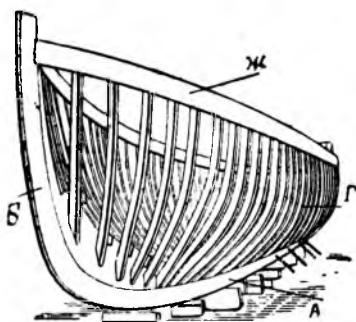


Рис. 22.

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

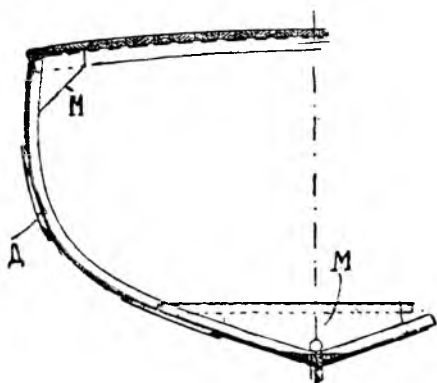


Рис. 23.

Рис. 23.—Корпус стальной лодки.— *М*, угольники для пола и поддерживающие палубу (соединяющие шпангоуты с бимсами) для придания корпусу большей прочности и для уменьшения дрожания. Обшивка *Д* чередуется: лист прикреплен к шпангоутам, а следующий лист приклепан краями сверху.

В таком случае она носит название фундамента; та часть, где двигатель не ставится, носит название флор (с англ. — пол).

К привальному брусу сверху прикрепляется палуба, лежащая на бимсах, а средняя часть палубы в моторных лодках небольшой величины оставляется обыкновенно открытой; лишь несколько прикрывается складным каркасом спереди, против брызг. Вокруг выреза обыкновенно ставят вертикальные планки небольшой высоты, также с целью защиты от заливания волной. Палуба иногда делается из узких дощечек соснового дерева, подобранных по цвету, и щели между ними заливаются смолой, иногда же покрывается парусиной, которая окрашивается.

Соединение частей между собой производится болтами и винтиками из латуни, а при более простой конструкции употребляются оцинкованные железные болты и такие же гвозди.

Сверху деревянные части покрываются лаком в несколько слоев или же, при более дешевых постройках, красятся масляной краской, для чего первоначально шпаклюются.

Дно ниже ватерлинии обшивается для соленой воды листами красной меди. Это способствует сохранению корпуса, предохраняет от нарастания ракушек и одновременно уменьшает трение о воду, и следовательно помогает достижению более значительных скоростей.

2.—Стальные лодки несколько отличаются системой постройки от только что перечисленных подробностей деревянного корпуса. Шпангоуты, выдерживающие одинаковое давление, как и деревянные, оказываются столь тонкими, что весь борт приобретает нежелательную гибкость; поэтому для укрепления корпуса ставят, как у киля, так и у привального бруса угольники *M* (рис. 23). На нижних угольниках лежит рама металлическая или деревянная, к которой и прикрепляется картер двигателя и все передаточные механизмы. Стальная обшивка очень часто делается не вгладь, а как показано на рис. 23, листы через один приклепываются сверху. Это упрощает работу, так как не надо в местах стыков подкладывать стальные пластины, заменяющие стыковые брусья в деревянных лодках, забранных вгладь.

Еще большая прочность корпуса достигается сплошными *поперечными перегородками*, которые служат для обеспечения непотопляемости лодки. Для последней цели число перегородок должно быть значительно, не менее 4-х в небольшой лодке и не менее 6-ти в лодке больших размеров. Так как перегородки препятствуют размещению кают и передвижению по длине корпуса, то приходится в больших лодках прорезать в них двери, что ослабляет их значение так же, как и сопротивление давлению воды.

В малых лодках предпочитают поэтому устраивать *воздушные ящики*, которые можно располагать под скамейками, а также на носу и в корме. Таким образом, практически они почти не занимают места. Конечно, лодка будет лишь держаться на поверхности воды, и действие двигателя продолжаться не может. Лодка сядет в воду почти до верха бортов, и кроме того в залитом состоянии теряет всякую остойчивость, ложится то на один бок, то на другой, и иногда стремится перевернуться совершенно килем вверх. Последнее происходит от слишком высокого расположения центра тяжести.

3.—Рулевое управление. Способность легко слушаться руля составляет одно из ценных качеств каждой лодки, в особенности, если она предназначена для быстрого движения.

Над управляемостью судов и лодок были произведены систематические испытания.

Выяснилось, что *руль действует наиболее сильно при повороте его плоскости от 35° до 45°*. Поэтому ошибаются те, кто ставит руль под углом в 90°, желая этим усилить его действие.

Если сделать математические вычисления, то оказывается, что наиболее выгодный угол 57° , что несколько расходится с практикой. Объяснение надо искать в том, что поворот руля в 57° действительно производит наиболее сильное действие в первые моменты своего поворота, но затем, вследствие сильного тормозящего действия руля быстрота передвижения лодки очень скоро уменьшается, а вместе с тем ослабляется и действие руля. Если же повернуть руль на меньший угол, например, на 40° , то действие его на повороте лодки достаточно сильно, а вместе

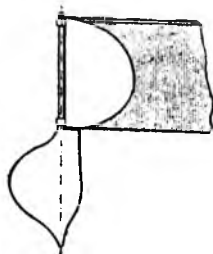
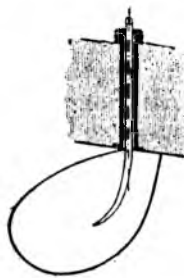


Рис. 24.



Рис. 25.

Рис. 24. — **Формы плоскостей руля, облегчающие усилие поворота.** Так называемые „компенсированные“, т.е. уравновешенные рули. Часть плоскости спереди оси вращения все же делается меньше, чтобы оставалась тяга руля, стремящаяся поставить его прямо.

Рис. 25.—**Легкий штурвал для моторной лодки, облегчающий поворот руля.** Прикрепляется обыкновенно к палубе у одного из бимсов или на маленьких лодках,—у борта.

с тем тормозящее значение не столь велико; лодка продолжает идти лишь несколько уменьшенным ходом. В результате поворот может быть сделан в меньший промежуток времени.

Если вернуться к математическим вычислениям, то руль, повернутый на 90° , совсем не должен бы действовать. Между тем, известно, что в таком положении руль действует не очень сильно, но все же действует. Такое разногласие с теорией объясняется очень просто. Теория разбирает лишь действие давления воды на площадь руля и при таком рассмотрении руль, повернутый на 90° , действительно не произведет бокового давления

и поворота, связанного с боковым давлением. Но есть и другое влияние руля — тормозящее значение, которое, будучи проявлено на одной стороне лодки, задерживает эту сторону, а другая вследствие инерции, поворачивает весь корпус лодки. Если же сделать плоскость руля, как то иногда и встречается (рис 24), расположенной по обеим сторонам оси поворота, то при угле в 90° действие руля будет очень слабо в отношении поворота, тормозящее же явление останется, а если бы устроить плоскость руля, расположенной совершенно симметрично, то при том же повороте руля замечалось бы только торможение, но никак не поворот лодки.

Формы руля, показанные на рис. 24, имеют целью уменьшить силу, потребную для поворота руля. Часть плоскости руля, расположенная впереди оси вращения, стремится повернуть еще больше, как только поворот начался, но так как эта часть плоскости меньше задней, то она лишь уменьшает силу, потребную для поворота остальной плоскости. В быстроходных лодках приходится, если не применено описанное устройство, прилагать значительные усилия для поворота руля и поэтому такое усовершенствование руля не маловажно.

Чтобы еще больше облегчить усилие поворота, на многих моторных лодках ставится *штурвал* (рис. 25), на барабане которого проходит тонкий стальной трос, или такая же цепь, а в маленьких лодках иногда пеньковый трос (хорошего качества).

В случае двух винтов, рулевое устройство усложняется, так как между винтами руль не может быть помещен. Приходится ставить его сбоку, а иногда для правильности действия ставят два руля.

Математическое объяснение действия руля применительно к рис. 26 помещено отдельно в выноске, внизу страницы ¹⁾.

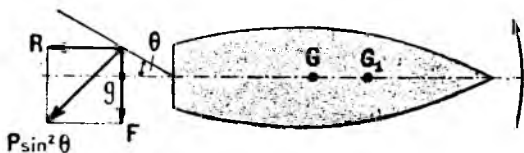


Рис. 26.— Математическое объяснение действия руля.— G , центр вращения лодки.— θ , угол поворота руля.— P , давление на плоскость руля, если руль повернуть на 90° .— $P \sin^2 \theta$, давление на плоскость руля в направлении, перпендикулярном плоскости.— F , одна из составляющих сил в направлении, перпендикулярном движению лодки.— g , центр давления на руль силы F , перенесенного на ось лодки.— R , составляющая сила в направлении обратном движению лодки (тормозящая сила).

¹⁾ Величина силы, с которой действует руль, вычисляется следующим образом. Если плоскость руля, величина которой считается известной, повернуть на некоторый угол θ (рис. 26) от первоначального положения, в котором руль не действует, то по законам физики, много раз проверенным и на опыте, давле-

При рулировании следует иметь в виду, что поворот корпуса лодки совершается не вокруг носа лодки, а вокруг некоторой точки G_1 (рис. 26), лежащей на оси, в расстоянии приблизительно $\frac{1}{3}$ части от носа. При выходе корпуса из воды, эта точка естественно приближается (G) к корме. Кормовая часть сначала приближается к тому предмету, который хотят обойти, и лишь затем начинает удаляться от него. Раз начавшийся поворот делается все круче и круче, что надо объяснить появлением инерции вращения лодки. По этой же причине, когда желают прекратить поворот и идти прямо, необходимо сначала несколько повернуть руль в обратную сторону.

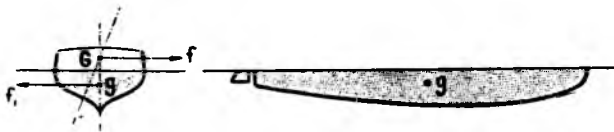


Рис. 27.—Влияние центробежной силы f , на повороте.— f_1 , сила давления воды на наружную сторону корпуса при повороте.— G , центр тяжести.— g , центр бокового давления воды на повороте. Влияние обеих сил стремится поставить ось лодки по направлению, показанному наклонной пунктирной линией.

Крутой поворот производит также наклон корпуса, довольно заметный на больших скоростях или когда центр тяжести расположен высоко. Сила f (рис. 27), изображает центробежную силу, приложенную к центру тяжести G , а сила f_1 , — боковое давление воды, развивающееся от поворота, приложенное к центру давления g . Как ясно из рис., получается пара сил, стремящаяся наклонить лодку. Вращающий момент увеличивается пропорционально расстоянию между означенными двумя центрами, а также, следуя закону физики, пропорционально квадрату скорости, и обратно пропорционально радиусу поворота. Этим объясняется, что гоночные моторные лодки, весьма устойчивые на средних скоростях, иногда во время гонок перевортываются на крутых поворотах.

ние на эту плоскость в направлении, перпендикулярном ей, выразится: $P \sin^2 \theta$, где P — давление воды на плоскость, когда она поставлена перпендикулярно к направлению движения. Эту силу разложим на две: R , действующую в направлении обратном движению и F , перпендикулярную линии движения, и эта последняя сила стремится повернуть корму лодки. Вращающий момент получается умножением расстояния точки g (пересечения силы F , с продолжением оси лодки) от G — центра вращения лодки, на силу F . В свою очередь сила F , представляет \cos силы $P \sin^2 \theta$ и выражается формулой $P \sin^2 \theta \cos \theta$, следовательно, поворачивающая сила равна 0 при 0° и при 90° , так как в первом случае первая тригонометрическая величина равна 0, а во втором случае — вторая. Наибольшее значение, это произведение тригонометрических величин получает при 57° . Повертывающее действие руля, замечаемое при повороте плоскости на 90° , объяснено в тексте.

Глава IV.

Затрата работы для передвижения по воде.

Сопrotивление водной среды: трение и раздвигание воды.— Сопrotивление воздушной среды.— Различные формы корпусов в зависимости от предполагаемой скорости.— Гидропланы.— Приспособления для преодоления сопротивления: винты, передаточные части; главный вал; дейдвудная труба.— Перемена вращения и шага винта.

Водный путь считается самым дешевым, когда нужно перевозить массовые грузы, допускающие небольшую скорость перемещения. Если довольствуются скоростью в 3—4 километра в час, то не только перевозка по железной дороге, или лошадьми, не может спорить с перевозкой по водному пути — каналу, но считают выгодным даже проводить каналы рядом с существующими уже железными дорогами, затрачивая на это дело большие средства. Так поступают во многих местностях в Англии и во Франции. В Англии не жалеют даже средств для проведения каналов для барок по насыпям и мостам для перехода через железнодорожную линию; иногда каналы проводят под железной дорогой в туннелях.

Известно, что 1-2 лошади тянут по каналу барку с грузом в десять тысяч пудов, а для перевозки того же груза по рельсам пришлось бы занять несколько вагонов с двигателями в несколько сот лошадиных сил. Для перевозки по обыкновенной дороге, пришлось бы затратить еще в несколько раз больше силы.

Но по мере увеличения скорости передвижения, это выгоднейшее свойство водного пути начинает сглаживаться и при некоторой скорости — около 30-40 верст в час, — переходит уже к способам передвижения по сухому пути, кроме случаев скольжения по воде — гидропланов.

Сопrotивление передвижению по поверхности воды состоит из трех главных частей:

А) Сопrotивление воздуха о надводные части корабля или лодки, изменяющееся по довольно сложным законам, но для сравнения с передвижением по земле менее важное, так как проявляется одинаково при всех способах передвижения. по земле, воде и воздуху, и будет поэтому рассмотрено после других.

Б) Трение воды о корпус, определяемое по простому расчету пропорциональности скорости, конечно, также в зависимости от свойств поверхности.

В) Сопротивление раздвиганию воды (инерция воды) в носовой части и **разница давления в носовой части и за кормой**. Этот вид сопротивления весьма трудно высчитать предварительно, так как он подвержен изменениям по весьма сложным законам, хотя почти исключительно в зависимости от скорости передвижения и, конечно, отдельно для каждой формы корпуса, и даже для каждой величины корпуса, хотя бы и подобной по форме. Этот вид сопротивления *чрезвычайно возрастает со скоростью*, и нужны особые ухищрения в постройке корпуса, чтобы противодействовать такому возрастанию. Именно этот вид сопротивления, превосходя при больших скоростях во много раз остальные два вида, *поглощает наибольшую часть работы*, затрачиваемой на водное передвижение. Он поэтому является наиболее важным и рассмотрен на первом месте.

1. — Сопротивление раздвиганию воды в носовой части и разница давления в носовой части и за кормой. Разница давлений на носовую часть и на кормовую, в направлении обратном одно другому, включает и сопротивление раздвигания воды, поэтому можно было бы рассматривать вместе эти величины; но эта разница изменяется вместе с изменением каждого из двух давлений, и в свою очередь давление на носовую часть лодки, связанное с сильным разбрасыванием воды, уменьшает полезное давление на кормовую часть. Таким образом, обе эти величины связаны, при чем вторая зависит в некоторой мере от первой.

Поэтому предварительно рассмотрено сопротивление вследствие *раздвигания или разбрасывания воды*. Чтобы корпус лодки мог пройти через определенные слои воды, нужно, чтобы вода была раздвинута на всю ширину корпуса или, точнее, на все водоизменение той части корпуса, водоизмещение которой, если рассматривать его по отдельным отсекам, все увеличивается. При той же ширине корпуса, но большей длине, раздвигание воды будет происходить в течение большего промежутка времени и, следовательно, с меньшей скоростью; если же длина части корпуса, представляющей клин, будет уменьшена, то при прочих равных условиях, время на раздвигание воды может оказаться столь мало, что появится уже, *вместо раздвигания воды, ее разбрасывание*. Сопротивление передней части корпуса возрастет в квадрате скорости раздвигания, т.-е. при одинаковой скорости передвижения по воде оно может оказаться в 4—10 раз большим. Более значительная разница обыкновенно не замечается, так как разница в длине переднего клина редко превосходит число 3 для одинаковой ширины корпуса.

Но если изменяется еще и скорость движения, то наибольшее и наименьшее сопротивления могут разниться в 100 и более раз.

При неровной поверхности воды, на волнах, разница будет еще больше, так как быстро движущийся корпус не успевает подниматься на волну, и встречает сопротивление воды временно на всем объеме не только подводной, но и надводной носовой части.

Связь между сопротивлением разбрасываемой воды и уменьшением давления за кормой заключается в том, что если вода отбрасывается от корпуса, а корпус короток и круто сходится на корме, то давление за кормой на корпус тем заметнее уменьшается.

На рис. 28 представлен тот случай, когда корма *С* имеет весьма округлую форму и вследствие этого сходящиеся струи не могут плотно облегать корму и произвести на нее непосредственно давление *b*, которое могло бы в значительной мере возместить сопротивление движению от давления воды на плавающее тело, испытываемое лодкой в передней половине корпуса.

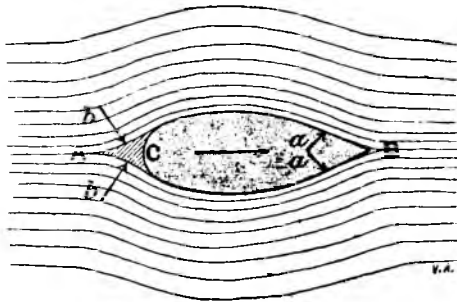


Рис. 28.—Схема сопротивлений передвижению лодки по воде. — *B*, нос лодки. — *a*, сопротивление раздвиганию воды и соединенное с ним давление воды, как на плавающее тело. — *С*, корма, быстро уходящая от сближающихся струй воды *b* и не получающая вследствие этого давления. — *A*, точка схождения струй, где начинается реброобразная волна.

Из этого можно бы заключить, что вредная для быстроты передвижения разница в давлениях могла бы быть в значительной мере и даже совершенно уничтожена. Действительно, в отношении к той части, которая вызывается явлением „гидростатическим“, т.е. зависящим исключительно от давления воды на погруженное в воду неподвижное тело, — возможно почти полное уничтожение разницы давления. В таком случае, чем быстрее передвижение лодки, тем острее должно бы быть образование носа и кормы, при чем для больших скоростей угол должен быть столь малым, что длина корпуса чрезмерно увеличилась бы и прочность его оказалась бы недостаточной. Длина должна бы превосходить ширину в 20 и более раз, между тем как прочный корпус не должен превосходить длиной 10-ти-кратную ширину. В маленьких лодках это отношение обыкновенно еще меньше, от 5 до 8. Поэтому, несмотря на применение формы двойного клина, о котором сказано раньше (рис. 15), угол схождения или что то же для этой формы корпуса — угол выхода кормы из воды допускается несколько более значительным, и разница гидростатического давления в небольшой степени все же остается. Если лодка сделана для меньших скоростей, и в ней получается

разница давления воды, не слишком заметная на нормальной скорости лодки, то эта разница давлений делается вдруг весьма значительной при превышении нормальной скорости. Как следствие из этого: лодка должна строиться для определенной нормальной скорости, и как носовое, так и кормовое образования должны быть рассчитаны для этой скорости.

Если кормовое образование и рассчитано правильно, а носовое слишком раскидывает воду, то, кроме увеличения уже ранее рассмотренного сопротивления инерции воды, получится увеличение разницы гидростатического давления, так как отброшенная



Рис. 29. —Кривые сопротивлений передвижению по воде для различного типа судов. Пунктирные линии —сопротивления, высчитанные по формулам; сплошные линии—сопротивления по данным опыта. *A*, для миноносца.—*B*, для большого контр-миноносца.—*C*, *D* для крейсеров различных водоизмещений и образований.—*E*, для грузового парохода.—Для крейсеров и грузовых пароходов разница столь значительна, что способ вычисления по формуле совершенно неприменим.

вода с еще большим запозданием будет заполнять пространство за кормой. В этом именно проявляется связь между двумя видами сопротивления; почему и целесообразно рассматривать оба эти сопротивления совместно.

Многие исследователи старались, соединив рассматриваемые два сопротивления совместно, вывести формулу, по которой можно было бы рассчитать сумму этих сопротивлений для каждого случая, имея данные для одной какой-либо скорости. Оказалось, что можно пользоваться формулой с большим или меньшим успехом лишь для лучших форм гоночных лодок и отчасти для миноносцев, построенных по тому же принципу. Для судов других видов, разница слишком велика. На рис. 29 даны кривые сопротивления, вычисленные по формулам (пунктирные линии) и оказавшиеся на самом деле (сплошные линии). Как видно, пунктир *A* и сплошная линия *A* в общем сходны и небольшое расхождение имеет даже некоторую пропорциональность

величинам, вычисленным по формуле. Эти линии относятся к минноносцу с корпусом, построенным по системе гоночных лодок. Линии *B* относятся к большому контр-миноносцу. Линии *C* и *D* относятся к крейсерам различного водоизмещения, и различных носовых и кормовых образований. Здесь расхождение между формулой и данными опыта столь значительны, что пользоваться формулой для сколько-нибудь значительных скоростей совершенно невозможно. Некоторая правильность в расхождении линий все же заметна. Ясен также момент начала значительных отступлений, который совпадает, повидимому, с появлением заметной разницы в гидростатическом давлении у носа и у кормы

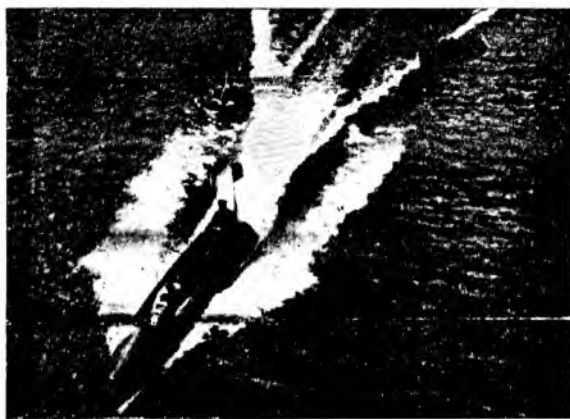


Рис. 30. Разбрасывание воды и период волны, совпадающей со временем прохода корпусом одной своей длины. Гонимая лодка на скорости 50 километров в час. Совпадение волны с кормой лодки несколько уменьшает разницу между гидростатическими давлениями у носа и у кормы.

Линии *E* относятся к обыкновенным грузовым пароходам и здесь, кроме еще большей величины расхождения линий, ясно вырисовывается колебание сопротивления. Подобные колебания заметны, хотя и с трудом, и в линиях *B*, *C*, *D*. Их появление должно быть отнесено к длине волны, появляющейся от разбрасывания воды носовой частью и, если период колебания волны совпадает с подходом кормовой части к тому месту, где волна началась, то общее сопротивление получится несколько меньше, чем при уменьшенной скорости передвижения; затем сопротивление будет быстро возрастать при малейшем увеличении скорости. На линии *E* этот период повторяется 3 раза.

Совпадение периода волны, образуемой носовой частью с моментом прохождения кормы видно на рис. 30. Гонимая лодка идет здесь со скоростью 50 километров в час. На рис. 31 видны волны, образуемые гидропланом на скорости в 60 километ

метров в час. Хотя гидроплан затрачивает меньше силы, но в нем не замечается схождения периода волны с быстротой прохождения корпуса, так как корпус короче и при своей скорости проходит весь раньше, чем волна опять поднимется. Следовательно меньшая затрата силы зависит здесь от уменьшенного водоизмещения в период быстрого хода.

На рис. 29 кривыми изображены суммы всех сопротивлений, но, как указано, главная часть составляется из рассматриваемых здесь двух видов.

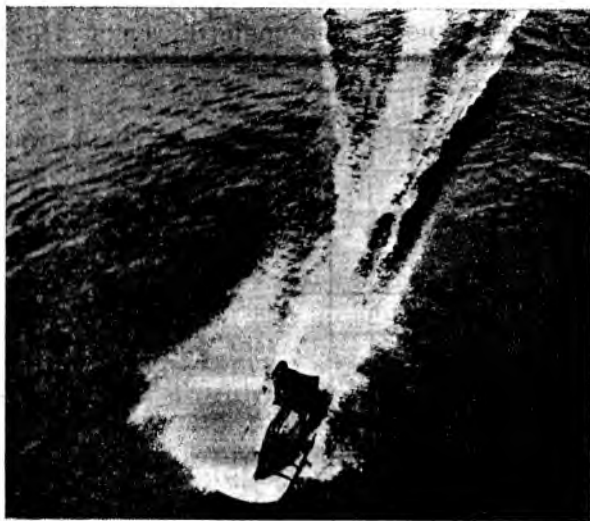


Рис. 31. — Гидроплан на скорости 60 км. в час. Период волны несколько отстает сравнительно со временем прохода длины корпуса. Уменьшенное сопротивление получается вследствие малого водоизмещения на больших скоростях.

Формула, по которой вычерчены пунктирные кривые, имеет вид KV^m , где K — коэффициент, зависящий от отношения длины к ширине и, отчасти, от водоизмещения, а V — представляет скорость в узлах. Показатель степени m зависит в значительной мере от носового образования и в еще большей степени от линий кормы.

Коэффициент K , принимается формулами в пределах от 1,2 (для очень длинных корпусов), до 2 (для корпусов укороченных, что обыкновенно совпадает с меньшим водоизмещением).

Показатель степени m , может изменяться в пределах от 6 до 2, при чем первая величина для больших углов расхождения, а для острых образований, особенности по системе двойного клина, можно брать 2 и даже несколько меньше. Хорошая гоночная лодка, несколько отступающая ради увеличения водоизмещения от формы двойного клина, соответствует величине 3. Разница показателе степени в таких широких пределах значительно понижает ценность любой формулы, так как выбор показателя в значительной мере произволен.

Формулы такого рода следует считать малоценными и, если опытных данных с каким-нибудь видом корпусов нет, лучше произвести опыт с умень-

шенную моделью, как теперь и принято во всех флотах и судостроительных верфях. Чтобы от малой модели перейти к большому видоизмещению, имеются формулы, из которых одна прежде всего показывает, при какой уменьшенной скорости следует испытывать модель, чтобы результаты могли быть сравнимы. Если v скорость, которую желательно придать кораблю или лодке, d — отношение величин модели и корпуса корабля, то скорость V , на которой следует испытывать модель, чтобы получить сравнимые явления, будет $v: \sqrt{d}$. Если же от другой произвольной скорости, при которой производилось одно испытание, переходить к другой скорости вычислением посредством приведенной выше формулы, то, как объяснено, данные теряют ценность вследствие произвольности величин вставляемых в формулу.

2. — Трение воды о корпус. Этот вид сопротивления передвижению лодки в зависимости от формы корпуса бывает меньше или больше первого вида сопротивления. При коротких

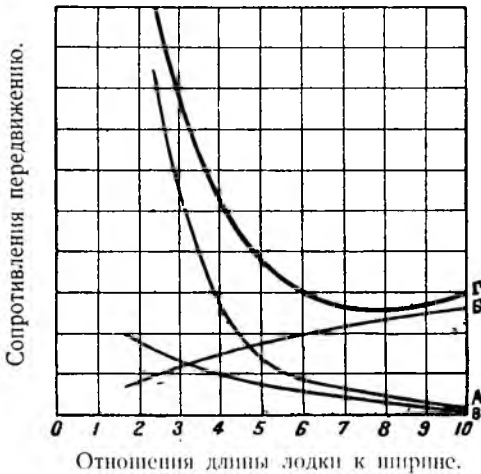


Рис. 32. Кривые отдельных сопротивлений передвижению лодки, при той же скорости, но в зависимости от отношения длины к ширине. — *A*, сопротивление разбрасывания воды и разница гидростатического давления. — *B*, сопротивление трения о воду. — *V*, сопротивление воздуха. — *Г*, сумма всех сопротивлений.

и широких корпусах трение мало, потому что скорость передвижения по необходимости мала. Можно считать, что при длине, превосходящей ширину лодки в 4,5 раза, и при достижимых с такими корпусами небольших скоростях, трение о воду приблизительно равно сопротивлению разбрасывания воды вместе с разницей гидростатического давления. При менее широких корпусах трение превосходит вышеуказанное сопротивление, так как в связи с таким устройством корпуса разбрасывание воды уменьшается, а трение, вследствие достигнутой значительной скорости, становится больше.

На рис. 32 графически изображены все отдельные виды сопротивления: разбрасывание воды вместе с гидростатическим давлением, трение о воду и сопротивление воздуха (кривые *A*, *B*, *V*). Сумма всех сопротивлений показана кривой *Г*.

Трение зависит, как от свойства поверхности подводной части, так и от величины поверхности и от скорости передвижения.

Свойство поверхности может изменять величину трения в отношении от 1 к 3. Так, напр., грубо обделанная поверхность дает в 3 раза больше трения, чем полированная металлическая; поверхность, покрытая жирным веществом, дает несколько больше трения сравнительно с металлической, а покрытая лаком еще несколько больше. В цифрах это выражается следующим: полированный металл 0,30; жирная поверхность — 0,37, покрытая лаком — от 0,41; грубо обделанная поверхность — 1.

Величина поверхности несколько меньше, при том же водоизмещении у широкой и короткой лодки, чем отчасти и объясняется малая величина трения коротких лодок на графике 32. Известно, что шар (или часть его) имеет наименьшую поверхность при том же объеме сравнительно с геометрическими телами других форм. Короткая и широкая лодка более подходит к форме отрезка шара, чем длинная, узкая. Для лодок быстроходных поверхность значительно изменяется на различных скоростях, вследствие выхода носовой части из воды. В общем, поверхность, по мере увеличения скорости, постепенно уменьшается. Скорость передвижения при том же давлении о воду влияла бы на увеличение трения в прямой пропорциональности, на самом же деле трение увеличивается быстрее, почти подходя к квадрату скорости. Это следует объяснить увеличением давления на воду передней частью корпуса, отчего и величина трения увеличивается больше, чем пропорционально скорости.

На рис. 32 все отдельные виды сопротивлений и сумма всех сопротивлений приведены к одной и той же скорости для корпусов различной формы; если же желают проследить постепенное возрастание суммы сопротивлений при различных скоростях, то нужно вернуться к рис. 29.

3.—Сопротивление воздуха. В зависимости от скорости передвижения находится и сопротивление воздуха, и, конечно, при больших скоростях сопротивление это будет значительнее, чем в тихоходных лодках, хотя и не в такой степени, как можно бы по первому представлению предположить. Корпуса гоночных лодок делаются уже, а также ниже, чем у лодок крейсерского типа, поверхность их делается более гладкой и по возможности снимаются всякие выдающиеся предметы. Таким образом препятствуют чрезмерному увеличению этого вида сопротивления.

Если же сравнивать сопротивление лодок крейсерского типа и гоночных при той же скорости, как то сделано на графике 32, то сопротивление воздуха оказывается все меньше и меньше, по мере перехода к быстроходному типу. Кривая *B* показывает, что для отношения длины к ширине 5 к 1 (крейсерский тип) сопротивление воздуха, по крайней мере в 3 раза больше, чем для отношения 10 к 1.

Можно бы подразделять сопротивление воздуха приблизительно так, как то было сделано выше при рассмотрении сопро-

тивления воды. Разница в том, что воздух более упруг, чем вода, и волнообразное движение раскидываемого воздуха появляется в значительно меньшей степени, а вследствие сжимания воздуха и разбрасывание его менее значительно. Затем *обтекание кормовой части гораздо более доступно для воздуха*, чем для воды, и форма надводной части кормы, дающая весьма малое вихревое движение воздуха сзади, была бы недостаточно еще пригодной для быстрого хода, если бы шла погруженной в воду. В конечном результате для сопротивления воздуха берут одну общую величину, заключающую в себе все отдельные виды сопротивления воздуха быстрому передвижению ¹⁾.

Корпус каждой лодки оканчивается спереди не плоскостью, а представляет клин более или менее острый; сопротивление воздуха вследствие этого также изменяется. По мере уменьшения угла встречи с воздухом, или что то же, по мере увеличения заостренности клина, сопротивление воздуха уменьшается весьма значительно и так, напр., при остроте клина в 60° составляет лишь 0,57 предыдущей формулы. Но очень малый угол встречи, когда клин очень острый, может опять повести к увеличению сопротивления, так как поверхность трения будет уже слишком велика. Кроме того, вес носовой части чрезмерно увеличивается, от чего приходится и подводную часть делать несколько шире; вообще увеличивается водоизмещение, а с ним и оба только что разобранные вида сопротивления воды. Сопротивление воздуха, взятое само по себе, также имеет наименьшую величину при некоторой остроте клина, обыкновенно весьма большой, но, из-за предыдущих соображений, доводить лодку до такой длины на практике невозможно.

Величина сопротивления делается значительной лишь при скоростях выше 40 кил. в час. Поэтому наибольшее значение этот вопрос имеет для гоночных лодок, но и для крейсерских лодок сопротивление воздуха может дойти до очень большой величины, если приходится идти против ветра. Тогда сумма передвижений воздуха и лодки при сколько-нибудь сильном встречном ветре превосходит обыкновенно 60 и даже 70 кил. в час.

В гоночных лодках все выдающиеся части прячутся внутрь закрытой части корпуса, а если над двигателем устраивается каркас, чтобы предохранить двигатель от заливания волной, то в таком случае каркасу придают вид продолжения конусообразно поднятой носовой палубы, что доводит сопротивление воздуха до наименьшей величины.

¹⁾ Оказалось возможным применять τ большей или меньшей точностью довольно простую формулу сопротивления. Для пластин, передвигающихся в направлении, перпендикулярном плоскости, формула будет KSV^2 , где K — коэффициент, принимаемый обыкновенно 0,074 для квадратных небольших пластин; S — площадь пластинки, выраженная в квадратных метрах, а V — скорость передвижения в метрах в 1 секунду.

4.—**Общая сумма сопротивлений.** Соединив каждое отдельное сопротивление для какой-либо скорости и для определенного отношения длины лодки к ширине ее, получают общую сумму сопротивлений, показанную графически буквой Γ , на рис. 32. Здесь сумма сопротивлений показана для одной определенной скорости; изменяется лишь отношение длины к ширине лодки. Если же желают выразить сумму всех сопротивлений какого-

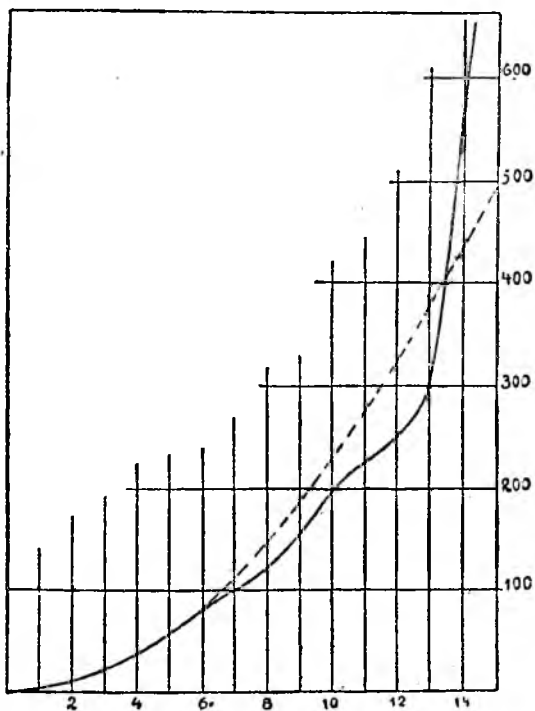


Рис. 33. — **Кривая суммы всех сопротивлений гоночной лодки** для различных скоростей в пределах от 1 до 15 метр. в сек. Сопротивление выражено в килограммах.

либо корабля или лодки для различных скоростей, то прибегают к способу, представленному на рис. 29.

Для гоночной лодки большой скорости дана отдельная кривая (рис. 33) для скоростей от 1 до 15 метров в секунду. Сумма сопротивлений растет довольно быстро и, начиная от 6 метров в секунду, увеличение идет несколько волнообразно, а при 13 метрах в секунду начинает расти чрезвычайно быстро, доходя на приращение скорости в 1 метр от 300 до 600 килограммов, т. е. увеличиваясь вдвое. Для этой лодки скорость 13 метров должна быть признана предельной, а что такая скорость имеется для каждой лодки, это ранее уже объяснено.

Для *определения мощности двигателя*, необходимого для передвижения лодки с желаемой скоростью, имеются, следовательно, достаточные данные, когда известна сумма всех сопротивлений для наибольшей скорости, которую желают достигнуть. Возвращаясь к рис. 33, и беря предельную скорость данной лодки в 13 метров в сек., что составит около 51 килом. в час, видим, что сумма сопротивлений равна 300 килограммов, а так как при 51 километр. в час, в 1 секунду приходится около 13 метров, то вся производимая в секунду работа равна 13×300 , т. е. 3.900 килограммометров. Чтобы узнать, сколько требуется для этого лошадиных сил, разделим на 75 и получим 52 л. с. А так как во всех передаточных механизмах и, главным образом, в винте имеется значительная потеря, а кроме того, нужен запас мощности двигателя для всякого вида добавочных механизмов, насосов, освещения и т. п., то мощность двигателя надо доводить до 60—70 л. с. Если же желательно достигнуть той же



Рис. 34. — Гоночная английская моторная лодка (*Непир*) на полном ходу. Несмотря на применение формы двойного клина, нос немного выходит из воды.

скорости и при встречном ветре и на волнении, хотя бы небольшим, а также иметь некоторый процент запаса мощности на случай ослабления тяги двигателя от изнашиваемости колец и клапанов, то нужно иметь еще запас в 25 — 30%, а практически принято брать двойную мощность двигателя против вычисленной по сумме сопротивлений, т. е. для данного случая 100 л. с.

Если же ограничиться скоростью в 8,5 метра в секунду, т. е. 34 кил. в час, то на основании того же графика и подобного предыдущему расчету, потребуется двигатель, мощностью лишь в 50 л. с., при чем остается и запас мощности. При скорости в 5,7 метров в сек., т. е. около 22 кил. в час, потребуется лишь 25 л. с., но тогда целесообразнее будет придать корпусу иное очертание, несколько приближающееся к крейсерскому, чтобы удобнее расположить двигатель, места для сидения и т. п. Если и получится некоторое уменьшение скорости, то оно будет сравнительно незначительно: вместо 22 кил. в час, будет, может быть, 19-20.

Приближенное определение больших и малых скоростей лодки делают обыкновенно весьма просто. Так как наибольшая скорость зависит от водоизмещения, а водоизмещение при одинаковом типе корпусов определяет и длину лодки, то связывают

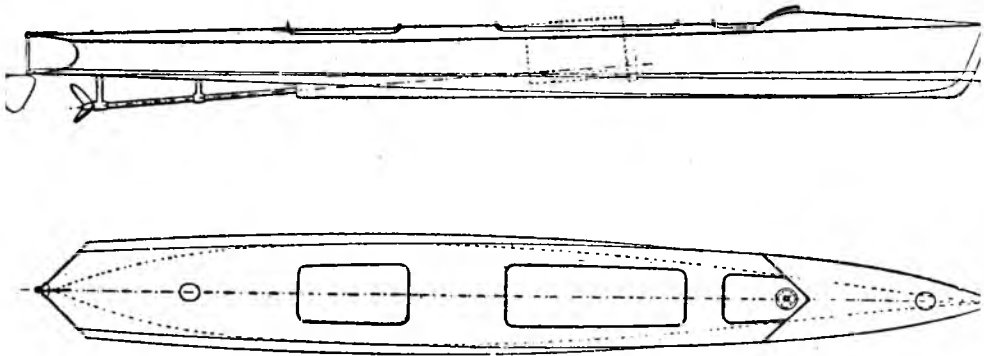


Рис. 35. — Большая гоночная моторная лодка в профиле и в плане. Применение формы двойного клина значительно сглаженной, в особенности в отношении формы ватерлинии у кормы (пунктир на нижнем рисунке).

понятие скорости с этой длиной. Быстрая лодка проходит приблизительно длину своего корпуса в одну секунду. Если проходит меньше длины корпуса, лодка считается средней по скорости, а если меньше половины корпуса, то — медленной. При проходе же больше 1 длины корпуса в сек., лодка считается очень быстрой.

Для корпусов крейсерского типа такое определение уже не подходит, так как при проходе половины длины корпуса в сек., крейсерская лодка должна уже считаться быстрой.

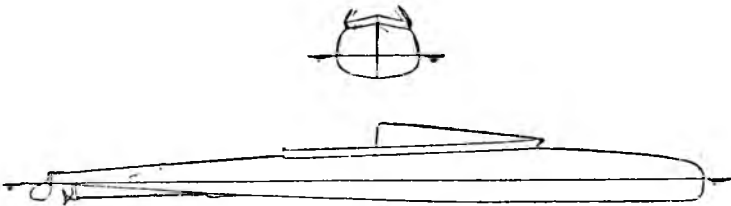


Рис. 36. — Форма быстроходной моторной лодки и с надводной частью корпуса, приспособленной для наименьшего сопротивления воздуха.

5.—Различные формы корпусов в зависимости от предполагаемой скорости. Не повторяя здесь всех данных выше объяснений, помещаем лишь несколько рисунков для лучшего представления разницы корпусов различных типов. Чистый тип гоночной лодки изображен на рис. 34 (фотография снята на пол-

ном ходу), а строение корпуса видно на рис. 35 и несколько видоизмененное на рис. 36. В последнем случае носовая часть понижена, дабы еще уменьшить сопротивление воздуха.

Стройные линии моторной гоночной лодки небольшой длины, всего 8 метр., видны на рис. 37.

Наибольшая скорость, достигаемая на гоночных моторных лодках даже с двигателями 400—500 сил, при длине корпуса около 15 метров, всего не выше 60 км в час.

Если желают получить еще большую скорость, то гоночные лодки, даже при форме двойного клина, не достигают цели, а приходится переходить к *гидропланам-„водоскользителям“* (рис. 38); еще два типа уже показаны на рис 18 и рис. 31, и на дальнейших страницах.



Рис. 37.— Наружный вид гоночной лодки небольших размеров, 8 метров, двигатель 24 л. с. Форма передней части корпуса приспособлена для наименьшего сопротивления не только воды, но и воздуха.

Также переходят к гидропланам, если желают достигнуть скорости около 50 километров, но с небольшими двигателями, и некоторые примеры дают понятие о *чрезвычайной экономии затраты силы*. Конструктором *Vonnemaison* был построен еще несколько лет тому назад гидроплан с двигателем в 9 л. с., развивавший 50 км в час, а гидроплан с несколько большим двигателем, названный *Ricochet-Nautilus*, развивал на спокойной воде до 70 км. Фотография, снятая с этого гидроплана в момент его спуска на воду, показана на рис. 38. Название *Ricochet* показывает, что этому типу лодок-гидропланов свойственно, как это и наблюдается в действительности, — рикошетировать, т. е. подпрыгивать на волнах.

Не следует смешивать эти водные, законно носящие свое название „гидропланы“ с аэропланами, поднимающимися с воды которые также, не вполне правильно носят название „гидропла-

нов". Они только „временные гидропланы“, когда поднимаются с воды, или садятся на воду.

Ведь „гидро“,—означает воду, а „план“—плоскость, и гидроплан,— это, следовательно, скользящая по воде наклонная плоскость, как аэроплан—плоскость скользящая по воздуху. Во Франции сделали уступку, и настоящие „гидропланы“ именуются иногда „гидроглицсерами“.

Сначала гидропланы были только спортивным инструментом, но так как на открытой воде они, по вышесказанному уже,— мало пригодны, то интерес к ним упал. Также и военно-морские сферы перестали ими интересоваться.

Но 12-15 лет тому назад, а в особенности после Европейской войны, многие страны, в том числе Франция, начали при-



Рис. 38. — Строение корпуса гидроплана небольших размеров с плоским дном, имеющим один выступ посередине. Рулей два, расположенных по бокам кормы. Винт отнесен далеко назад, чтобы углубить его.

менять гидропланы увеличенного размера, на реках своих колоний.

Значение получилось, и административное, и военное, и почтовое, и пассажирское, и исследовательское в мало известных водных путях.

Чтобы достигнуть проходимости по мелководью, водяной винт заменили воздушным аэропланнм винтом, а двигатель нет надобности ставить аэропланнй; автомобильный не перегружает большой гидроплан и более долговечен.

Большой *пассажирский гидроплан*, на 20 мест, достигает скорости более 70 верст в час, при двигателе в 100—120 л. с. На содержание водного пути по реке расхода почти никакого, и этот гидроплан пройдет по глубине в 20 см; когда не на ходу— надо добавить 10 см глубины. Кроме того, если будет постепенно увеличиваться размер гидроплана, вместе с применением большого

числа глубоко расположенных наклонных плоскостей, то может развиваться применение их для морских быстроходных судов, сначала небольшого, а по мере успеха и для более значительного водоизмещения. Для глубоко сидящих судов затруднение встретилось бы в том, что наклонные плоскости должны доходить до глубины приблизительно вдвое большей, чем глубина осадки корпуса, что затруднило бы вход судов во многие гавани, рассчитанные точно на глубину осадки существующих типов судов. Возможно впрочем сделать плоскости полуподъемными,— до глубины киля.

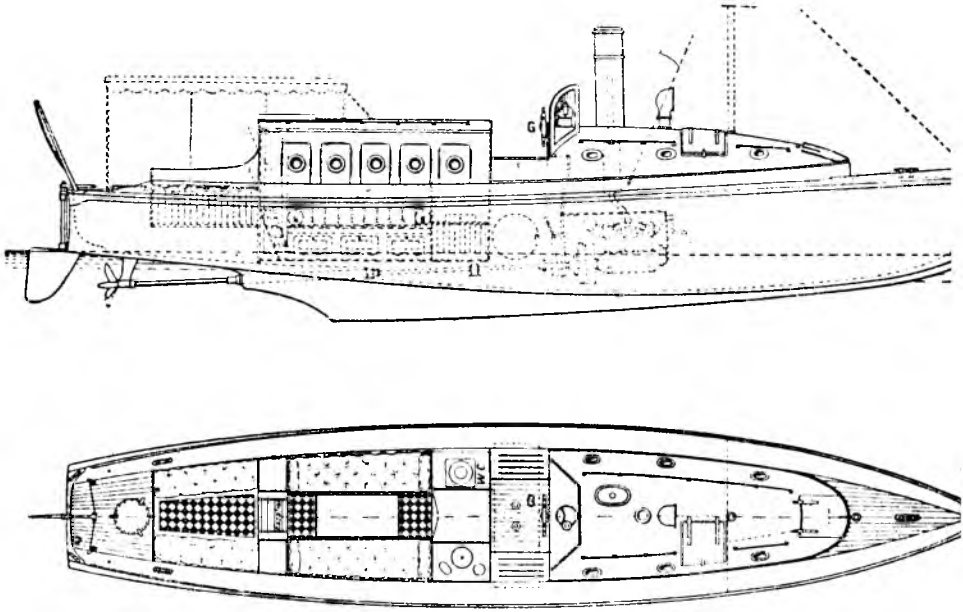


Рис. 39. Разрез по вертикальной продольной плоскости и план крейсерской, но сравнительно быстроходной лодки в 12 метров длины, пригодной для открытого моря. Как двигатель, так и каюты вполне защищены от волны. На корме имеется открытое отделение, на котором может быть натянут тент. Труба не необходима, но служит кроме выпуска отработавших газов еще и для очищения воздуха в машинном отделении. Вал двигателя расположен наклонно.

* * *

Для меньших скоростей, применяемых чаще всего в водном спорте, формы корпусов отчасти подражают гоночным, но отступления столь значительны, что иногда трудно определить, к какому типу, гоночному или крейсерскому, должна быть отнесена лодка. На рис. 39 показан чертеж сбоку и план моторной лодки несомненно крейсерского типа по общему оборудованию и расположению внутренних помещений. Между тем форма корпуса, хотя и несколько укороченная, если считать по наибольшей ширине,

несомненно имеет главные признаки формы двойного клина. Получается крейсерская лодка, пригодная для дальних плаваний, но вместе с тем превосходящая по скорости лодки с ровным килем, как напр., верхний чертеж на рис. 40. Средний и нижний чертежи, рис. 40 уже несколько приближаются к быстроходным лодкам, хотя перегруженная надводная часть показывает, что

Рис. 40. — Три вида крейсерских лодок.

Верхний чертеж — лодка с ровным килем, не приспособленным для особенно больших скоростей.

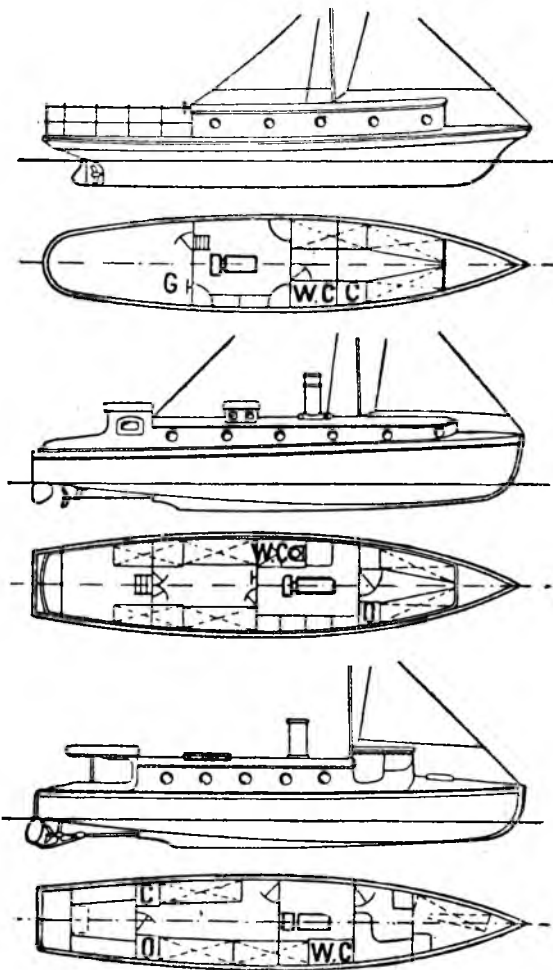
Средний чертеж — лодка, приближающаяся по форме подводной части к гоночным лодкам, хотя и большей относительной ширины.

Нижний чертеж — лодка такой же формы подводной части, как предыдущий чертеж, но меньшей ширины.

Вследствие меньшей относительной ширины лодки нижнего чертежа скорость получится несомненно большей при той же силе двигателя, но расположение кают менее удобное.

Вместо 6 диванов-коек, удалось разместить лишь 4, так как закрытая часть меньшей длины. Это связано опять же с меньшим водоизмещением корпуса и невозможностью нагрузить верхними надстройками и внутренним устройством в такой же мере,

как предыдущий.



в них не предполагалось достигнуть быстроты. Все 3 типа на рис. 40 имеют парусность и таким образом их крейсерское назначение еще более ясно.

Типов лодок весьма много и как величина, так и форма их и внутреннее оборудование изменяются в зависимости от того, для какой цели предназначена лодка, для спорта (гоночного), для

прогулок, для дальних переходов по открытой воде или, наконец, для лоцманского дела или в качестве рыболовного судна. Более подробно отдельные типы лодок рассмотрены в Гл. VI — „Типы и оборудование лодок“.

6. — Приспособления для передачи работы двигателя: винты и передаточные части. Работа двигателя должна быть передана на воду, как на единственное сравнительное неподвижное вещество вокруг лодки. В быстроходных гидропланах передают работу на воздушную среду, но это удобно только на реках и озерах с малым движением. При густом движении могут быть несчастные случаи при близком подходе одного к другому.

Водяной винт (рис. 41 и рис. 42) представляет применение наклонной плоскости. Так как точки винта находятся на различных расстояниях от центра, то угол наклона плоскостей винта

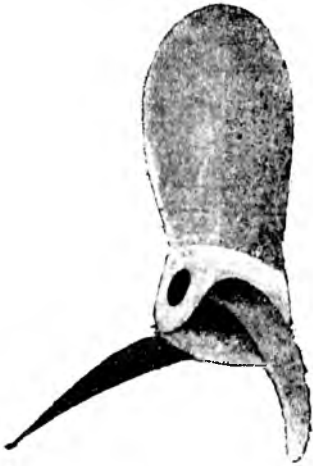


Рис. 41. — Вид трехлопастного винта

Нижняя лопасть, обращенная к зрителю кажется винтообразной. Происходит это от различного угла наклона отдельных частей лопасти в зависимости от удаления от центра.

также должен быть различен, чтобы вся поверхность лопастей могла работать в одном направлении. Если же сделать угол одинаковым, то концы плоскостей будут работать вперед, а части ближайшие к центру, будут давать на ходу лодки обратное давление. Различный наклон плоскостей ясно виден на рис. 41 и 42. Каждая лопасть представляется как бы повернутой винтообразно. Если же взять узкую полосу лопасти между двумя дугами круга с радиусами почти одинаковыми по величине, то этот отрезок представляется в иных системах совершенно неизогнутым. Проверка винтов после их изготовления и состоит в проверке наклона плоскостей в различных расстояниях от центра.

В некоторых системах винтов ближайшие к центру части делают неработающими, т. е. придают им такой угол наклона чтобы не получалось ни давление спереди, ни обратного давления во время движения лодки вперед с нормальной скоростью

Поступают так ввиду малого полезного коэффициента действия тех частей винта, которые работают под большим углом. Предпочитают отказаться от этой части работы, уменьшив тем самым и связанные с ближайшими к центру частями лопастей вредные сопротивления.

Так как действие винта представляет действие отдельных узких наклонных поверхностей, с различными их углами, то можно рассмотреть одну из этих воображаемых плоскостей. На рис. 43

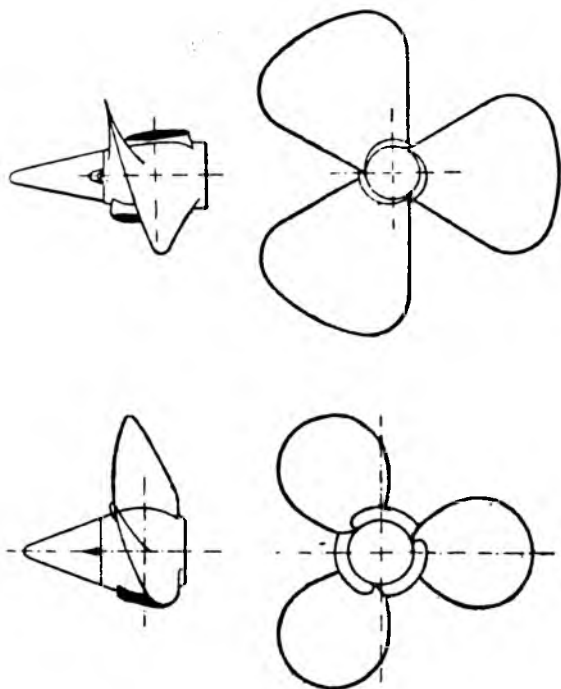


Рис. 42.—Два различных типа винта; верхний для средних скоростей вращения; нижний, для больших скоростей. В первом случае отношение шага по диаметру $0,97$, во втором — $0,89$. Отношение закрытой лопастью поверхности к площади круга: в первом случае — $0,56$ во втором — $0,45$. Теперь пробуют, с успехом, использовать всю площадь круга, ограничивая диаметр достижением наивыгоднейшего наклона у окружности спирали.

(левый черт.) показаны наибольший (α) и наименьший (α') углы наклона плоскостей по отношению оси винта. Возьмем часть поверхности винта с наименьшим углом встречи или, что то же, с наибольшим наклоном к оси винта. На правой чертеже сила давления воды N в направлении перпендикулярном плоскости винта, разложена по способу параллелограмма на две силы: P — в направлении движения лодки и R — в направлении перпендикулярном движению. Последняя сила является скручивающей пе-

редаточный вал и представляет бесполезную часть работы, тем большую в процентном отношении, чем больше угол встречи. Из этого между прочим, ясно, почему части винта вблизи оси, работающие под большим наклоном, дают большой процент потери работы. Далее трение о воду действует всегда в направлении трущейся поверхности, следовательно, по линии наклона лопастей винта и представляет, допустим, силу F , которую также можно разложить на силу r , которую можно соединить с силой R , и эта сила $R+r$ представит бесполезную потерю, работающую на скручивание вала. Вторая сила, на которую будет разложена F составит силу p в направлении, обратном движению лодки. Следовательно, ее надо вычесть из силы P . Сила $P-p$ представит полезную силу,двигающую лодку. Очевидно, что при увеличен

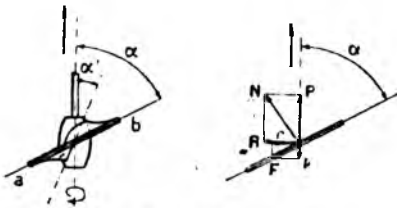


Рис. 43.

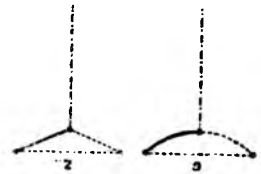


Рис. 44.

Рис. 43. — Силы, действующие при работе винта. — α и α — наименьший и наибольший угол наклона частей лопастей винта к оси. — a, b , часть лопасти с наибольшим наклоном (с наименьшим углом встречи). — N , сила сопротивления воды, разложенная на составляющие P и R . *Первая*, — в направлении движения лодки, *вторая*, — в перпендикулярном направлении; работает на скручивание. — F , сила трения, разложенная на r и p ; последняя уменьшает силу P .

Рис. 44. — Различные формы лопастей в разрезе. — 2, плоская форма. — 3, вогнутая форма.

ном наклоне плоскости винта увеличится, во-первых, сила F , а во-вторых больший процент ее представится в виде силы p , непосредственно уменьшающий полезное действие винта. Если делать угол наклона очень малым, то работа двигателя, уходящая на трение винта, увеличивается, и условия опять становятся невыгодными. Поэтому *существует наивыгоднейший угол наклона концов винта*, а остальные части лопастей должны иметь уменьшающийся наклон (увеличивающийся угол встречи), согласно расчету. Практически устанавливают желаемое отношение хода винта получаемого при одном целом обороте к диаметру круга, описанному концами лопастей. Это отношение принимают от 1 до 1,4. Для очень больших скоростей вращения отношение приходится уменьшать до 0,9 и даже до 0,8.

* * *

При постройке винтов различают отношение площади самих лопастей (проекции) ко всей площади круга, описываемого кон-

лами лопастей. В таком виде лопасти представлены на рис. 42 (верхний и нижний чертежи с правой стороны). Отношение это для винтов не очень быстро вращающихся составляет обыкновенно больше $0,5$. Для верхнего чертежа рис. 42, — оно равняется $0,6$. Для быстро вращающихся винтов отношение в большинстве случаев меньше $0,5$. Для нижнего чертежа рис. 42 — $0,45$. Для винтов с медленным вращением, не для гоночных лодок, берут обыкновенно отношение около $0,25 — 0,35$.

В постройке винтов частью пользуются расчетами и довольно сложными формулами, приводить которые здесь нет никакой возможности за недостатком места. Частью руководствуются опытными данными винтов прежних выпусков. Так, например, опытом установлено, что сила давления на винт N (рис. 43) пропорциональна квадрату расстояния от оси. Поэтому выгоднее увеличивать диаметр винта, а не плоскости лопастей. Однако, если место или другие обстоятельства не позволяют увеличить диаметр, то приходится придавать лопастям форму верхнего чертежа на рис. 42, где концы лопастей уширены; это в особенности применяется при малом числе оборотов винта.

В последнее время стараются использовать наиболее выгодный наклон лопастей на наибольшей площади. Для этого уширяют лопасть настолько, что она обходит вал больше, чем на целый оборот. опыты показали выгоду таких винтов.

Иногда работающая поверхность лопасти винта представляет не прямую линию в сечении, параллельном оси винта (точнее, на равном расстоянии от центра), а *вогнутую поверхность*. Оба эти виды показаны на рис. 44. Как и при постройке воздушных винтов, руководствуются тем, что вогнутая поверхность дает при той же площади большее сопротивление, а, следовательно, и больше полезной работы, так как величина силы F , (рис. 43), представляющей трение, остается в обоих случаях приблизительно одинаковой.

Задняя неработающая сторона лопасти делается выпуклой, что необходимо, во-1-х, для прочности лопасти, а затем для уменьшения вредных сопротивлений при передвижении лопастей в водной среде. Исследования Парсонса, который работал с быстроходными винтами, показали, что при слишком большой скорости лопастей образуется пустота с задней стороны их, от этого давление, производящее скручивание вала, увеличивается. явления во многом сходны с уменьшением давления за кормой лодки, но лишь выражаются более резко. Предельная скорость приблизительно от 3.000 до 5.000 метров в минуту. Последнее достижимо только для винтов с очень узкими лопастями и следовательно, очень тонкими, применяемыми при большой скорости вращения гребного вала.

Образуется также пустота у втулки, зависящая от разбрасывания воды под влиянием центробежной силы.

* * *

Для винтов существует также *предельная величина давления на единицу поверхности* лопасти. Обыкновенно принимается, что нельзя допускать давления более 0,7 килограмма, а в крайнем случае — 0,85 килограмма, на 1 кв. см. Эти цифры относятся к глубине 30 см. ниже уровня воды, и, следовательно, для больших лодок могут несколько измениться. Это явление отчасти связано с предыдущим и влечет также образование пустот с задней стороны лопастей. Вредное сопротивление растет в этом случае также от увеличения трения при большем давлении (сила F на рис. 43). Связь этих двух явлений заключается в том, что при одинаковом наклоне лопастей, но при увеличении скорости, давление увеличивается. Давление может увеличиться и от увеличения угла встречи, и, этим, между прочим, полагает предел увеличению такого угла.

* * *

Когда винт работает, он подвигает лодку вперед не на это расстояние, которое соответствовало бы полному шагу винта. Обыкновенно существует так наз., *скольжение винта* (или потеря), выражаемое в процентах числом 15 и до 20.

Существует еще потеря работы в винте, зависящая от трения воды и от *превращения части работы в живую силу, отбрасываемой назад воды*. Обыкновенно полезная отдача винта, с вычетом указанной потери, составляет от 70 до 75%, но по мере увеличения скольжения винта, полезная отдача уменьшается и может дойти до очень малой величины. Можно довести отдачу и до 0, если например, лодка работает на канатах у пристани. Тогда вся работа двигателя идет на придание воде, отбрасываемой назад, живой силы. Конечно, часть уходит на трение лопастей о воду и обращается в теплоту.

Винты, работающие в воздухе, являются обычными авиационными винтами, двух или четырех лопастными; большей частью деревянными и могут быть оклеены материей для уменьшения влияния сырости.

7. Гребной вал. Двигатель соединяется с винтом посредством гребного вала и при паровых машинах никаких промежуточных механизмов не применяется, так как паровая машина легко берет с места с нагрузкой, т. е. преодолевая сопротивление воды вращению винта.

В двигателях же внутреннего сгорания, где первоначально надо пустить его в ход без нагрузки, нужен *механизм разгону*. Для заднего хода нужен также особый механизм, т. е. двигатели внутреннего сгорания обыкновенно не могут работать в обратном направлении. В последнее время в двигателях значительной мощности применяют перемену вращения двигателя посредством перестановки распределительных кулачков. При

ходится пользоваться сжатым воздухом, чтобы быстро перевести работу из одного направления в другое. Есть впрочем системы, где кулачки переставляются на ходу, и при навыке механика, двигатель, получив обратный удар, приобретает вращение в другую сторону.

В большинстве лодок применяют для заднего хода или зубчатые механизмы перемены передач, или же поворотные лопасти. Последний способ особенно рекомендуется для маленьких лодок с двигателями не более 20-25 л. с. При больших мощностях поворотные лопасти иногда не выдерживают.

8. — **Поворотные лопасти** устраиваются каждая отдельно и могут поворачиваться на некоторый сравнительно небольшой угол в шаре, которым оканчивается гребной вал. Внутри гребного

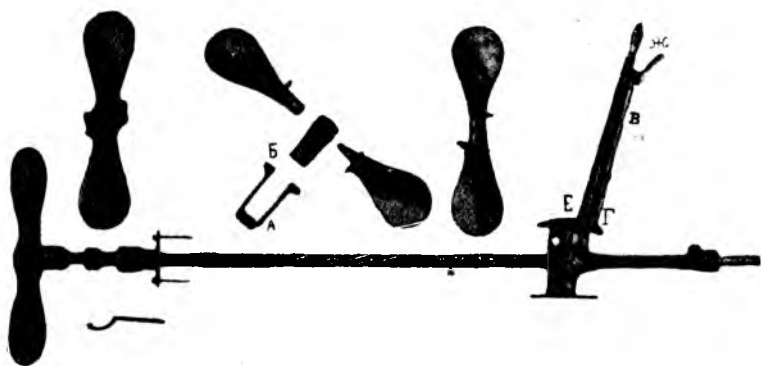


Рис. 45. — **Двухлопастный винт с поворотными лопастями.** При том же направлении вращения получается как передний, так и задний ход и безразличное положение. Передвижением рычага Г по сектору можно устанавливать также различный наклон лопастей. — Е, сектор, за который захватывает защелка Г. — Ж, ручка, освобождающая защелку. — А, передвижная вилка с выступами Б на концах, сцепляющимися с ушками у основания лопастей.

вала проходит стержень, своими ушками или выступами захватывающий выступы или прорезы в дисках, которыми оканчиваются лопасти внутри шара. Все затруднение в том, что при небольшом рычаге приходится поворачивать лопасть, на которую производится в это время (если винт работает) довольно большое давление. Затем ломающее усилие очень велико, и чтобы несколько противодействовать ему, в двухлопастных винтах иногда соединяют стержни, которыми лопасти оканчиваются, один с другим, как показано на рис. 45. В таком случае ломающее усилие будет менее заметно для механизма, так как давление на обе лопасти в этом отношении взаимно уничтожается. Конечно, самое соединение стержней лопастей должно быть надежно. Как показано на этом рис., оно состоит из более тонкого стержня на одной из лопастей, с нарезкой на конце, и все это завинчи-

вается внутрь более толстого стержня, оставленного на другой лопасти. Зато, при этой системе, тяги для передвижения не могут быть скрыты внутри втулки винта. Стержень проходит в гребном валу, но вблизи винта он оканчивается и соединяется с вилкой *А*,двигающейся в прорезе гребного вала. Концы *Б* этой вилки захватывают за выступы (ушки) у основания лопастей. Сопротивление воды от вращения вилки здесь несколько больше, чем когда втулка оканчивается гладким шаром, в котором весь механизм скрыт. Если лопастей 3 или более, то применить эту систему соединения лопастей уже нельзя. Здесь также возможно применить наружную вилку (тройную) (*А* на рис. 46), но в таком случае сопротивление воды при вращении втулки винта значительно увеличивается. Преимуществом может считаться

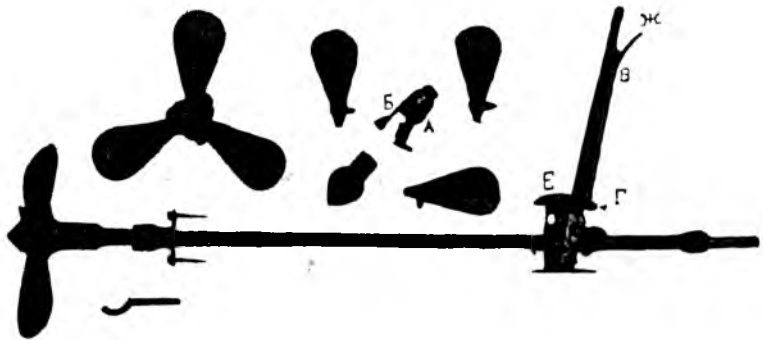


Рис. 46. — Трехлопастный винт с поворотными лопастями и с наружной вилкой *А*, производящей поворот лопастей. Остальные буквы объяснены на предыдущем рис.

удобство в разборке винта и возможность быстрой замены испорченных лопастей или других частей винта. Поворот лопастей винта производится передвижением рычага *В* (рис. 45 и 46) который посредством собачки *Г* может быть удерживаем в любом положении. Если зубцы на секторе *Е* расположены частями то как работа винта вперед, так и тяга винта в обратном направлении может получаться при 25—40 различных положениях, по числу зубцов половины сектора. На средних зубцах винт не будет давать полезной работы ни вперед, ни назад, будет лишь бурлить и разбрасывать воду.

Среднее положение требует несколько меньшей затрат работы и, следовательно, двигатель приобретает большее число оборотов, если не уменьшать газ. Это представляет даже некоторое удобство, так как при переводе с переднего хода назад или наоборот, получается в маховике и лопастях винта запас инерции, полезный для преодоления увеличенного сопротивления. Когда винт работает в обратную сторону, а лодка продолжает идти вперед, то сила обратного давления на винт будет больше

Запас инерции маховика и лопастей будет полезен для первых секунд обратной работы винта, именно в самых тяжелых условиях. Увеличение числа оборотов определит также безразличное положение лопастей; хотя это положение и может быть отмечено на секторе, но при продолжительной работе оно может сдвинуться в ту или другую сторону вследствие истирания соединений лопастей с вилкой, а в особенности муфты у переводного рычага *В*. Когда желают переставить лопасти, то предварительно нажимают рукоятку *Ж*, чем освобождается собачка *Г*.

Внутреннее устройство втулки винта с двумя поворотными лопастями, при чем вилка, служащая для поворота лопастей, не

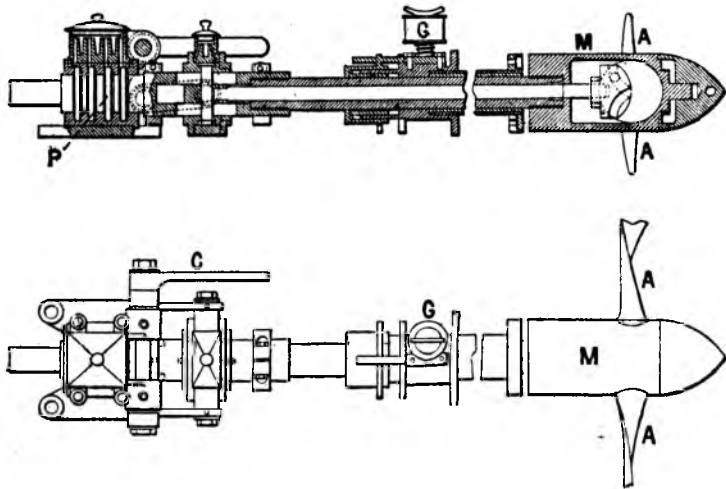


Рис. 47. — Винт с поворотными лопастями *А* и гребной вал с приспособлениями для поворота лопастей. — *М*, втулка винта, заключающая механизм для поворота лопастей. — *Р*, упорный кольцевой подшипник. Кольца расположены в ряд для распределения давления. — *Г*, штауфер для смазки направляющего сплошного подшипника. — *С*, рычаг для поворота лопастей.

выходит наружу, — показана на рис. 47. Там же виден упорный кольцевой подшипник *Р* и направляющий сплошной подшипник *Г*.

Несмотря на все удобство винтов с поворотными лопастями, конструкторы стараются избегать их при сколько-нибудь значительных двигателях, и рис. 47 дает еще добавочное объяснение этого стремления. Несмотря на сравнительно большой диаметр втулки, выступ на внутреннем диске, которым лопасть удерживается, находится ближе к центру, чем края диска. Толщина его также мала. В виду значительного сопротивления повороту лопастей, выступ будет при таких условиях быстро срабатываться, тем более, что он отливается из бронзы вместе с лопастью.

Затем направляющие прорезы, в кулачке которого оканчивается внутренний стержень, будут разрабатываться, и появится движение лопастей на ходу. Угол наклона лопастей может при этом получаться различный.

Эти причины также заставляют конструкторов ставить на сильных двигателях всегда винты с неповоротными лопастями, отказываясь от поворотных лопастей даже при небольшой мощности двигателя, если предполагается пользоваться лодкой часами для продолжительной непрерывной работы. Во всех этих случаях приходится ставить механизм перемены хода.

Все устройство винта с поворотными лопастями 1, со

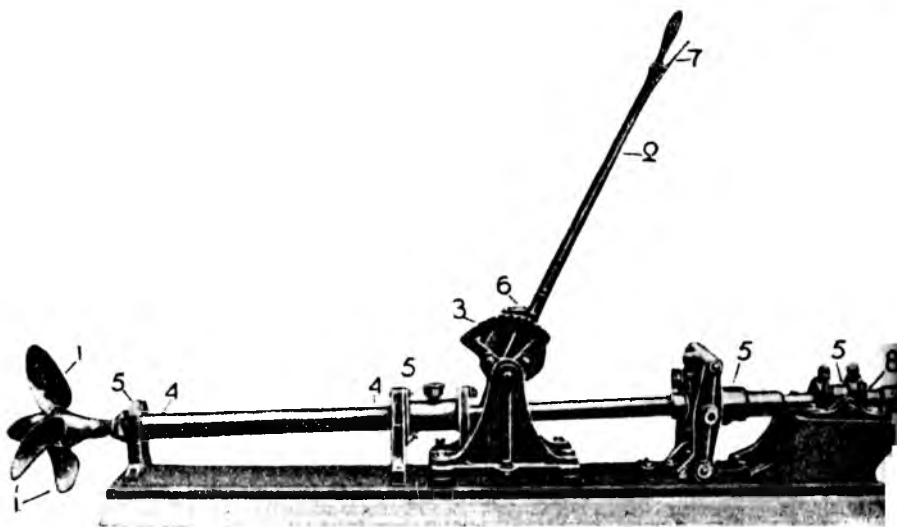


Рис. 47-а. Винт с поворотными лопастями 1, с валом 8, и с подшипниками 5—5, направляющими и упорными.—4 и до 4, уширенная часть длины вала, для пропуска внутри тяг, поворачивающих лопасти.—2, рычаг для перестановки лопастей, устанавливаемый по зарубкам 3 сектора, посредством собачки 6 и вспомогательной ручки 7.

местно с гребным валом и с рычагом 2 для изменения положения лопастей, — показано на рис. 47-а.

Зубчатый сектор 3 позволяет устанавливать рычаг в то или иное положение, соответствующем работе лопастей вперед, назад, или на нейтральном положении, — при котором лопасти только бурлят воду. Возможны и промежуточные положения с уменьшением шага винта.

Части длины вала между цифр 4 и 4 придан большой наружный диаметр, так как внутри должны проходить тяги рычага к лопастям. Рычаг действует не прямо на концы тяг, чтобы было невозможно при вращении вала, и при неподвижном

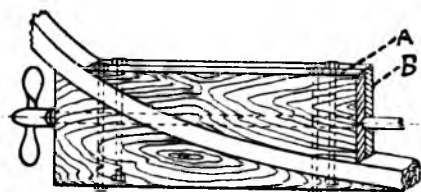
конец рычага, — а передвигает посредством вилки кольцо, вращающееся вместе с валом, и могущее скользить по его длине. С кольцом соединены концы тяг.

Подшипники 5 — 5 являются направляющими и упорными.

Если винт не имеет поворотных лопастей, то, кроме случаев двигателя с обратным ходом, необходим механизм для перемены вращения. Обыкновенно этот механизм соединяет в себе и механизм расцепления. Некоторые образцы таких механизмов объяснены в дальнейшем изложении (рис. 50 — 55).

Гребной вал при выходе из корпуса лодки проходит через так называемую *дейдвудную трубу*, которая содержит в себе сальник, препятствующий просачиванию воды внутрь корпуса. Сальник представляет собою коробку из мягкого белого металла, или из специальных сортов твердого дерева и заключает в себе жировые вещества, которые время от времени пополняют изнутри корпуса. Если винт отстоит очень далеко от корпуса, то устраивают еще вынесенный на контрфорсах опорный подшипник, в котором обходятся без смазки, так как он делается несколько

Рис. 48. — Дейдвудная труба простейшего типа из двух пластин твердого дерева А и В, скрепленных болтами с ахтерштевнем.



большого диаметра, чем вал, а вода, как известно, также может служить как смазывающее вещество*).

Название „дейдвудная“ труба взято с английского. Происхождение этого названия может быть объяснено рис. 48, где показано устройство дейдвудной трубы простейшего вида и ныне применяемого в маленьких лодках. Две пластины дерева твердой породы (АВ) скрепляются вместе и по средней линии их соединения просверливается отверстие для гребного вала. Такая коробка скрепляется болтами с килем или отделяющейся от киля кормовой частью (ахтерштевнем) посредством болтов, показанных на рисунке. Достаточно пригнуть величину отверстия точно по диаметру вала, так чтобы вал шел с легким трением и промазать все салом или густым жиром, и тем воспрепятствовать проходу воды вокруг гребного вала. Такая простейшая система в сколько-нибудь больших лодках теперь не употребляется, так как вызывает значительное трение и трудно менять набивку.

Для передачи работы винга на корпус лодки, необходимо иметь *упорные подшипники*, которые делаются или гладкими кольцевыми (рис. 49), или шариковыми.

*) Рисунок помещен в главе ...„оборудование Лодки“ (рис. 83 — А).

Существуют еще винты „переносные“, соединенные вместе с двигателем в одну группу, легко прикрепляемую к борту лодки; об этих системах сказано в гл. VI-ой.

9. Механизмы перемены вращения. Пускать в ход лодочный двигатель можно и не разобрав винта, но чем больше мощность

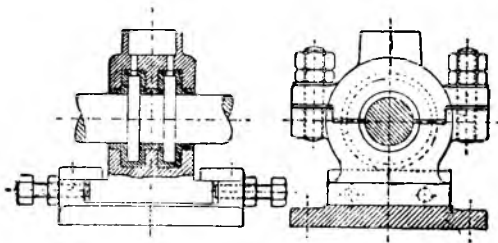
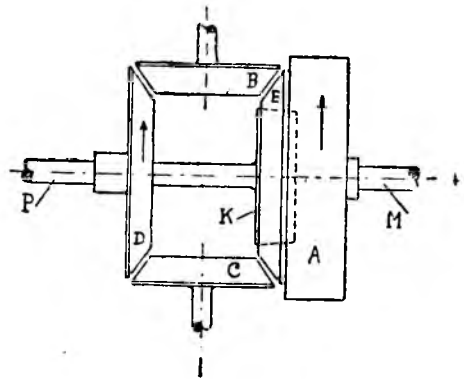


Рис. 49. — Кольцевой упорный подшипник на гребном валу для передачи работы винта. Слева — разрез по длине оси вала; справа — поперек оси

двигателя, а, следовательно, и величина лопастей винта, тем желательнее иметь разобщение, чтобы облегчить пуск. Так как с другой стороны в большинстве механизмов перемены вращения устроено приспособление для остановки работы винта, без необходимости останавливать двигатель, то механизмы разобщения и перемены хода удобнее рассматривать вместе.

Все существующие механизмы перемены хода можно разделить на три группы: *А)* со сцеплением лишь посредством трения без применения зубчаток, *Б)* с применением трения и конических зубчаток по принципу дифференциального механизма, а иногда так наз. планетарных зубчаток, *В)* с применением только зубчаток, входящих в сцепление и расцепление совершенно сходно с действием коробки перемены передач в автомобиле,

Рис. 50. Механизм перемены вращения, позволяющий разобщать двигатель от винта. — *А* маховик на коленчатом валу *М*, скрепленный с конусом *Е*. — *К*, конус соединения двигателя с гребным валом *Р*. — *Д*, конус, насаженный на гребном валу. — *В* и *С*, конуса, вращающиеся в неподвижно укрепленных подшипниках и производящие перемену направления вращения во время сцепления с конусами *Д* и *Е*.

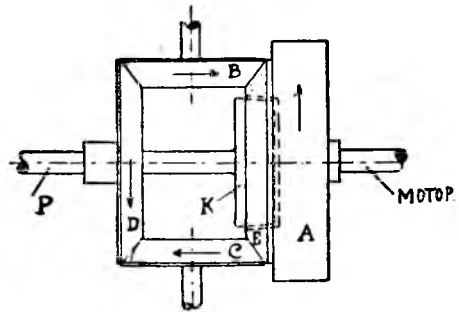


Г) и наконец с применением электрической передачи работы, иногда с добавлением аккумуляторов.

А. Приборы первого рода, где действует только трение, основаны на следующем. Главный вал двигателя *М* (рис. 50), снабженный маховиком *А*, вращает присоединенный к нему конус

Внутри этого конуса обточен другой конус *K*, который, будучи вдвинут в маховик, производит сцепление с гребным валом и винтом. Получается прямое вращение, при чем конуса *B* и *C* не должны касаться ни конуса *D*, ни конуса *E*. Если конус *K*

Рис. 51. — Положение механизма перемены вращения, при котором получается обратный ход винта. Конуса *B* и *C* передают вращение от конуса *E* на конус *D*. Конус сцепления *K* отодвинут от маховика *A*. Остальные буквы объяснены на предыдущем рисунке.



отодвинуть, получается разобщение. Когда, не вдвигая конуса *K*, придвинуть конуса *B* и *C* к двум другим конусам, то произойдет сцепление и конус, *D*, а с ним и ось *P* (гребной вал), получит вращение обратное относительно маховика двигателя. Это положение показано на рис. 51. Конуса *B* и *C* должны вращаться в подшипниках, остающихся неподвижными, т. е. подшипники

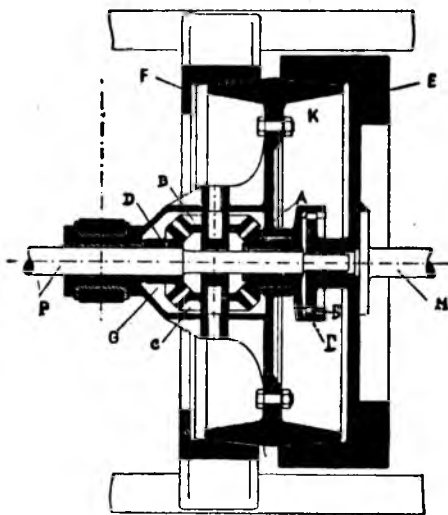


Рис. 52. — Механизм перемены вращения, с применением конических зубчаток и тормозных поверхностей. Дает передний и задний ход и промежуточное положение — разобщение. — *E*, маховик двигателя на конце коленчатого вала *M*. — *A*, коническая зубчатка, соединенная с валом двигателя. — *G*, коробка, могущая вращаться вокруг оси и соединенная с внутренним маховиком *K*. — *B* и *C*, конические зубчатки, вращающиеся на пальцах, укрепленных в коробке *G*. — *D*, четвертая коническая зубчатка, насаженная на конце гребного вала *P*. — *F*, тормоз, в который вдвигается внутренний маховик *K* для получения обратного вращения гребного вала.

должны быть прикреплены к основанию механизма, или к фундаменту лодки.

Б. Механизмы перемены вращения с применением зубчаток основаны чаще всего на том же принципе, как и применение

конусов. Разница лишь в том, что очень опасно для долговечности зубцов вводить их в сцепление посредством приближения одних зубцов к другим. Поэтому зубчатки должны всегда быть в сцеплении, а оси конических зубчаток *B* и *C* (применительно к рис. 51) должны, если работа этими зубчатками не передается вращаться вместе со всем механизмом. Остановка осей для получения заднего хода получается посредством торможения бандажом или конусом. Оси вставлены в коробку, в которую вставлен и весь механизм. С такими изменениями механизм перемены вращения принимает вид, как показано на рис. 52.

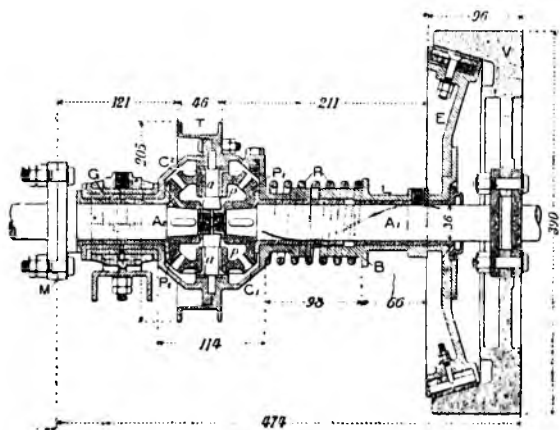


Рис. 53. — Механизм перемены вращения и разобщения двигателя от винта (гребного вала). — *V*, маховик. — *E*, конус сцепления. — *A*₁, продолжение главного вала двигателя. — *A*₂, продолжение гребного вала. — *B*, цилиндрическая насадка конуса, передающая вращение коробке *C*₁*C*₂. — *T*, тормозный барабан. — *P*₁, *P*₂, конические зубчатки, насаженные на концах валов *A*₁, *A*₂. — *p*, конические зубчатки, свободно вращающиеся на пальцах *a*, укрепленных в коробке механизма (сателлиты). — *M*, диск сцепления механизма с гребным валом. — Размеры даны в миллиметрах

Торможение получается вдвиганием внутреннего маховика *K* (барабана) в тормозную поверхность *F*, которая неподвижно прикреплена к фундаменту двигателя. Таким образом передвижной частью является весь барабан *K* с находящейся в центре его коробкой *G*, в которой и помещаются все 4 зубчатки. При среднем положении барабана, когда он не касается ни маховика *E*, ни тормозной поверхности *F*, получается разобщение. Барабан продолжает вращаться с половинной скоростью, но работа на гребной вал не передается. В крайнем случае винт может вращаться с какой-либо незначительной скоростью, 5—10 оборотов в минуту, если лодка стоит на месте. На ходу винт будет вращаться приблизительно со скоростью, соответствующей отношению скорости лодки к шагу винта, опять же не произ-

водя заметной по величине работы. Чтобы передвижение барабана и внутреннего механизма было возможно, зубчатка *Б* сцеплена с барабаном *Г*, внутренние зубцы которого имеют запас ширины, сообразно расстоянию, на которое барабан передвигается.

На рис. 52 механизм изображен схематически, а на самом деле коробка, содержащая конические зубчатки, отодвигается от маховика для удобства разборки, и во избежание нагревания частей, когда они собраны вместе в тесном пространстве.

Механизм с таким расположением показан на рис. 53. Сцепление маховика *V* с конусом *Е* производится посредством пружины *R*. Коробка несколько отнесена в сторону, а тормозная

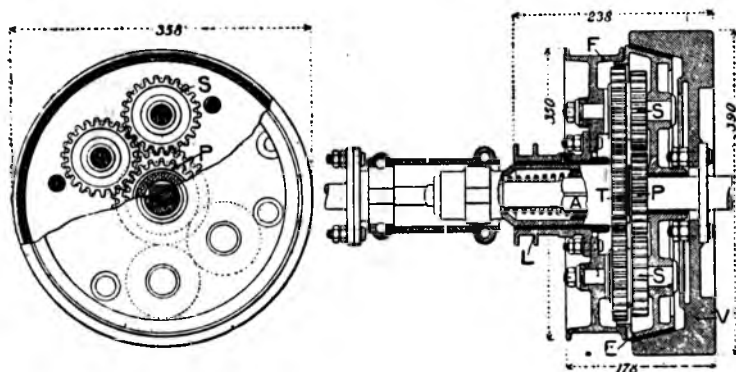


Рис. 54. — Механизм перемены вращения и разобщения двигателя от винта — с цилиндрическими зубчатками вместо конических. Механизм допускает уменьшение числа оборотов винта сравнительно с двигателем при обратном вращении. — *V* маховик двигателя. — *Е*, конус сцепления. — *P*, зубчатка насаженная на конце коленчатого вала двигателя. — *S*, зубчатка на промежуточной оси, вращающаяся лишь при заторможении барабана *F* и одновременном освобождении конуса *Е*. — *T*, зубчатка на конце гребного вала. — *A*, квадрат, допускающий отодвигание конуса посредством закраин втулки *L*. — Кроме обратного вращения, получается уменьшение числа оборотов винта при обратном ходе. (Сист. *Демаре-Моран*).

поверхность имеет меньший диаметр, чем маховик. В остальном действие механизма одинаково, но для получения заднего хода, нужно как выдвинуть конус *Е* из маховика, так и затормозить барабан *T*. На предыдущем рисунке оба эти действия производятся проще — одним лишь передвижением внутреннего барабана.

Видоизменений подобных механизмов очень много. Каждая фабрика составляет механизм по своим расчетам, но все механизмы с применением коробки дифференциала столь сходны по своему устройству, что знакомый с одним из таких механизмов, разберется и во всяком другом.

Если применены планетарные зубчатки (рис. 54), то кажущееся изменение принципов устройства механизмов зависит от того, что одна коническая зубчатка заменена здесь двумя цилиндрическими (S), в остальном механизм тот же самый. Он обыкновенно помещается ближе к маховику, так как диаметр его значительно больше, чем с коническими зубчатками. Передний ход получается, когда конус E вдвинут в маховик, а барабан F не заторможен. Разобшение — когда конус выдвинут из маховика, а задний ход, — когда при этом барабан F заторможен.

Преимуществом этого механизма может считаться больший диаметр барабана и большое расстояние осей промежуточных зубчаток от центра. Замена зубчаток в случае порчи также более



Рис. 54-а. **Внутренний вид механизма для изменения вращения гребного вала** вперед или назад, по системе дифференциального механизма. 5335, — ведущая зубчатка на конце главного вала двигателя, закрепленная гайкой 5337 с шайбой 5338. — 5339 и 5341 зубчатки дифференциального механизма-спутники, — три пары, из них три зубчатки двойных. — Крышка механизма и зубчатка на гребном валу — сняты.

доступна, так как цилиндрическую зубчатку может сносно выполнить каждая мастерская, а для надежного и правильного изготовления конических зубчаток нужны очень дорогие станки. Таких станков не имеется даже у многих больших мастерских.

Применение цилиндрических зубчаток позволяет получить не только обратное вращение, но и изменение числа оборотов. Здесь применено уменьшение числа оборотов, так как сопротивление обратному вращению винта, пока движение лодки вперед еще не прекратилось, несколько больше нормального. Изменение достигается посредством соответственного подбора диаметров зубчаток P и T , как видно из рисунка.

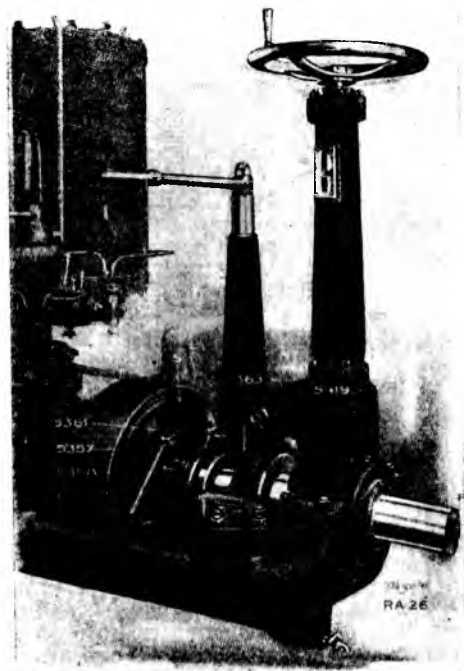
Механизм перемены направления вращения винта системы сходной с рис. 54, показан на рис. 54-а. В нем яснее видно расположение вспомогательных зубчаток. Это конструкция шведского завода *Хольмквист* и предназначена для тяжелых малооборотных

двигателей для больших моторных лодок, напр. для рыболовных судов с палубой.

На конце главного вала двигателя насажена зубчатка 5335, сцепляющаяся с тремя малыми зубчатками-сателлитами 5339, а те в свою очередь сцепляются с тремя зубчатками 5341, посредством других несколько меньших зубчаток, скрепленных с ними. А уже эти зубчатки 5341 сцепляются с зубчаткой гребного вала, снятой с места на рис. 54-а.

Отличие от предыдущего рис. глазным образом в системе

Рис. 54-б. — Способ управления сцеплением двигателя с валом и переменной направления вращения винта. При неповоротных лопастях все управление достигается только одним рычагом — на низкой колонке. Высокая колонка служит для поворота лопастей посредством втулки 5419.— 5363, передвижная втулка, действующая посредством рычагов 5360 повертывающихся на пальцах 5361 (тормоз) сцепление 5358 в бандаже 5357.— Р, отверстие по длине гребного вала для тяги, повертывающей лопасти винта.



сцепления механизма как с валом двигателя, так и с гребным валом.

Для получения хода вперед разжимается внутренний барабан 5358, видный на рис. 54-б. А для обратного вращения гребного вала, — зажимается наружный бандаж-тормоз, отсутствующий на рис. 54-б, так как здесь перемена хода (назад) достигается изменением наклона лопастей винта помощью скользящей втулки 5419, действующей помощью поворотного колеса-штурвала на колонке, снабженной для удобства еще и указателем положения лопастей, т.-е. угла их вперед, или назад.

В случае перемены хода поворотом лопастей винта, сохраняется только наружный вид механизма — барабана, но зубчатки отсутствуют, — это только барабан сцепления (рис. 54-б).

В. Перемена хода с применением только зубчаток и при том цилиндрических встречается сравнительно редко, но представляет один из сравнительно дешевых механизмов, так как точность выделки требуется значительно меньшая. Механизм состоит из коробки, прикрепленной к основанию лапами F_{1-2} (рис. 55). Ось двигателя A оканчивается квадратом, по которому передвигается втулка G_2 с насаженной на нее зубчаткой B . Ко конец гребного вала A_2 оканчивается зубчаткой P_1 , сцепляющейся с зубчаткой P_2 на второй передаточной оси $a_1 a_2$. Соединение оси двигателя с гребным валом может происходить двумя спо-

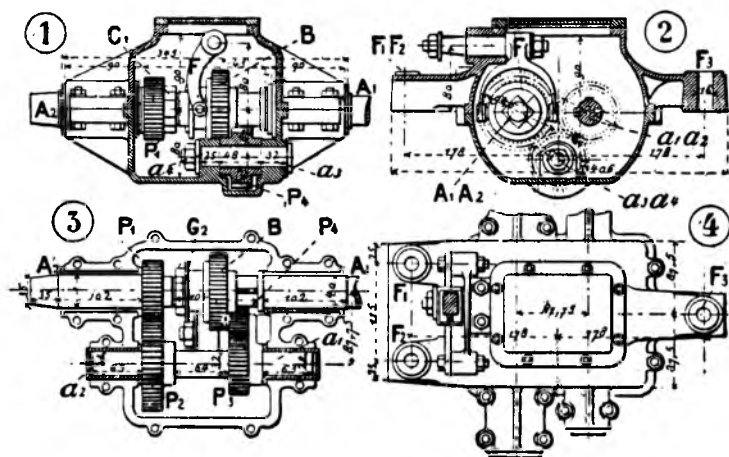


Рис. 55. — Механизм перемены вращения винта посредством перестановки зубчаток. — A_1 , конец коленчатого вала двигателя. — A_2 , конец гребного вала, — a_1, a_2 , вторая передаточная ось с насаженными на нее зубчатками P_2 и P_3 — a_3, a_4 , третья передаточная ось, расположенная внизу, с насаженной на нее зубчаткой P_4 . — G_2 , передвижная втулка с механизмом прямого соединения (слева) и зубчаткой B . — F , вилка для перестановки зубчатки. — F_{1-2} , лапы для прикрепления коробки. Размеры показаны в мм. Черт. 1 — вид сбоку по длине оси; Черт. 2 — разрез поперечный; Черт. 3 — план. Черт. 4 — вид закрытой коробки сверху.

собами: передачей через все пять зубчаток механизма, из которых зубчатка P_4 насажена на оси a_4 , расположенной внизу коробки, — тогда получается задний ход; или же соединение достигается непосредственно передвижением втулки G_2 (черт. 3) влево посредством вилки F (черт. 1 и 2). Тогда получается вращение винта для работы вперед. Ось двигателя и гребной вал составляют как бы одно целое; сцепление производится посредством замка на оконечности втулки G_2 . Такое сцепление называется в автомобилях прямым соединением. К преимуществам этого механизма относится доступность его для осмотра и легкость разборки, но при неумелом пользовании легко повредить концы

зубчаток. Также почти необходим механизм разобщения, иначе перевод зубчаток весьма затрудняется.

Г. Перемена хода с применением электрической передачи и работы аккумуляторов представляется весьма удобным решением задачи. Возможно обходиться и без аккумуляторов и в таком случае пользоваться динамо-машиной лишь для получения обратного хода винта. Когда требуется работа винта вперед, то производится сцепление главной оси двигателя с гребным валом (механическое посредством трения), а динамо-машина выключается, работая лишь как добавочный маховик.

Еще целесообразнее может быть применение этой же системы в связи с работой аккумуляторов.

Как известно, вращающий момент двигателя внутреннего сгорания при увеличении числа оборотов и при переходе через определенное число оборотов в минуту, напротив, уменьшается. Поэтому если сопротивление на лопастях винта подогнано таким образом, чтобы оно соответствовало вращающему моменту двигателя, наибольшему достижимому, то дальнейшее увеличение числа оборотов винта уже невозможно, если бы понадобилось хотя бы временно увеличить скорость лодки или корабля

Приходится следовательно уменьшать сопротивление, испытываемое лопастями винта при обыкновенной скорости вращения т.-е. уменьшать шаг, или поверхность винта; при втором случае увеличится скольжение винта (потеря), и эта система менее выгодна. Тогда останется некоторый запас силы, который позволит, несмотря на уменьшение вращающего момента, при увеличении числа оборотов в минуту, достигать такого увеличения.

Соединение бензинового двигателя с электродвигателем, действующим от аккумуляторов, (заряжаемых тем же бензиновым двигателем) позволяет достигать более значительного числа оборотов, не уменьшая необходимой при нормальном числе оборотов поверхности лопастей винта и рассчитанного шага.

Получается та же комбинация бензино-электро-двигателя, которую пока без видимого успеха стараются применить к автомобилям. Затруднительность применения подобной комбинации к автомобилям происходит от того, что сопротивление вращению движущих колес изменяется резко и значительно. В применении к передвижению по воде изменения эти могут быть вполне точно рассчитаны, и поэтому легче подогнать совместное действие бензинового двигателя и электродвигателя так, чтобы вращающий момент совпадал всегда с сопротивлением лопастей винта.

Схема действия бензино-электрического приспособления показана на рис. 56. *M* означает бензиновый двигатель, соединяющийся посредством электро-магнитного сцепления EK_1 с продолжением главного вала двигателя, на котором находится барабан электродвигателя (динамо-машины) *MD*. Электродвигатель работает от аккумуляторов *a*, причем в цепи находится распределитель *F* и переключатель *B*. Ось электродвигателя может со-

единяться посредством магнито-электрического сцепления с валом винта. *D* означает упорные подшипники; *C* — кардан, в случае изменения направления вала у кормы при выходе из корпуса изменяется

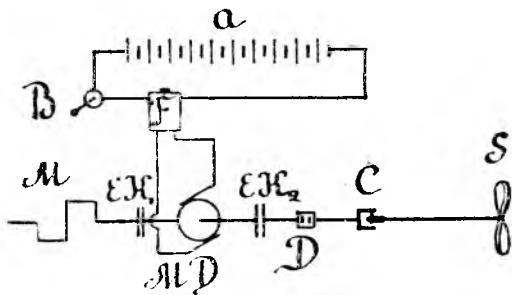


Рис. 56. — Схема бензино-электро-двигателя для моторных судов и лодок. — *M*, бензиновый двигатель. — *MD*, электродвигатель — динамомашинна. — *а*, аккумуляторы. — *F*, распределитель. — *B*, переключатель. — *EK₁*, *EK₂*, магнито-электрические сцепления. — *D*, упорные кольца. — *C*, кардан. — *S*, винт.

Наружный вид всего механизма за исключением аккумуляторной батареи показан на рис. 57.

Как видно на этом рисунке, весь механизм не сложен в установке, так как расположен на общем фундаменте, который только немного длиннее, чем при бензиновом двигателе. Если же при бензиновом двигателе имеется механическое приспособление для перемены вращения винта, то длина фундамента почти такая же как в случае бензино-электрического механизма. Для моторных лодок среднего и большого размера соединение двух видов дви

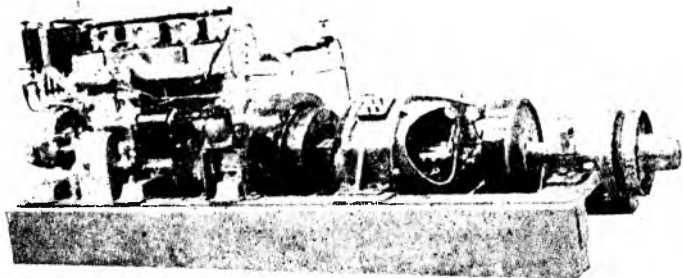


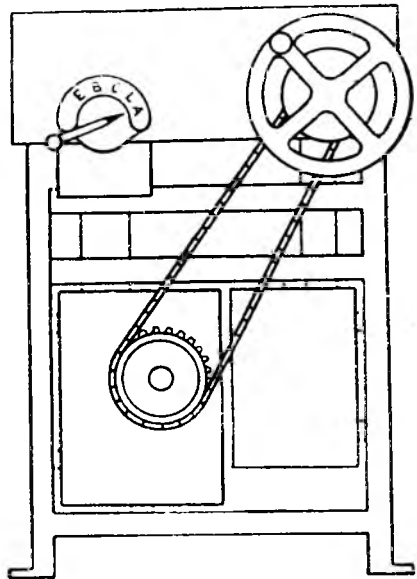
Рис. 57. — Общий вид бензино-электрического двигателя для моторных судов и лодок. Сцепление двигателя с валом винта достигается магнито-электрическими дисковыми механизмами.

гателей, имеющих тот же источник, энергию горения бензина очень удобно и выгодно, так как, кроме указанных выше пунктов, позволяет пускать в ход бензиновый двигатель посредство

электродвигателя. Электродвигателем же получают и обратный ход. Электродвигатель без бензинового двигателя может действовать самостоятельно и, в зависимости от величины силы аккумуляторной батареи, давать радиус действия от 15 до 30 и более километров. Повреждение бензинового двигателя при таких условиях гораздо менее неприятно.

Управление отдельными механизмами и комбинирование их действия было бы довольно сложным, без особого прибора, показанного на рис. 58, упрощающего все управление. Нужно обращать внимание на положение только двух рычагов управления,

Рис. 58. Переключатель, соединенный с распределителем и реостатами для управления бензино-электрической парой в моторной лодке; наружн. вид на рис. 57. С левой стороны наверху переключатель со стрелкой, совпадающей последовательно с буквами А, L, G, B, E. Значение букв объяснено подробно в тексте. С правой стороны — распределитель, дающий передний и задний ход, нулевое положение и ввод различных сопротивлений.



из которых один, обозначенный по схеме буквой В, — переключатель, — оканчивается рукояткой и помещен с левой стороны на рис. 58, наверху, а другой рычаг — распределитель, — оканчивается колесом, как для управления автомобилем, но имеет и небольшую рукоятку на конце одной из спиц. На рисунке показан с правой стороны наверху, а на схеме 56 обозначен буквой F.

Рычаг с рукояткой устанавливается на 5 различных положений, обозначенных различными буквами, выбитыми на полукруге, по которому скользит стрелка-указатель, прикрепленная к рычагу.

Положение А обозначает полное выключение всех механизмов. Линия тока от аккумуляторов к электродвигателю общена. Магнето бензинового двигателя поставлено на короткое

замыкание; оба магнитно-электрические механизмы сцепления разобщены и не действуют. Если бы в это время распределитель случайно был поставлен на ход вперед или назад, никакого действия механизмов все равно не произошло бы.

Второе положение L означает зарядку аккумулятора. Сцепление EK_2 (рис. 56) с винтом остается разобщенным, а сцепление между бензиновым двигателем и динамо-машиной, EI действует. Короткое замыкание магнето прервано, и оно поэтому будет давать искры в свечках. Если теперь поставить распределитель на положение «вперед», то динамо-машина, действуя, как электродвигатель от аккумуляторов, начнет вращаться и придаст вращение бензиновому двигателю; он начнет тогда работать и станет вращать динамо-машину с достаточной скоростью для того, чтобы напряжение развиваемого в ней тока превосходило несколько напряжение аккумуляторной батареи и могло служить для ее подзарядки. Так как винт разобщен, то механизм может действовать неопределенное время, как динамо-машина: для освещения, выкачивания воды посредством отдельного электродвигателя и т. п.; возможна подача тока на берег, чем на практике и пользуются иногда владельцы таких моторных лодок.

Третье положение G означает совместную работу бензинового и электрического двигателей на вал винта. Одновременно с переводом рычага на это положение, магнитно-электрическое сцепление EK_2 (рис. 56) начинает действовать; одновременно начинает действовать и сцепление EK_1 между двумя двигателями. Когда распределительное колесо будет поставлено на положение «вперед», ток от аккумуляторов пройдет через динамо-электродвигатель, и придаст вращение как бензиновому двигателю, так и винту. После первых оборотов бензиновый двигатель должен начать работать и вращать винт общим действием с электродвигателем. Превращение электродвигателя в динамо-машину происходит при этом положении, — если вращение вала винта ускорится, — автоматически, так как при большом числе оборотов бензинового двигателя напряжение, развиваемое динамо-машиной больше, чем даваемое аккумуляторами, и аккумуляторы начинают тогда подзарядаться.

Не сдвигая переключателя, можно прекратить действие обоих двигателей поворотом распределителя F на положение «остановка». Тогда электродвигатель перестает работать вследствие разобщения линии, а бензиновый двигатель вследствие короткого замыкания магнето.

Дальнейший поворот распределителя на положение хода вперед разобщает сцепление между обоими двигателями, и ход вперед получается только посредством электродвигателя, без какого либо механического приспособления с зубчатками.

Следовательно, третье положение переключателя (G) будет именно то, которым чаще всего пользуются, и при этом полож

нии достаточно повертывать колесо распределителя F на одно из трех положений: вперед, остановка, назад.

Положение B переключателя означает действие только бензинового двигателя. Распределитель F (рис. 58) ставится на нулевое положение, и при этом действие бензинового двигателя продолжается, так как короткое замыкание в магнето не происходит. Работа бензинового двигателя передается винту через оба магнито—электрические механизмы сцепления. Регулировка числа оборотов бензинового двигателя будет происходить, как вообще в бензиновых двигателях, перестановкой момента зажигания в краном впуска смеси.

Если надо получить *ход назад*, то перестановка распределителя на это положение заставляет динамо-машину сначала кружить электрическим тормазом, который останавливает вращение двигателя, происходящее от инерции, а затем придает винту вместе с бензиновым двигателем вращение в обратную сторону, при этом в этой системе Сименса бензиновый двигатель не работает, но возможно приспособить и его действие для заднего хода. Достигается это легко перестановкой распределительного вала с добавочными кулачками.

Когда бензиновый двигатель не приспособлен для работы в обратном направлении, получается перегрузка электродвигателя, в виду увеличенного сопротивления на лопастях винта во время продолжения движения лодки вперед и поэтому советуется не держать долго при этих условиях переключатель на положении B , двигать его по-очереди на соседние положения G или E . Таким образом получается временное прерывание тока, и обмотка двигателя не так сильно нагревается. Впрочем, необходимость такой предосторожности показывает, что электрическая работа для получения заднего хода в этом аппарате не вполне разработана. Работа бензинового двигателя в обратную сторону помогла бы разрешению вопроса. Тогда перегрузка электродвигателя происходила бы на очень короткий промежуток времени, — одна, две секунды для остановки вращения бензинового двигателя и придания всей системе лишь нескольких оборотов в обратную сторону. При системе Сименса на электродвигатель возлагается лишком большая работа, — остановить не только инерцию механизма и моторной лодки, но и вращать бензиновый двигатель.

Положение переключателя на E означает работу только электродвигателя от аккумуляторов. Электромагнитное сцепление K_1 с бензиновым двигателем разобщено, тогда как такое же сцепление EK_2 с винтом действует. Магнито-электрическое зажигание не действует, так как якорь магнето коротко замкнут. Распределитель дает вращение в одну или в другую сторону при соответствующих положениях колеса распределителя.

Как предосторожность против сильных искр и нагревания обмотки, следует перед переводом рычага переключателя с одного положения на другое, ставить распределитель на нулевое поло-

жение. Впрочем, когда переключатель стоит на бензино-электрическом совместном действии, или только на бензиновом, и когда переводится на одно из этих положений, то можно распределитель не ставить предварительно на нуль. Амперметр все

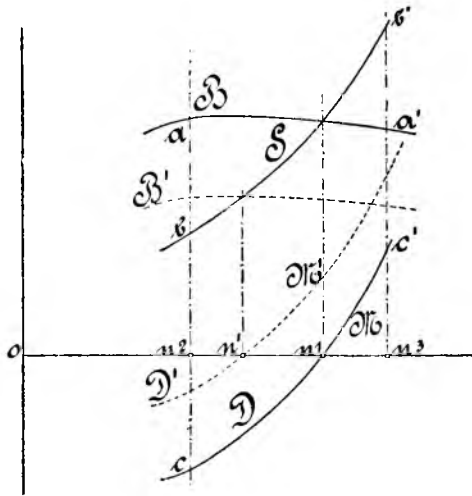


Рис. 59. График совместного действия бензинового двигателя и электромотора, действующего от аккумуляторов, при различных скоростях вращения винта моторной лодки. Сплошные кривые дают величину момента вращения при полной работе бензинового двигателя (на полном газе). — B , кривая вращающих моментов бензинового двигателя. — $D M$, кривая вращающих моментов, положительных и отрицательных, электродвигателя-динамо-машины. — S , кривая вращающих моментов (сопротивления) винта. — n^2 , число оборотов, при котором получается наиболее быстрая подзарядка аккумуляторов. — n^3 , наибольшее число оборотов, при котором вращающий момент электродвигателя вместе с бензиновым двигателям может преодолевать сопротивления винта. — n^1 , число оборотов, при котором электродвигатель не работает и не служит динамо-машиной для зарядки аккумуляторов. — B^1 , линия вращающего момента бензинового двигателя при уменьшенном пуске газа. — $D^1 M^1$, линия вращающего момента электродвигателя-динамо-машины при уменьшенном газе. — n' , уменьшенное число оборотов при уменьшенном впуске газа, когда электродвигатель не проявляет своего действия (подобно n^1).

покажет точно силу тока в обмотке динамо-машины, и при внимательном наблюдении за ним можно всегда избежать порчи мотки от перегрева.

* * *

График 59 показывает результаты совместного действия бензинового и электрического двигателей на тот же винт, причем при составлении графика принято, что бензиновый двигатель работает с полным впуском газа (диаграмма B), а сопротивление винта увеличивается пропорционально квадрату числа оборот

(диаграмма S). Тогда в части направо от n^1 вращающий момент бензинового двигателя будет сам по себе недостаточен и необходимо добавлять некоторую силу для увеличения вращающего момента в пределах от O до $a' b'$, т. е. величину отрезка ординаты. Ясно, что помощь электродвигателя должна соответствовать замечаемому недостатку величины момента вращения, и величина $n^3 c'$ должна соответствовать отрезку $a' b'$.

При работе только бензинового двигателя оставался бы, следовательно, излишек силы, который мог бы дойти при небольшом сравнительно числе оборотов до величины $a b$. Бензино-электрическая комбинация допускает использовать этот запас мощности двигателя на зарядку аккумуляторов, причем вращающий момент должен быть подогнан по величине запаса, имеющегося в бензиновом двигателе, а это достигается посредством вывода реостата, что усиливает ток в тонкой обмотке электромагнитов.

Если нет надобности производить быструю подзарядку аккумуляторов, или зарядки совершенно не требуется, то можно уменьшить впуск газа в бензиновый двигатель, и тогда схема действия бензино-электрической пары будет соответствовать пунктирным линиям на том же чертеже 59. Работа бензинового двигателя сможет дать меньшее число оборотов, чем раньше, и будет равно n' . При всяком числе оборотов большем n' понадобится помощь электродвигателя. При числе оборотов меньшем указанного, будет оставаться запас, который позволит заряжать аккумуляторы, но примерно в 3 раза медленнее, чем в первом случае. Следующий график 60 представляет некоторое видоизменение предыдущего, так как на нем нанесены не моменты вращения, а мощности бензинового двигателя (B) и электродвигателя (M и D), причем часть второй кривой — выше нулевой линии, — дает полезную работу электродвигателя, а часть, расположенная ниже той же линии, — работу, которую можно затратить на зарядку аккумуляторов. Третья кривая S представляет, как и в предыдущем графике, работу, потребную на вращении винта при разном числе оборотов. Как и в предыдущем случае, кривые B и S пересекаются только в одной точке. Следовательно, только при числе оборотов n' работа бензинового двигателя будет соответствовать сопротивлению и работе винта. При числе оборотов большем, потребуются помощь электродвигателя, при меньшем — будет запас для зарядки аккумуляторов. Наибольшее число оборотов, достижимое при работе только электродвигателя, получится, если провести из точки c' , соответствующей наибольшей мощности электродвигателя, линию горизонтальную до пересечения с кривой работы винта, т. е. до точки c'' . Перпендикуляр на нулевую линию покажет точку n'' , соответствующую наибольшему числу оборотов винта при электродвигателе. При этом сила тока может быть чрезмерна и электродвигатель не сможет работать с такой перегрузкой долгое время.

На моторных лодках и судах совместное действие двух родов двигателей может подвергаться уклонениям в одну и в другую сторону. Все зависит от задания. Можно придать большую силу бензиновому двигателю и пользоваться аккумуляторами только для пуска двигателя в ход, для заднего хода и на случай временной неисправности бензинового двигателя.

Можно, наоборот, уменьшить мощность бензинового двигателя, а взамен этого увеличить емкость аккумуляторов и величину электродвигателя. При второй комбинации возможно достигнуть 4 и даже 5-часового плавания исключительно помощью аккумуляторов, и со средней скоростью в 11—12 верст в час. Для любителей спокойного плавания без постоянного шума бензинового

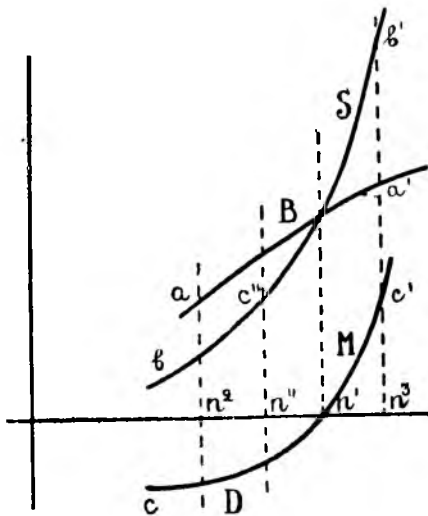


Рис. 60. — График совместного действия бензинового двигателя и электромотора при различных скоростях вращения вентилей. Кривые дают мощности вместе с моментами вращения, данных в рис. 59. Обозначения те же, кроме n''' , означающей наибольшее число оборотов, достижимое при работе только электродвигателя.

двигателя это имеет свои преимущества. Достигается также большая безопасность, так как уменьшается количество бензина, возимого с собой. Можно совершенно не брать бензина на борту, заряжая аккумуляторы лишь во время стоянки у пристани, подавая бензин посредством трубки с берега прямо к карбюратору.

Представителем первого типа может считаться одна из больших моторных лодок, построенная заводом Сименс. При длине лодки 12,6 метра и ширине 2,4 метра, бензиновый двигатель поставлен в 35 лошадиных сил, тогда как электродвигатель развивает от 4, а с перегрузкой на короткое время до 8 лошадиных сил. Общий вес батареи 500 кило, а радиус действия 15 километров, так как возможно пройти на аккумуляторах не более 30 километров при 3-часовой разрядке. Как известно, такая усиленная разрядка вредна, и поэтому надо считать, что больш

В километров в час электродвигатель не должен давать. Такая скорость, конечно, не удовлетворительна, и нужно считать, что при 500 килограммах веса аккумуляторов пользоваться моторной лодкой, как электрической, не следует. Совместное действие двух родов двигателей даст большую скорость, как ясно из графиков

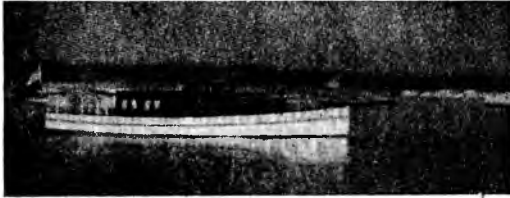
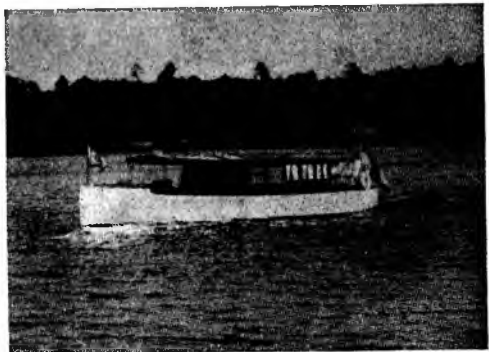


Рис. 61.—Бензино-электрическая моторная яхта 12,6 метра длины; 2,4 м. наибольшей ширины, с бензиновым двигателем в 35 л. с. Аккумуляторы весят 500 килограммов и при нормальной разрядке дают около 8 километров в час. Построена заводом *Сименс*.

59 и 60. Электрическое освещение, кухня и сигнализация также увеличивают значение смешанной системы двигателей. Такая моторная лодка изображена на рис. 61.

Совсем другая картина получается, если *придать большее значение электрической части*. Так например, та же фирма построила моторную лодку — яхту с электро-бензиновым двигателем, снабдив ее бензиновым двигателем лишь в 20 лошадиных сил. При несколько большей сравнительно с предыдущей длине лодки, 13,7 м., и ширине 2,6 м., получилось гораздо большее

Рис. 62. — Бензино-электрическая моторная яхта с увеличенной емкостью аккумуляторов. Наибольшая длина по палубе 13,7 м.; ширина—2,6 м.; водоизмещение—9,37 т.; бензиновый двигатель 20 л. с. Электродвигатель без перегрузки развивает до 8 л. с. и самостоятельно дает скорость до 12 километров.



водоизмещение—9,37 тонны. Из этого водоизмещения на электрическую часть: аккумуляторы, электродвигатель и переключатели с реостатами уделено 4,3 тонны, т. е. почти половина. Это позволило уделить собственно на аккумуляторы 2,8 тонны, т. е. 2 800 кило, и разделить этот вес между 80 элементами по 213 ам-

пер-часов. Такая электрическая емкость позволяет пройти только на аккумуляторах при нормальной их разрядке в течение 5-ти часов по 12 километров в час, т. е. не менее 60 километров. Совместная работа обоих двигателей даст скорость около 20 километров в час. Для прогулок, если довольствуются скоростью в 9 километров в час, возможно поддерживать ход не менее 9 часов, т.е. пройти от 80 до 90 километров. Расстояние вполне достаточное.

Возможны самые разнообразные комбинации относительно мощности бензинового двигателя и электромотора. Каждая фабрика, занимающаяся постройкой таких механизмов, делает то, что ей заказывают. Бензино-электрическая комбинация именно обладает большой гибкостью в этом отношении. Единственный недостаток, что аккумуляторы сами по себе довольно дороги, а кроме того требуют умелого и внимательного обращения.

При пользовании железо-никелевыми аккумуляторами можно сократить вес батареи на $\frac{1}{4}$.

ГЛАВА V.

Пуск двигателя в ход.

Способы пуска от руки и автоматические. Как и в автомобилях, весьма часто применяется пуск непосредственно рукояткой, захватывающей за конец главного вала, обращенный в противоположную от винта сторону. Но так как вал помещен в большинстве случаев очень низко, то пользуются приспособлением, показанным на рис. 63 и состоящим из отдельно помещенной

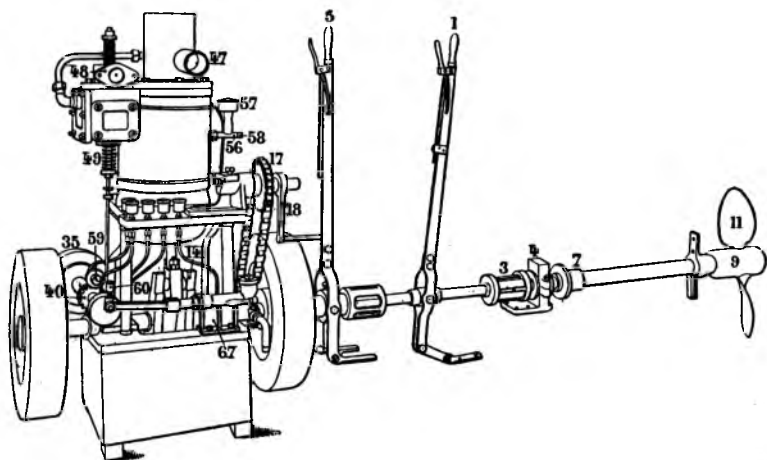


Рис. 63. Пуск в ход двигателя посредством рукоятки 18, идущей по зубчатке 9.—3, упорный шариковый подшипник с направляющим подшипником 4 и набивкой 7.—5, рычаг сцепления.—47, накаленный шар, производящий вспышку, помещенный в кожухе.—48, всасывающий и выпускной клапаны.—56, 57 и 58, клапан, масленка и колпачек для смазки цилиндра.—35, центробежный регулятор.—40, кулачек выпускного клапана.—59, ролик для подъема выпускного клапана.—14, коленчатый вал.—67 водяной насос.—60, масленка на шатунах насоса.

рукоятки 18, передающей вращение на главный вал двигателя посредством цепи 17. На этом же рисунке показаны как гребной

вал с его упорным подшипником 3, направляющим подшипником 4 и набивкой 7, так и винт 9 с поворотными лопастями 11. Рычаги 1 и 5 предназначены: 1-ый—для перестановки лопастей, 2-й—для сцепления маховика двигателя с конусом на гребном валу.

Так как этот двигатель специально лодочного типа, при том сравнительно тяжелого и работает с малым числом оборотов, около 400—450, то поставлено 2 маховика довольно значительного веса.

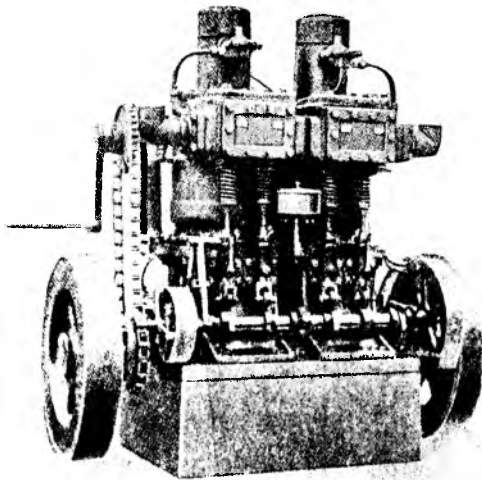


Рис. 64.—Рукоятка для пуска в ход двухцилиндрового лодочного двигателя тяжелого типа, помещенная на добавочной оси у верхней части цилиндров. Ось на подставке, привинченной к основанию цилиндров. Вращение передается цепью. Отношение зубчаток таково, что вращение несколько облегчается. Двигатель *Dan* в 20 лощ. сил.

Зажигание происходит накаленным шаром. Прочие части объяснены под рисунком.

Подобный же пуск в ход рукояткой, приделанной к добавочной оси, применяется и для довольно сильных двигателей, до 20—25 л. с. Один из таких двигателей, двухцилиндровый четырехтактный, показан на рис. 64. Для облегчения пуска зубчатка на оси рукоятки ставится с меньшим числом зубцов, чем у зубчатки на главном валу. Разница в числе зубцов доходит иногда до 2 раз; больше разницу делать неудобно, так как пришлось бы слишком быстро вращать рукоятку.

Передающая цепь от пусковой рукоятки к главному валу теперь в большинстве случаев помещается в закрытом картере.

Открытая цепь действительно представляет некоторую опасность, — при малейшем невнимании рука может попасть под цепь, а одежду очень легко повредить, или испачкать. Образец такой общепринятой ныне системы показан на рис. 64 — А, на специально лодочном двигателе, несколько утяжеленном автомобильном, шведской фирмы Альбин. Может быть приспособлен электрический пуск от аккумуляторов, но самому сделать это затруднительно, так как много приспособлений надо сделать вручную и это все будет недостаточно прочно и недостаточно красиво.

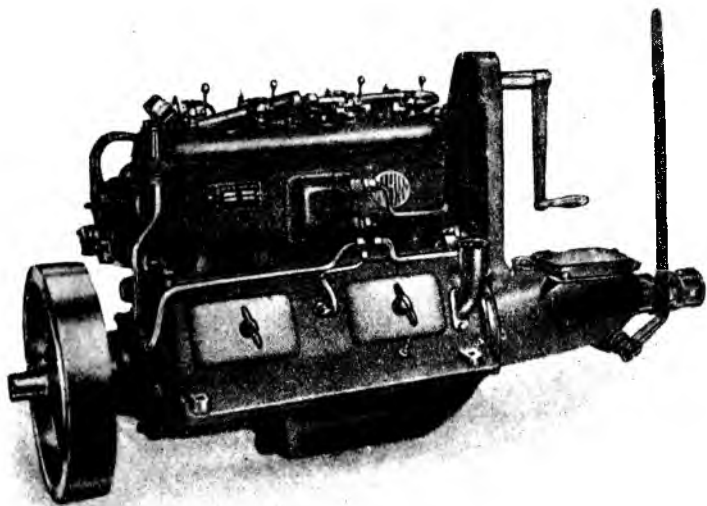


Рис. 64 — А. Пусковое приспособление помощью рукоятки с передающей цепью в закрытом картере. На лодочном двигателе Альбин автомобильного типа, несколько утяжеленного. Диам. цил. 95 мм.; ход поршня — 120 мм. Объем всасывания — 3,4 литра. 4-цилиндровый. Оборотов от 800 до 1200. Зажигание от магнето. Топливо: бензин или керосин. Диаметр винта от 430 до 570 мм. в зависимости от водоизмещения и обводов корпуса лодки. Насос для водяного охлаждения: поршневый бронзовый (для соленой воды).
Общий вес 280 кг.

Автоматический пуск в ход. В двигателях слишком мощных, чтобы можно было легко пускать в ход от руки, применяется или сжатый воздух, или аккумуляторы, иногда сравнительно редкие способы, как вспышка смеси, заранее приготовленной в цилиндре, патроны с взрывчатым веществом и т. п.

Пуск сжатым воздухом может производиться по схеме 4-тактного двигателя или же с временным превращением его в двухтактный (подробности о двигателях во II-м отделе). Как та, так и другая система требуют некоторых приспособлений. В первом случае должен быть особый распределитель сжатого воздуха, впускающий воздух под особый клапан в такт, соответствующий рабочему ходу, а во втором случае распределитель должен пода-

вать сжатый воздух во время каждого оборота, т. е. в первый и третий такты. Выпускной клапан должен открываться тогда также по системе двухтактного, для чего приходится делать или переставные кулачки, или, как, напр., в системе Локе, особый распределительный валик, действующий на рычаги, придвигающие те или иные кулачки к штоку клапана.

Аккумуляторы более применимы, но они должны быть довольно большой емкости, иначе большая сила тока, потребная для пуска, может их быстро испортить. Сочетание работы аккумуляторов с бензиновым двигателем, описанное несколько ранее в гл. IV, пока еще редко встречается, и ставить электродвигатель только для пуска в ход, конструкторы не всегда соглашаются.

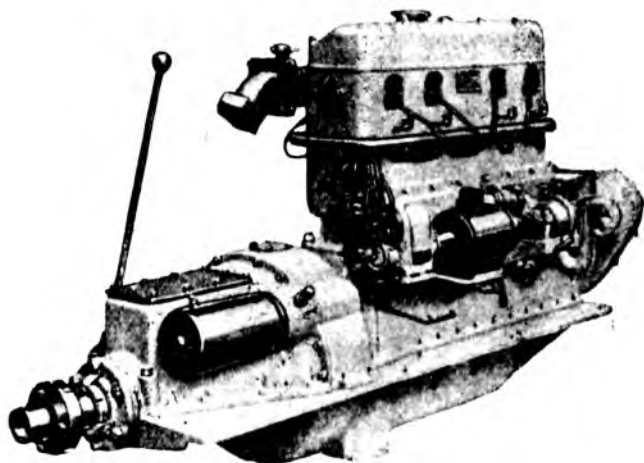


Рис. 64 — Б. — Электростарт от аккумуляторов, помощью электродвигателя, расположенного сзади у картера перемены направления вращения. Двигатель Стен, — Америка.

В автомобильном деле электродвигатели ставятся большинством конструкторов. Это объясняется тем, что там чаще приходится пускать двигатель в ход и пуск разобщенного двигателя достигается аккумулятором меньшей емкости и меньшего веса.

Раскручивание двигателя от аккумулятора требует нескольких добавочных механизмов и приспособлений: небольшого электродвигателя, от 0,1 до 0,5 л. с., получающего вращение в нужный момент от тока, даваемого аккумулятором, и кроме того следует иметь небольшую динамо-машину для зарядки аккумуляторов, чтобы не быть принужденным отправлять аккумуляторы для подзарядки каждый раз на станцию, а также, чтобы сохранить аккумуляторы дольше в исправности, так как только при постоянной немедленной подзарядке пластины могут служить долго.

Динамо нужна небольшая, требующая для своего вращения не больше 0,1 л. с. напр. при 12 вольтах подающая ток силой около 5 ампер, т. е. могущая давать всего 60 уатт, а это меньше одной десятой части тех 736 уатт, которые равновелики мощности в 1 л. с.

Еще несколько рисунков пусковых приспособлений рукояткой и электродвигателем в главе VIII, о двигателях.

Устройство приспособления для пуска от электродвигателя, получающего ток от аккумуляторов, показано на рис. 64—Б и 64—В.

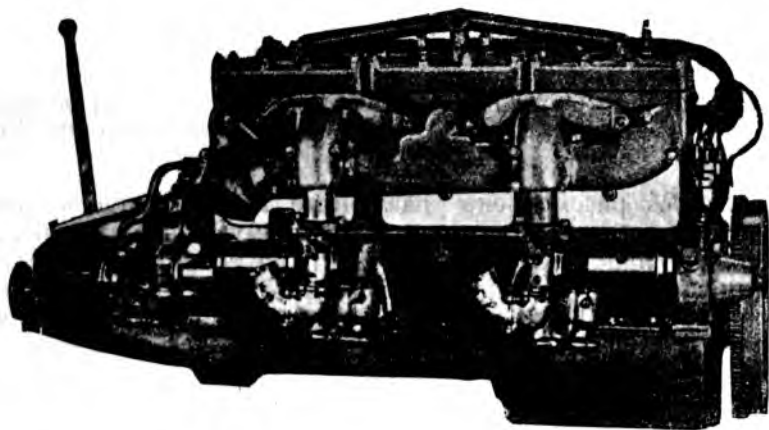


Рис. 64—В.— Электропуск от аккумуляторов помощью электродвигателя, расположенного спереди второго облегченного маховика. Видны зубцы на маховике, с которыми сцепляют зубцы шестерни электропуска на момент раскручивания двигателя. Затем шестерня автоматически выключается. Двиг. 6-цил. с 2 карбюраторами фирмы **Расин**,— Америка.

На рис. 64—Б электродвигатель прикреплен сзади к картеру механизма перемены направления вращения винта и сцепляется своей маленькой шестеренкой с зубцами на маховике. Все закрыто, как и в последних системах автомобильных двигателей. Спереди рисунка, у цилиндров двигателя видны на общем валике по порядку: магнето, динамо для зарядки аккумуляторов и центральный насос.

На рис. 64—В электродвигатель расположен спереди и берет за зубцы второго легкого маховика двигателя. Динамо напротив расположено сзади у главного маховика. Магнето не имеется, так как зажигание от аккумуляторов (и динамо) через индукционную катушку.

ГЛАВА VI.

Различные типы лодок и оборудование.

Различные типы лодок и моторных судов, в зависимости от их назначения. Устройство кают. Обязательные и дополнительные принадлежности. Уют и роскошь.

В гл. IV рассмотрены различные типы корпусов лодок, главным образом, в применении к быстрому передвижению.

Для наглядного сравнения с другими типами моторных лодок помещаем здесь рисунок большой быстроходной лодки (рис. 65), пригодной для открытой воды. Разница особенно ярко



Рис. 65.—Тип быстроходной моторной лодки, пригодной для открытой воды. Тип корпуса „тетраэдровидный“. При той же длине корпуса водоизмещение гораздо меньше, чем типа крейсерского, а тем более—промыслового (с.м. след. рис.).

выделяется из сравнения с лодкой промыслового типа (рис. 66) приблизительно той же длины.

Двигатели внутреннего сгорания весьма применимы также и в тех случаях, где на скорость передвижения обращают мало внимания. Тогда относительная легкость этого типа двигателей требует весьма малой части водоизмещения всего корпуса сравнительно с паровой машиной той же мощности. Делается удобным

пользоваться механической силой как для небольших промысловых судов, главным образом, *рыболовных*, так и для *парусных яхт*, на которых всегда желательно иметь небольшой вспомогательный двигатель; это облегчает вход и выход из места стоянки и в значительной мере обезвреживает штиль. Опасность плавания в бурную погоду тоже несколько уменьшается, и повреждения в рангоуте менее чувствительны, когда есть в запасе на борту надежный двигатель.

Во многих местностях Англии и Америки с появлением двигателей внутреннего сгорания быстро нашли широкое распространение „плавающие дома“, т.-е. довольно вместительные барки с верхней надстройкой, близко подходящая по наружному виду к дачному домику. Машина не ставится на эти барки. В этих странах такое житье на воде, вместо наших дач, встречалось и раньше, но при паровых машинах приходилось для передвижения по реке или озеру брать за сравнительно высокую плату

Рис. 66. — Промысловая рыболовная лодка в 10 метров длиной со вспомогательным двигателем в 5 л. с. Водоизмещение в 2,6 тонны; скорость около 15 кил. в час.



буксир, а затем, по установке на якорь, плавучая дача была вновь на некоторое время лишена способности передвигаться. Моторная лодка, которую приобретают одновременно с плавучей дачей, служит как для катания, так и для сообщения с ближайшим населенным пунктом, а затем может передвинуть плавучую дачу, буксируя ее ¹⁾.

* * *

Промысловые суда, главным образом встречаются *рыболовные*. Двигатель почти всегда ставится как подспорье при выходе и входе в порт, а также, как помощь для буксировки закинутой сети и для вытаскивания ее. Промышленная экономия составляет обходиться во всех остальных случаях, раз только есть какой-нибудь ветер, — без работы двигателя, идя под парусами.

На рис. 66 показана одна из небольших лодок в 10 метров при двух метрах наибольшей ширины и с водоизмещением

¹⁾ Подробнее о плав. дачах — дальше.

2,6 тонны. Вспомогательный двигатель в 5 л. с. дает около 8 узлов или почти 15 километров в час. Когда работает двигатель и предполагается пользоваться им более или менее продолжительное время, мачта убирается, чем уменьшается сопротивление воздуха, и лодка получает большую устойчивость. Поднять мачту и поставить рангоут — дело нескольких минут. С таким снаряжением лодка не боится ни штиля, ни внезапно налетевшего шквала, и может входить и выходить из порта, несмотря на береговые течения, а на открытой воде продолжает путь под парусами. На палубе 3 маленьких шлюпки-тузика.

Лодка несколько большего водоизмещения — показана на рис. 67.

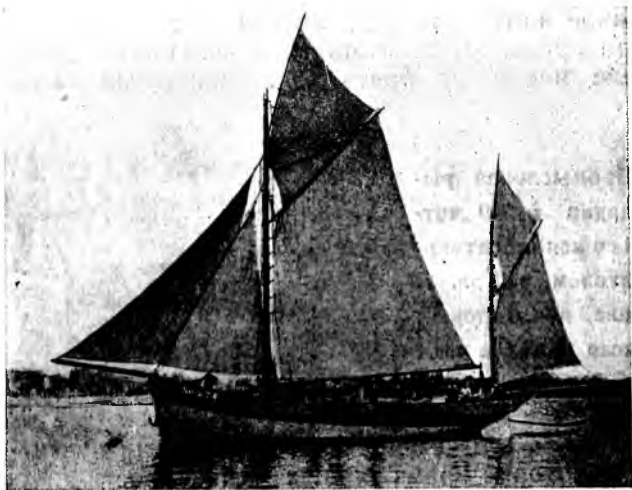


Рис. 67.—Промысловое рыболовное судно в 50 тонн с вспомогательным двигателем внутреннего сгорания в 25 л. с.

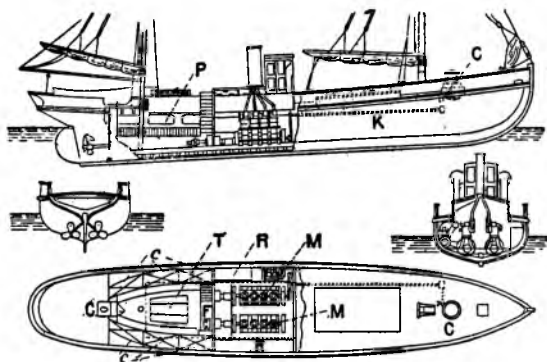
Водоизмещение этого промыслового судна 50 тонн, а двигатель около 25 л. с. Вооружение приспособлено для плавания в любую погоду, и двигатель предназначен для той же службы, как и в ранее описанной рыболовной лодке, но в дополнение должен тянуть большую рыболовную морскую сеть со скоростью, по крайней мере, 1 узла в час. Эта последняя задача легче выполняется с двигателем, чем под парусами.

Внутреннее устройство парусного промыслового судна с вспомогательными двигателями показано на рисунке 68. Здесь двигателей 2 по 60 л. с., также и 2 винта, и вообще этот тип судна переходит уже к среднему, где механическая сила применяется наравне с парусами. Для промыслового рыболовства такой переход уже не желателен, так как первоначальная затрата, и содержание значительно удорожаются.

Доходность промыслового рыболовства при пользовании вспомогательным двигателем внутреннего сгорания выясняется, между прочим, из коммерческого отчета одного из таких судов. Судно Пионер 72 фута длины при ширине в 21 фут имело наибольшую осадку в 8 фут. Цена со всем вооружением и принадлежностями ф. ст. 782. Двигатель в 25 л. с. помещен в отдельной каюте малого объема. Пуск в ход с палубы мог производиться вахтенным рулевым. Винт сцепляется с двигателем, по желанию, и имеет поворотные лопасти числом 2. При ходе под парусами, лопасти закрываются почти целиком ахтерштевнем, для чего винт останавливается в вертикальном положении. Тот же двигатель вращает кабан. За двигатель с установкой заплачено ф. ст. 350. Скорость 5 узл.

Улов рыбы выразился в средней стоимости ф. ст. 50 в неделю, а за весь сезон ловли ф. ст. 506. Это значительно больше, чем для промысловых парусных судов, но несколько меньше, чем для паровых, где в среднем считается ф. ст. 800 (ок. 8.000 р.).

Рис. 68. — План палубы и вертикальные разрезы промыслового рыболовного судна с двумя вспомогательными двигателями по 60 л. с.—С, кабан от двигателя.—М, двигатель.—Р, каюта для экипажа с диванами с.—F, кухня.—К трюм.—R, резервуары для жидкого топлива.



На парусных яхтах вспомогательные двигатели могут быть рассчитаны или для продолжительного передвижения с работающим двигателем и с убранными парусами, или же только для кратковременного пользования, чтобы войти и выйти из порта. В первом случае двигатель ставится сравнительно сильный в отдельной каюте, однако, стараются не нарушать ни формы корпуса, ни общего вида яхтенного вооружения, как то и показывает рис. 69. В этой яхте установлен двигатель в 70 лошадиных сил 4-цилиндровый, диаметр поршня 165 мм; ход поршня — 203 мм., длина по ватерлинии 32,63 метра, наибольшая ширина 7 метров, осадка 4,15 метров и при водоизмещении в 235 тонн в штиль работа двигателя дает 10,6 километров в час. Площадь парусов 600 кв. метров.

На маленьких яхточках постановка вспомогательного двигателя невозможна без отступления от принятых красивых линий легких корпусов гоночных и полугоночных яхт, так как нагрузка

в несколько пудов на корме вызовет при таком корпусе неправильную посадку (дифферент). Поэтому корпус несколько упряют, в особенности в кормовой части, и яхта принимает в

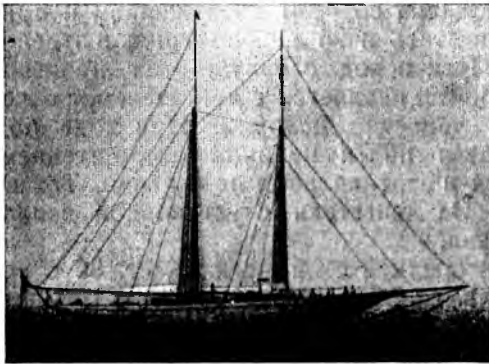


Рис. 69. — Яхта в 236 тонн, 32,63 метра длины, „*Elisabet*“, английской постройки, с вспомогательным 4-цилиндровым двигателем Парсонса в 70 лошадиных сил. Скорость 10,6 кил. в час. Равноут не убирается.

большой прогулочной шлюпки (рис. 70). Эта яхточка в 3,9 т снабжена двигателем в 5 лош. сил. Получила приз за экономность; расход около 4 коп. на километр.

Переносные, или приставные двигатели.—Когда хотят приспособить двигатель к лодке, или яхте, быстро, и без каких ли переделок внутри корпуса, то можно воспользоваться оди-

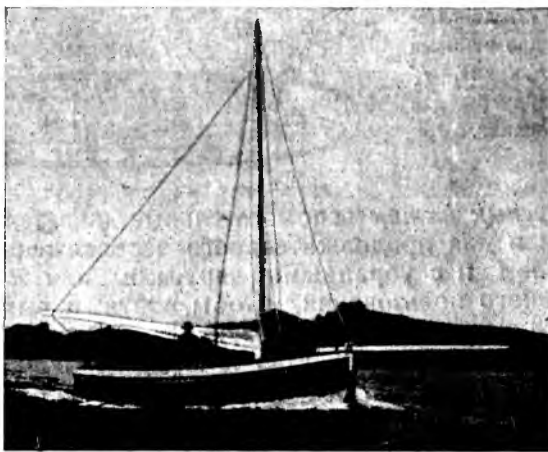


Рис. 70. — Небольшая парусная яхта (*Yvonnie*) в 3,9 тонны с двигателем в 5 л. с.

из систем, где двигатель составляет с гребным валом и винтом одну целую конструкцию.

Такой двигатель может ставиться на лодку, или яхту, и опять быть снятым, всего в течении нескольких минут.

Самое большее, что может потребоваться в виде предварительной подготовки для постановки двигателя на борту, или на юрме, — укрепить на болтах, на кормовой части палубы, плиту, или основание (1 на рис. 71), на невысоких лежачих брусках, или же, что еще проще, — прикрепить обхваты на корме, (1 на рис. 72). Эти обхваты, прижимаемые просто ручными барашками, могут также легко сниматься, и таким образом этот тип двигателя с винтом, может считаться действительно «переносным».

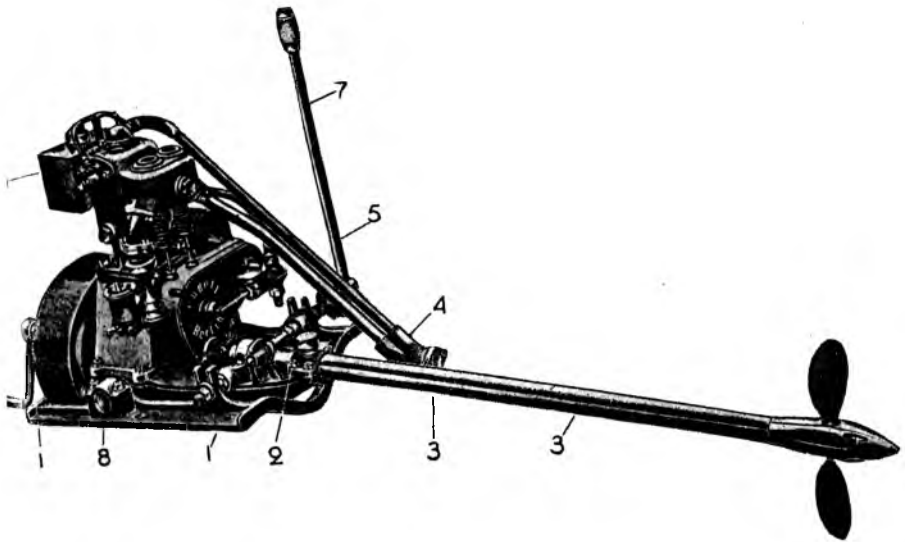


Рис. 71. Легко-съемная моторно-винтовая группа, предназначенная для парусных яхт, как вспомогательный двигатель, для штиля и для входа в порт.—1, 1, основание, прикрепляемое к палубе яхты (подкладываются бруска).—2, направляющий подшипник гребного вала 3, 3.—4, муфта, к которой прикрепляется входящие одна в одну, трубы для отработавших газов, и для подачи забортной воды.—5, водяной насос,—6, небольшой бак для бензина.—7, ручка для поворота лопастей винта, (для изменения направления тяги винта).—8, подшипник, допускающий наклон всей группы, что позволяет погружать винт в воду.

Такой двигатель (рис. 72) может даже сниматься каждый раз после прогулки, и быть отвозим к себе домой на маленькой ручной тележке, а вдвоем его можно на небольшое расстояние перенести на руках, так как он весит менее двух пудов (около 30 кг.).

Для яхт более подходит тип с выпущенным назад довольно длинным гребным валом; лопасти поворотные. Эта система позволяет, когда миновала надобность в помощи двигателя, напр. если отянул ветерок (бриз) после полного штиля, вывести винт, вместе гребным валом, из воды, наклонив переднюю часть (где махо-

вик) двигателя вниз. Можно без помехи идти под паруса если же опять заштилет,—надо только наклоном вокруг той оси 8, погрузить винт в воду, и продолжать двигаться до новбриза, и так далее.

Когда же ветер потянет надежно, то можно двигатель снять с фундамента, для чего нужно снять накладки подшипников у концов оси 8, и или приторачивают двигатель с валом ремня в таком месте палубы, где он меньше мешает, или же убирают его вниз.

Для беспалубных шлюпок: лодок, яликов, катеров, и т. более подходит тип с вертикальным валом за кормой (рис. 7). Этот тип и получил действительно наибольшее распространение для маленьких прогулочных шлюпок, но только в реках и с

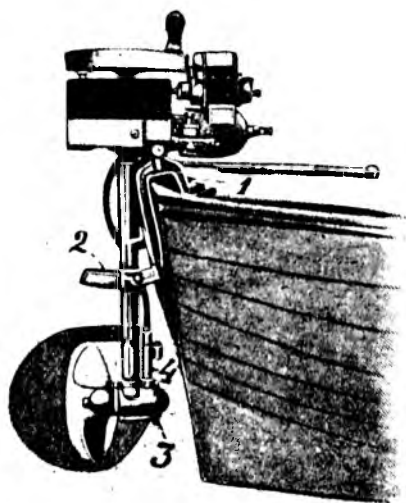


Рис. 72. Переносный двигатель с валом и винтом, быстро устанавливаемый на вертикальном среза кормы шлюпки. — 1, зажимы, охватывающие корму снаружи и внутри, параллельные изогнутые пластинки позволяющие устанавливать вал в вертикальном положении. — 3, рубка, содержащая две конические зубчатки для передачи вращения горизонтальный короткий валик в вал. — 4, трубка подачи воды для охлаждения двигателя.

раках, а не на открытой воде в море, так как в последнем случае такой открыто расположенный двигатель часто заливался волной.

Здесь двигатель, как впрочем и все одноцилиндровые двигатели лодок, делается двухтактным, и потому почти не дает тряски.

Винт и руль повертываются вместе направо и налево, отчего повороты лодки облегчаются, и можно сделать поворот почти на месте. Существуют системы, где винт *не толкающий, а тянущий*, что дает устойчивое положение всему прибору не смотря на работу винта.

Вертикальность вала, несмотря на могущую встретиться вертикальность среза кормы, достигается закреплением трубки охватывающей вал, посредством скользящего зажима к параллельным изогнутым пластинкам 2, посредством барашков, или гаек.

Оба типа переносных лодочных двигателей, с вертикальным валом и с наклонным, до сих пор спорят между собою в применимости к тем, или другим случаям водного передвижения.

Двигатель с наклонным валом, — моторное весло, — судя по рис. 72 — А, применяется не только для яхт с навесной кормой, но и для лодок с вертикально обрубленной кормой. Преимущество перед таким же переносным двигателем, но с вертикальным валом, в удобном прохождении мелких мест. Можно приподнимать винт на половину, или совершенно из воды, уменьшая конечно на это

Рис. 72 — А. Переносный лодочный двигатель с наклонным валом „моторное — весло-руль“, поставленный на обыкновенную прогулочную лодку с вертикально обрубленной кормой.



время доступ газа, чтобы мотор не раскручивался слишком сильно от уменьшенной „нагрузки“ — уменьшенного сопротивления вращению винта.

Управлять таким „моторным веслом-рулем“ несколько труднее, чем обыкновенным рулем, или же снабженным винтом, повертывающимся вместе с рулем, потому что требуется во-первых значительное усилие, чтобы удерживать в нужном положении весло с работающим на конце длинного рычага винтом, а во-вторых надо делать поворот уступами; поворот напр. влево весла-мотора будет сначала только сильно заносить корму направо, а нос будет идти почти по тому же направлению, затем постановкой моторного весла

прямо, можно будет придать скорость по изменившемуся направлению, и так в несколько приемов можно сделать поворот. Если же, повернув моторное весло, держать его так с работающим мотором продолжительное время, то лодка пойдет по крутой спирали и в конце концов будет вращаться почти на месте.

Как видно по тому же рис. 71—А, система переносного двигателя, поставленного на корме, дает больше места для пассажиров, чем при постановке двигателя внутри лодки. Но если снять двигатель с кормы и положить в лодку, то пассажиры будут очень стеснены.

Указывают также, что переносный лодочный двигатель с вертикальным валом удобен только малых сил, — в 2—4 л. с., так как иначе при больших мощностях было бы слишком трудно

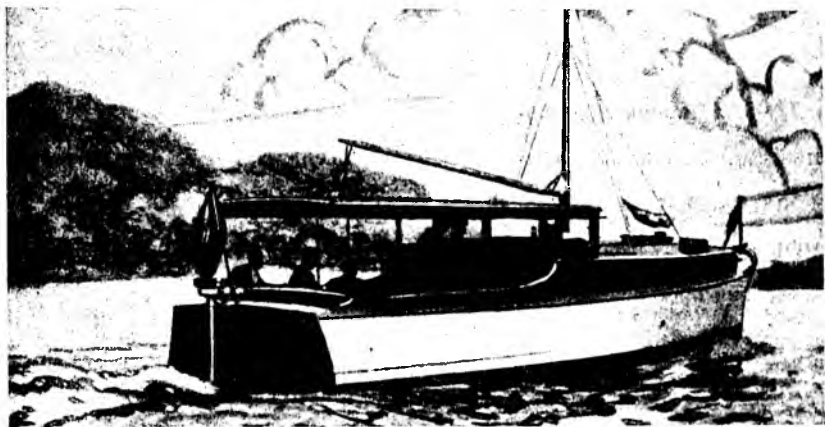


Рис. 72 — Б. — Усиленный двухцилиндровый переносный двигатель с вертикальным валом, могущий передвигать с некоторой скоростью лодку до 12 метров крейсерского типа. Сист. Джонсон, Америка.

поднимать и ставить его на руках за кормой, а кроме того мелкие зубчатки передаточного вала при больших напряжениях на зубцах быстро срабатывались бы.

Это отчасти верно, но в последнее время появляются такие двигатели увеличенной мощности, сравнительно с теми, что применялись до сих пор, и рис. 72-Б показывает один из таких двигателей мощностью в 6 л. с., проверенной на тормозе. Двигатель имеет два горизонтальных цилиндра, расположенных один против другого; горизонтальное расположение уничтожает необходимость в верхней паре передаточных зубчаток. Такой двигатель, по объяснению фабрики, может быть применяем к лодке до 12 метров длины, но конечно тогда не получится достаточно удовлетворительной для продолжительного пути скорости, и надо будет считать тогда этот двигатель только „вспомогательным“

Фабрика отчасти так и показывает применение своего 6-сильного двигателя к большой полупалубной моторной лодке; эта лодка снабжена небольшой, но все же полной парусностью и предназначена повидимому для продолжительного пребывания на воде, — крейсерования —, на каком либо большом озере. Тогда лодка действительно большую часть времени может держаться под парус-



Рис. 72—В.

Рис 72—В.—Установка переносного двигателя с вертикальным валом на корму лодки. Двигатель имеет рулевую плоскость, поворачивающуюся вместе со всем механизмом вправо и влево.



Рис. 72—Г.

Рис. 72—Г.—Тот же двигатель, установленный на корме винтовыми зажимами, барашками, в момент пуска его в ход.

сами, а двигатель будет вспомогательным, т. е. служить только для подхода к пристани и для штиля.

Для небольших же лодок, а в особенности для самых малых 2—4 местных, практика признала *двигатели с вертикальным валом* бесспорно удобными, тем более, что на таких малых лодках корма всегда делается отвесной; в крайнем случае в этом отношении лодку переделать не так трудно, сделав небольшой срез в надводной части. Рис. 72—В показывает, что можно прикреплять двигатель и не к вполне вертикально срезанной корме, для чего пользуются переставными утолщителями, видными на

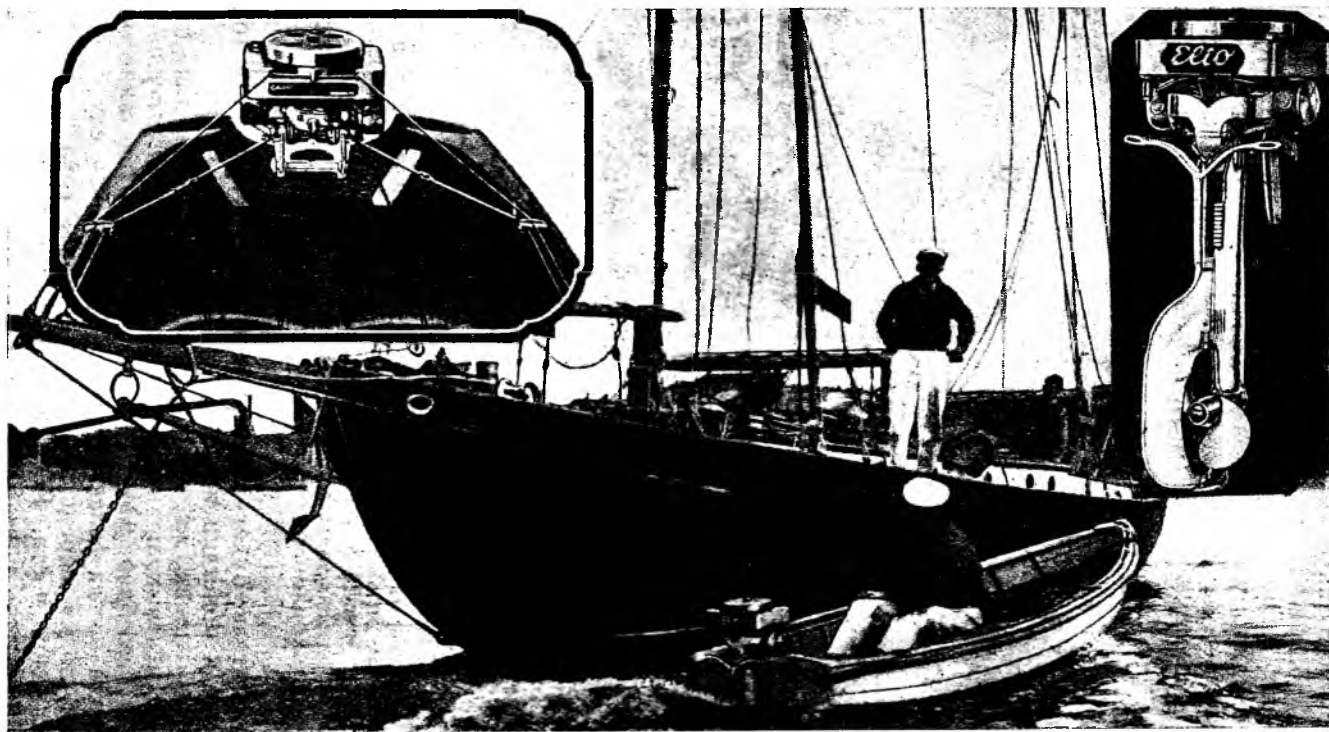


Рис. 72 — Д. — Переносный лодочный двигатель с отдельным поворотным рулем, прикрепленным к механизму (направо наверху). Видны (налево наверху) тяги для управления рулем и скоростью вращения двигателя со всякого места лодки. Главный рисунок показывает преимущество такого способа управления при причаливании к борту яхты.

рис. 72—Г. Эти угольники упираются в концы главных захватов, прикрепляющих двигатель к срезу кормы лодки. Оба рисунка показывают как сравнительно просто ставить двигатель на место. Этот двигатель имеет полезную особенность, — рулевую плоскость, что важно для уверенного управления лодкой когда двигатель не работает. Без такой плоскости остановка двигателя влечет потерю управляемости.

Рис. 72—Е. Преимущество переставных двигателей с вертикальным валом. Возможно на большой лодке с широкой кормой ставить два двигателя рядом. На верхнем рис. — по одному двигателю на каждой из двух лодок (полулаубных яхточек с выдвигаемым килем, „шверботов“); на нижнем рис. — два двигателя рядом на одной из яхточек.



Тот же вопрос о рулировании при неработающем двигателе решен несколько иначе в конструкции *Эльто*, рис. 72—Д. Здесь *весь двигатель* вместе с валом и винтом *не поворачивается вправо и влево* для управления лодкой, а *взамен того поворачивается обычный руль*, приделанной к трубе вала двигателя и ясно видимый на верхнем правом рисунке 72—Д. При таком руле удалось с большей легкостью устроить управление лодкой посредством туг, проведенных с внутренней стороны бортов

лодки, так как напряжения на тягах, или троссе, гораздо меньше, чем при повороте работающего двигателя. Рулевые тяги [нижние] видны на левом верхнем чертеже на рис. 72—Д, а верхний тонкий тросс дает возможность управлять с любого места лодки скоростью вращения двигателя,—повертывать кран количества смеси. Такой способ управления и показан на фотографии. При одном человеке избегается следовательно перегрузка кормы. Приходится все же отказаться от возможности обратного хода посредством двигателя. В системах поворотных полный поворот винта на 180 градусов дает задний ход лодке без перемены вращения двигателя.

Преимуществом переносных двигателей иные считают и то, что можно на большую лодку ставить два рядом, как показано на нижнем рис. 72—Е.

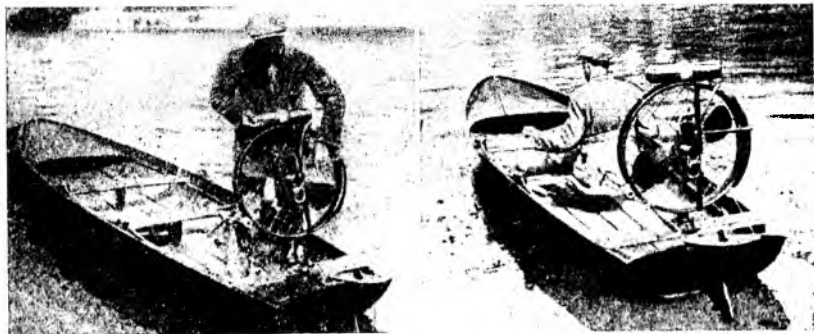


Рис. 72—Ж и З. Постановка на место и способ управления при маленьком воздушном винте от двигателя в 1 л. с. Рулевые троссы повертывают вместе с тем и обруч воздушного винта. Скорость на такой лодке около 8 км. в час.

Двумя исследователями была организована экспедиция для изучения водных путей Америки, с помощью двух одинаковых полупалубных парусных яхточек с выдвигаемым килем, т. наз „швертботов“.

Взятые с собой два переносных двигателя ставились по одному на каждую из яхт, как показано на верх. рис., но когда то нужно было, ставились рядом на корме одной из яхт. Тогда можно было буксировать несколько маленьких лодок.

Ввиду многих перечисленных преимуществ можно бы считать, что распространение переносных двигателей с вертикальным валом обеспечено.

Но в самое последнее время появился новый тип переносных двигателей,—с воздушным винтом (рис. 72—Ж, З и И), который для малых лодок может победить двигатели с погруженным винтом.

Важное преимущество перед погруженным винтом,—проходимость по мелкой воде, недоступной для погруженного винта. Тут вопрос не в увеличенных скоростях, достигаемых водоскользителями, а лишь в возможности избежать повреждения винта при прохождении мелких мест, или о подводные камни. Кроме того потеря силы в передаточных механизмах меньше, так как двигатель сцеплен непосредственно с винтом. Это в свою очередь позволяет пользоваться для той же лодки меньшей мощностью двигателя и сделать весь прибор меньшего веса.

Вместо 2 л. с. считают достаточным 1 л. с и такой именно двигатель показан на рисунке. Он дает до 8 км. в час на небольшой лодке, как на рис. Способ управления лодкой виден на рис. 72—И. Рукоятка, прикрепленная к защитному обручу

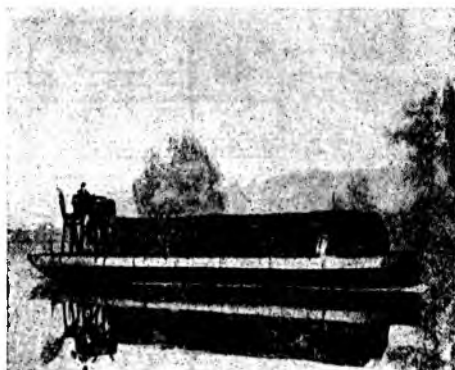
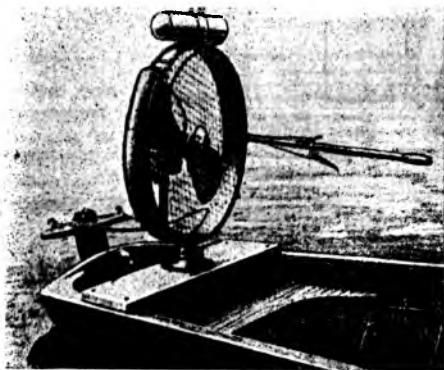


Рис. 72—И.— Другой вид **малого воздушного винта**. Видна **втупка на доске**, куда прост вставляется стержень прибора.

Рис. 72—К.—**Грузовая барка на 10 тонн** груза с воздушным винтом для мелкой воды.

воздушного винта позволяет не только помогать действию обычного руля, который может быть сохранен без помехи для работы двигателя, но и давать задний ход лодке поворотом всего механизма на 180 градусов.

Для сравнения, — другое приспособление того же конструктора *Ламбер*, первого по времени в этой области, с воздушным винтом на воде: барка грузоподъемностью в 10 тонн, достигающая 15 км в час при сравнительно не сильном двигателе. При достаточной плоскодонности возможно проходить по весьма мелкой воде; двигатель здесь уже не нужен особенно легкий, авиационного типа, а вполне может быть поставлен тяжелый автомобильный, или еще утяжеленный лодочный для больших лодок. Такие двигатели изнашиваются медленнее авиационных. Двигатель здесь укреплен на палубе, а передача к воздушному

винту происходит помощью цепи. Винт большого диаметра сообразно большому сопротивлению движений борта.

Другие применения воздушного винта—в конце этой главы.

Ветряные крыльчатые двигатели для лодок и судов. Совершенно новый тип двигателей, вполне пригодный также для спорта, появился в последнее время. Это обыкновенный крыльчатый ветряной двигатель, какой применяется напр. для ветряных мельниц, но конечно более облегченной и усовершенствованной конструкции.

Были сделаны пробы с круговым поворотом такого двигателя на все 360° горизонта, и оказались довольно удачными, хотя попутный ветер даже менее действителен для таких крыльев,

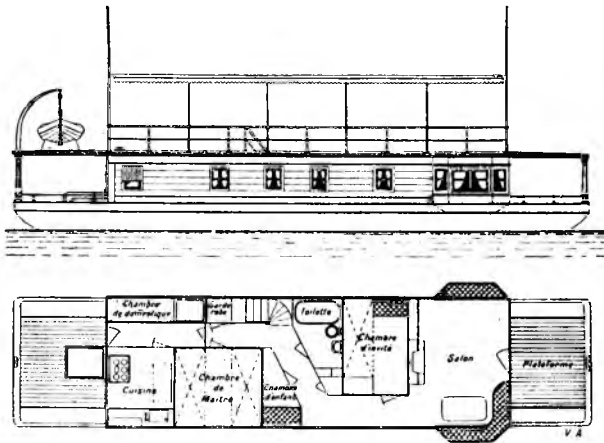


Рис. 73. — Боковой вид и план французской плавучей дачи небольших размеров, ценность около 5000 фр. Три спальных места и комната для прислуги.

чем противный. Здесь об этой системе только упоминается; подробное же рассмотрение, с несколькими рисунками, — в конце книги—в особом добавлении. Там же—о роторе Флеттнера, основном типе и измененном для малого водоизмещения.

Моторные лодки в применении к плавучим дачам. Пользование моторной лодкой может заключаться также в удобстве сообщения между плавучей дачей и любым пунктом берега. Та же лодка удобно заменяет буксирный пароход.

Преимущество плавучей дачи, хотя бы и в соединении с моторной лодкой, заключается, между прочим, и в сравнительной дешевизне, так как покупная стоимость обоих этих судов вместе в несколько раз меньше, чем парохода той же величины.

Рис. 73 дает план и боковой вид небольшой дачи с двумя отдельными комнатами—спальнями, кают-компанией, кухней и

служебной комнатой. По концам дачи 2 крытых балкона, а наверху крытая веранда. Имеется спасательная шлюпка. Цена такой плавучей дачи около 5,000 франков. Примерная расценка:

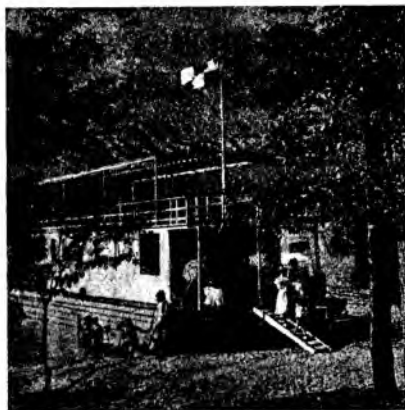


Рис. 74. — Плавучая дача, подведенная вплотную к берегу, благодаря своей неглубокой осадке.

корпус барки—1.750 франков; отделка кают—1.500 франков, различная мелочь—600 франков; металлические части и насос—400 франков; украшения и окраска—600 фр., итого 4.850 франков.

Наружный вид одной из дач приблизительно такой стоимости показан на рисунке 74. Плоское дно и неглубокая осадка позво-

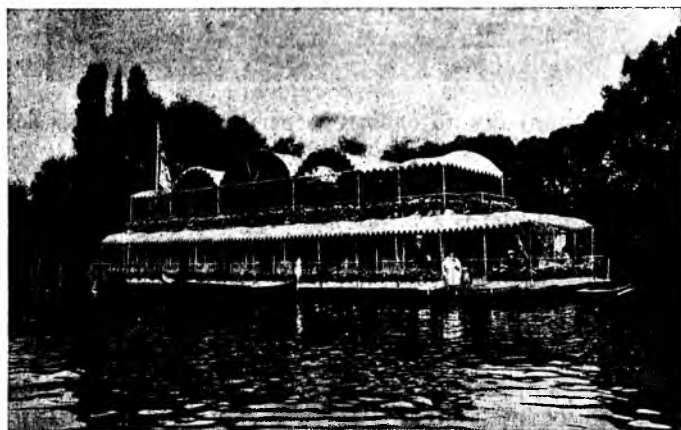


Рис. 75. — Плавучая дача больших размеров с роскошной отделкой. Помещение клуба водного спорта на Темзе.

ляет подвозить плавучую дачу к самому берегу даже если берег не обрывистый. Это дает возможность, где только закон разрешает, делать у берега продолжительные остановки.

Конечно, плавучие дачи могут быть и значительно более дорогие, как например, показанная на рис. 75. Эта дача принадлежит не частному лицу, а одному из клубов водного спорта на Темзе.

Распространенность этого вида спорта в Англии в настоящее время видна на рис. 76. Целый сплошной ряд дач вытянулся по берегу реки. Это одно из последствий появления моторных лодок.

Устройство кают в моторных лодках и небольших судах. В сравнении с небольшими судами, снабженными паровыми машинами, моторные лодки и мелкие суда оказываются гораздо более удобными при том же водоизмещении, по внутреннему своему расположению. Двигатель внутреннего сгорания занимает никак не более $\frac{1}{10}$ части водоизмещения, если считать и вмести-



Рис. 76. — Ряд плавучих по одному берегу реки. Моторные лодки служат для сообщения, для прогулок и буксировки.

мость всего того отделения, где двигатель находится. При паровой машине машинное отделение и котельное занимают в больших пароходах около $\frac{1}{4}$, а в малых около $\frac{1}{3}$ водоизмещения.

Поэтому на небольшом паровом катере, в 12 метров длины, почти нет возможности устроить каюты. Моторная лодка в 12 метров, как например изображенная на стр. 42, имеет уже вполне поместительную каюту с двумя спальными местами и большой камбуз спереди, в котором, в случае надобности, можно поместить еще двоих. Лодки несколько больших размеров, показанные на стр. 43, могут быть устроены с 6 ю спальными местами. При паровой машине едва удалось бы устроить 2 места.

Поэтому развитие применения моторных лодок поставило на очередь вопрос, как об удобном расположении кают, так

и о постройке их из легкого и прочного материала, чтобы, при небольших водоизмещениях не загружать лодки.

Основным типом каюты небольшой лодки остается расположение диванов, служащих и спальными местами, по бортам, при чем каюта делается проходной. Устроить каюту непроходной можно лишь на лодках значительно большего водоизмещения. Внутренний вид одной из кают показан на рис. 77, где видна довольно изящная отделка.

На моторных лодках большой величины каюты могут быть расположены по гораздо более разнообразным планам, чем на паровых яхтах, так как вся длина средней части корпуса остается свободной. Двигатель помещается обыкновенно ближе к корме.

В сравнении с паровой машиной, двигатель моторной лодки

Рис. 77. — Внутренний вид каюты с двумя диванами на моторной лодке небольшого водоизмещения,—около 12 метров длиной.



почти не дает заметного нагревания стенки каюты, прилегающей к машинному отделению, и можно пододвигать стенку весьма близко к самому двигателю. При прочном фундаменте дрожание делается незаметным, и лодка приобретает спокойный ход.

Чтобы *уничтожить шум выпуска газа*, весьма часто выпускают отработавшие газы в воду; если заботятся об уменьшении обратного давления вследствие сопротивление воды, то нужно протянуть выпускную трубу на некотором расстоянии вдоль борта над водой, и тогда охлаждение газов значительно уменьшает их объем, и почти уничтожает сопротивление. Выходное отверстие может быть несколько расширено в виде сплюснутой воронки, и тогда на быстром ходу за воронкой образуется вихревое движение, также способствующее охлаждению остатка газов.

Если заботятся не столько об охлаждении газа с целью уменьшения шума, сколько об использовании силы выходящих

газов для добавочного ускорения движения лодки, то можно идти одним из двух путей по выбору.

Можно использовать давление газов на воду в направлении обратном движению лодки, подводя газы по нескольким мелким трубкам, оканчивающимися раструбами к корме лодки в зону неполного гидростатического давления, а еще лучше пользуясь скоростью этих газов для протаскивания некоторого количества воды от зоны наибольшего давления (носовой) к зоне наименьшего (кормовой), выбрав эти зоны помощью упрощенных манометров: вертикальных стеклянных трубок, имеющих выходы к обследуемым частям корпуса на ходу.

Второй способ состоит в выпуске газов под дно лодки. Опыты показали, что для обычных скоростей грузовых судов получается заметное уменьшение трения воды о дно вследствие присутствия газовой прослойки. Но приходится делать кроме совершенно плоского дна еще и продольные и поперечные выступы на нем. Поперечные же выступы будут особенно вредны при сколько-нибудь значительной скорости. Кроме того, плоское дно трудно достижимо на моторной лодке крейсерского или гоночного типа.

Только водоскользители имеют плоское дно, но там при больших скоростях поперечные перегородки недопустимы. Следовало бы сделать опыт выпуска газов под дно гидроплана по нескольким продольным невысоким выступам, снабженным мелкими отверстиями. Вследствие быстрого хода, напр. 60 км в час, плоскость гидроплана, касающаяся воды, напр. в 4 метра длины будет проходить свою длину в 0,5 секунды, а за этот короткий промежуток газ, выпущенный в начальной линии соприкосновения дна с водой не успеет выйти по сторонам дна, и даст своей прослойкой уменьшение трения. Вопрос стоит того, чтобы сделать опыты.

Обязательные принадлежности. Всякая лодка должна быть снабжена целым рядом предметов, необходимых для плавания или, как говорят, — вооружена.

Кроме двигателя с винтом, сцеплением и переменной ходом а также рулевого управления, необходим якорь, лучше всего оцинкованный, с таковой же цепью длиной от 5 до 8 саженей смотря по глубине водного бассейна. Длинная цепь способствует лучшему захватыванию и надежнее при шквале, на течении или на сильной волне. В маленьких лодках применим, вместо цепи пеньковый трос. Затем необходим водоотливной насос, как для большей безопасности в случае обнаружившейся течи или небольшого повреждения корпуса, так и вообще для удобства выкачивания воды, накопляющейся от дождя, или при обмывании лодки или при залипании с носа брызгами при встречной волне.

Для приставания необходимы багры с наконечниками имущественно острыми. Тупые, так называемые яхтенные, малопригодны. Якорь, насос и наконечник багра показаны на рис. 78—80

Для плавания вдали от берега и вообще из предосторожности на случай тумана или шквала, следует иметь *компас* лучше всего с незамерзающей жидкостью, так называемый

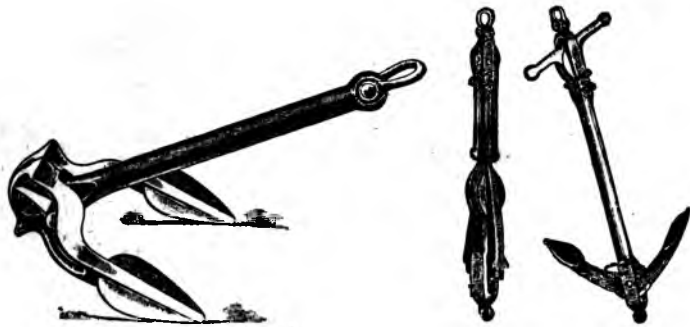


Рис. 78. — Различные системы якорей, удобныя для небольших лодок и судов. Слева американской без верхнего штока с поворотными лапами. Справа весь складной, наиболее удобны для малых лодок.

„морской“. Практично иметь его в ящике (рис. 81), хранить его в укрытом месте и ставить перед рулевым колесом, только на время действительной надобности. При тех же условиях полезен лаг (механический) для определения пройденного пути.

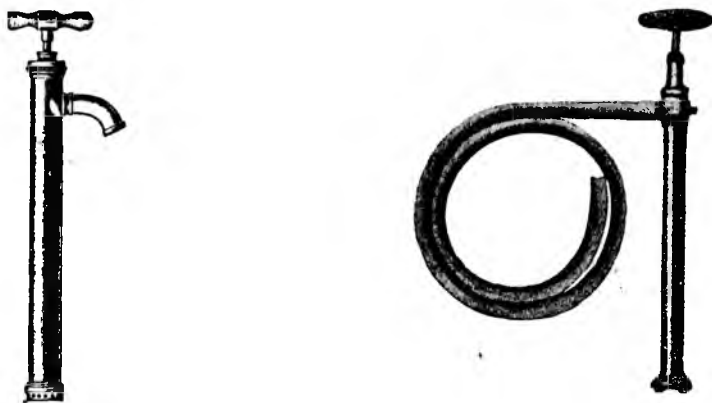


Рис. 79. — Водоотливные насосы. *Левый* — с короткой отливной трубой; *правый* — с длинной резиновой трубкой до 5 фут. Второй удобнее, так как может работать посредине лодки и не надо наклонять его.

Сигнальный аппарат также необходим. На паровых катерах дежно действует свисток, а здесь приходится ставить или обыкновенный гудок (автомобильный) или сирену автомобильную

или же маленькую для дутья. Хороши также свистки с насосом (рис. 82) На небольших моторных лодках для возможности

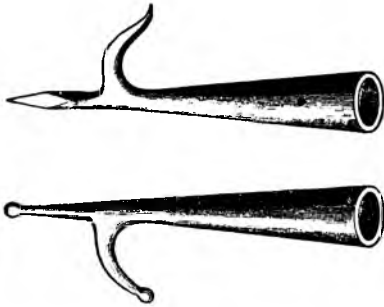


Рис. 80.



Рис. 81.

Рис. 80. — **Различные типы багров** (наконечники). *Верхний* — с острыми концами — обыкновенный. *Нижний* — с закругленными — яхтенный. Первый значительно удобнее и надежнее. Закругленные концы часто соскальзывают. Рис. 81. — **Компас для моторной лодки**, с хидкостью, в закрытом деревянном ящике. Компас „морского“ типа, выравнивающийся во всех направлениях.

браться до порта в случае остановки двигателя, полезно иметь пару весел и откидные уключины (рис. 83). Нужны фонари и обязательных огней: бортовых (правого—зеленого, левого—красного), переднего называемого «марсового» белого, и белого

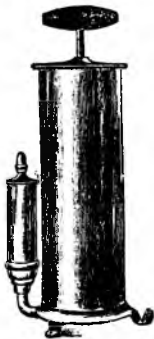


Рис. 82. — **Свисток для моторной лодки**, действующий от ручного насоса. Рис. 83. — **Откидная уключина**, полезная для моторных лодок малой и средней величины.

показывания с кормы нагоняющим судам. Такой же фонарь светом по всему кругу необходим при стоянке на якоре.

Существует, кроме того, весьма большое число менее обязательных принадлежностей, как-то, утки, клюзы, люки, с различного типа крышками, вентиляторы, иллюминаторы, стаканы для тента и флага и т. п. Многие из этих принадлежностей слишком дороги, чтобы возможно было ставить их все в тех случаях, когда заботятся об удешевлении цены лодки. В общем же все они полезны и увеличивают удобства и удовольствие водного спорта.

Некоторые из таких менее обязательных принадлежностей и частей оборудования лодки показаны на рис. 83—А, Б, В и Г.

Прожектор (слева в верхнем ряду рис. 83—А) устроен так, что может быть повернут и в вертикальном и в горизонтальном

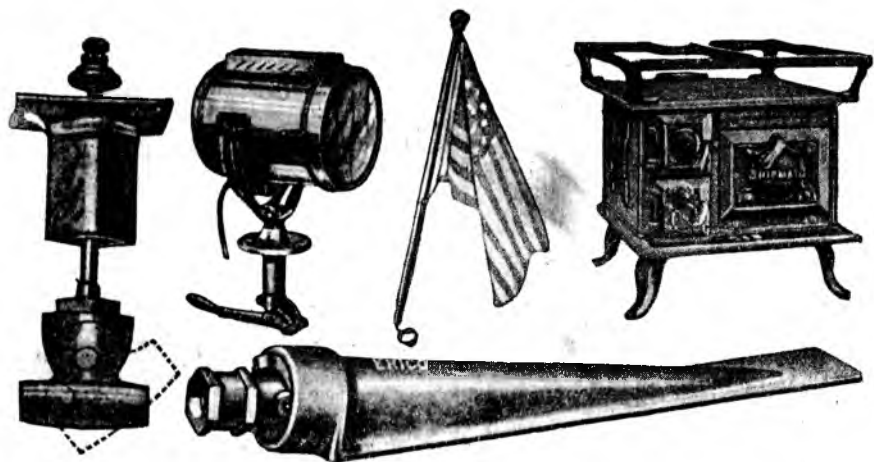


Рис. 83—А. Оборудование моторной лодки. Слева: упор для выступающего вала; прожектор, повертываемый из каюты по всем направлениям; флагшток с лампочкой наверху; плита с барьером наверху для качки и крена. Внизу: дейдвудная труба с сальником.

направлении посредством одной рукоятки внизу. Опускание рукоятки поднимает линию света прожектора, а поворот вправо и влево повертывает также и линию света.

Поэтому прожектор можно установить, напр., на потолке каюты и изнутри повертывать его во всех направлениях.

Флаг рядом с прожектором отличается тем, что флагшток имеет внутри проводник, а наверху электрическую лампочку,— обязательный огонь при стоянке на якоре или бакане. Свет конечно круговой, и так как на небольших моторных лодках никаких мачт обыкновенно нет, то это приспособление очень ценно, если на борту есть аккумуляторы.

Дальше справа,—маленькая *плита*, весьма полезная при сколько-нибудь продолжительных рейдах. Отличие от обыкновенной „земной“ плиты в заборчике, чтобы кастрюли не съехали

с плиты при качке, или при крене. Кроме того, топка, поддува и духовка надежно закрываются перекидными ручками.

С левой стороны показан регулируемый ложный подшипник — упор для выступающего конца вала, во избежание дрожания винта. Внизу — дейдвудная труба особой формы для отлого поднимающейся кормы, с нажимным сальником на вращающемся конце.

На рис. 83—Б показаны, начиная слева: непромокаемый костюм, полезный в свежую погоду одинаково, как на моторной лодке, так и на парусной яхте или лодке. Затем усовершенствованный фильтр для бензина, позволяющий выпускать время от времени все отложения, открывая на мгновение краник. Далее: наверху

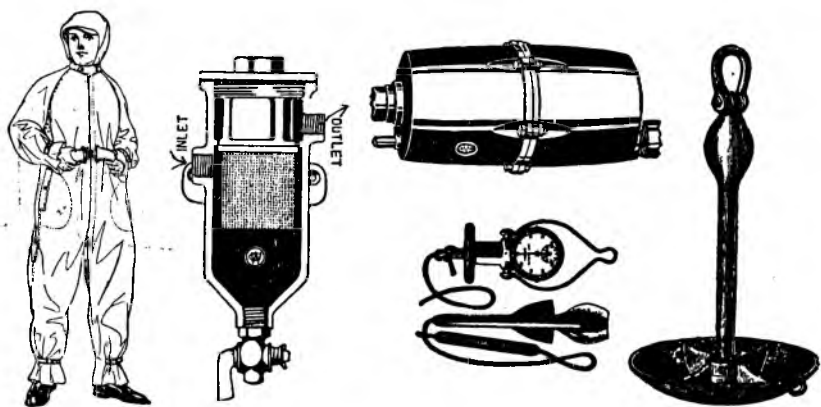


Рис. 83—Б. Оборудование моторной лодки. Слева: костюм для свежей погоды; фильтр с очистителем внизу; разборный глушитель; механический лаг; тарелочный (штормовый) якорь.

легкоразборный глушитель, а внизу — механический лаг для измерения скорости лодки; не забывать выбирать его, как только уменьшают ход, иначе тросс может попасть в винт. Справа: тарелочный якорь, считающийся даже более надежным для шквал и сильного течения.

Установки для электрического освещения и для заряд аккумуляторов, если на двигателе нет своей динамо, показаны на рис. 83—В. С левой стороны группа наименьшей мощности для маленьких лодок для непосредственного освещения без аккумуляторов, так как продолжительная работа одноцилиндрового двигателя с воздушным охлаждением без сильного тока воздуха от вентилятора невозможна из-за опасности перегрева двигателя. Обращают на себя внимание 4 пружинки, которые уменьшают дрожь корпуса от работы двигателя. Следующий по мощности двигатель (внизу справа) приспособлен для работы с аккумуляторами в 285 амп.-часов при 32 вольтах. Первая группа стоит в Америке 195 долл., а вторая с аккумуляторами — 520 долл.

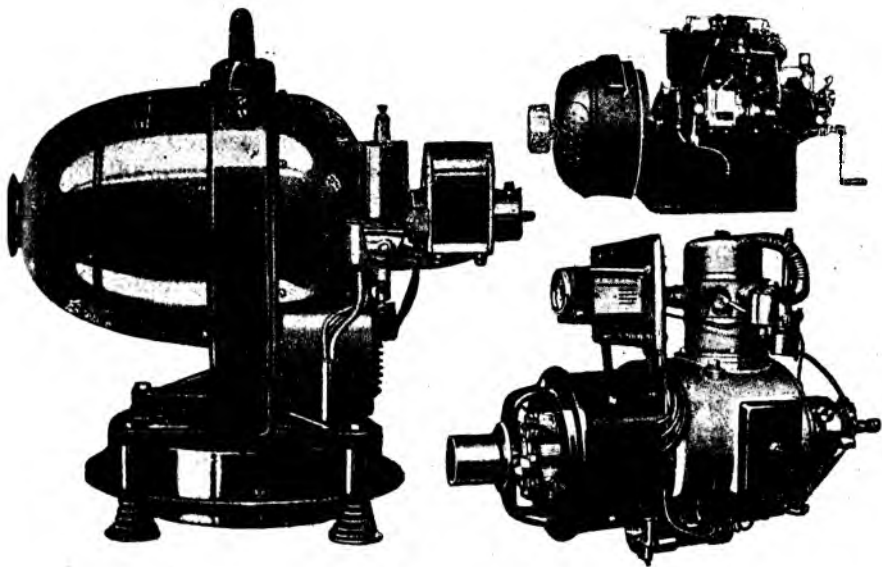


Рис. 83.—В.—Оборудование моторной лодки. Три группы различной мощности для электрического освещения и зарядки аккумуляторов на моторных (и парусных) яхтах различной величины.



с. 83—Г.—Устройство для пребывания на берегу, более или менее продолжительного, во время странствований на моторных лодках.

Третья группа (наверху) предназначена для больших лодок и яхт и может иметь двигатель до 15 л. с.

Приспособления немаловажного значения, для высадки и более или менее продолжительной жизни на берегу, показаны на рис. 83 — Г. Внизу справа матрац, надуваемый воздухом; слева — такой же матрац с простейшим приспособлением — защитой от ветра и дождя, — спальным мешком и угольником от ветра. Наверху — палатка на четверых и полное хозяйство снаружи.

Уют и изящество. Моторную лодку средней величины, где возможно разделить свободное пространство на несколько кают, обыкновенно стараются приспособить для удобного продолжительного пребывания на ней.

Этого достигают, главным образом, удачным расположением кают, при чем в большинстве случаев в том же корпусе строитель может разделить все свободное пространство на каюты так, или иначе, в зависимости от потребностей и вкуса заказчика.

Когда предпочитают ходить даже в далекие плавания большой морской команды, в своей тесной компании спортсменов, тогда удобнее ставить двигатель ближе к носовой части, чтобы в середине корпуса и кормовая часть составили одно целое. Тогда большое свободное пространство спереди остается для складывания провизии и мореходных принадлежностей.

Возможно ставить двигатель и ближе к корме; тогда в каюты помещаются в передней части.

Если имеют морскую команду, то тогда постановка двигателя посредине, несколько ближе к носу, образует естественное разделение корпуса на две части, при чем передняя, несколько меньшая, отводится для команды.

Различное расположение кают показано на стр. 42 и 43, а чем больше водоизмещение лодки, тем более разнообразно может быть и расположение кают.

Если только величина корпуса позволяет, отделяется место для кухни и для туалета, но иногда приходится мириться с тем, что как приготовление пищи, так и умывальник занимает место в общей каюте. Кухня удовлетворительно действует на керосиновой горелке типа «Примус» с накачиванием воздуха насосом от руки, хотя эти горелки неприятны тем, что сильно шумят. Спиртовая горелка также удобна, но развивает меньше тепло и хорошо действует лишь при полном отсутствии ветра (только в совершенно закрытом помещении). Умывальник, для экономии места, желательно ставить откидной, как показано на рис. 83. Полированная доска, отделанная в тон остального дерева яхты, делает его к тому же совершенно незаметным.

Но одно удобство расположения не дает еще полного уюта, и многие не жалеют денег на украшение внутренних помещений яхты всеми предметами, придающими в общей совокупности

уют как комнате дома, так и каюте яхты. Перечислять все эти предметы нет возможности, надо лишь иметь в виду, что все кажущееся излишним в коротком плавании, скрашивает однообразие более продолжительного плавания.



Рис. 84. — Откидной умывальник, удобный для яхт, так как в поднятом виде почти не занимает места.

Роскошь отделки зависит конечно от тех средств, которые спортсмен может отделить, но в общем на воде принята более роскошная отделка помещений, чем на берегу. Это объясняется отчасти вышесказанным о значении уюта для продолжительных плаваний, а с другой стороны меньшая величина помещений легче допускает роскошную отделку.

Установка двигателя. Двигатель устанавливается на фунда-

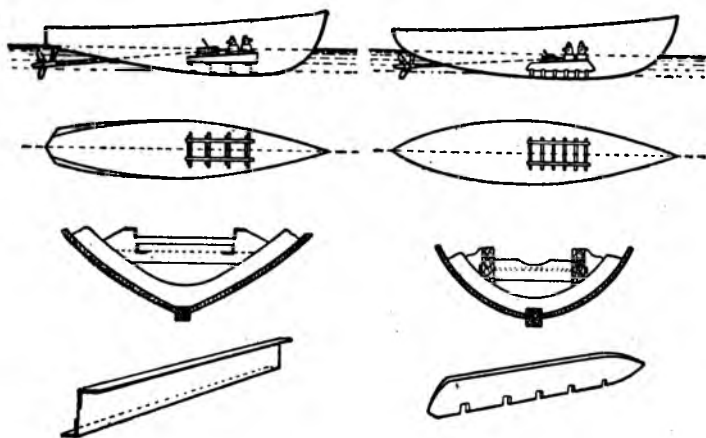


Рис. 85. — Установка двигателя и передаточных механизмов на фундаменте. Слева — металлический фундамент; справа — деревянный.

мент, который делается из дерева или из железа. Деревянный фундамент, (рис. 85 — справа) делается из двух толстых планок, поставленных на ребро и соединенных как между собой, так и со шпангоутами лодки посредством нескольких поперечных пла-

нок, по одной у каждого шпангоута. *Металлический* фундамент делается из полосового железа, которому придана рельсообразная форма или тавровая (рис. 85—левая сторона). Вместо поперечных планок, ставится такое же тавровое железо в поперечном направлении и приклепывается к металлическому днищу лодки. Фундамент сам по себе укрепляет лодку и чем он длиннее, тем лучше. Во избежание вредных сопротивлений и расшатывания корпуса лодки, все передаточные механизмы, а также упорный подшипник гребного вала, должны быть прикреплены к тому же фундаменту.

Если погружение той части корпуса лодки, где установлен двигатель, недостаточно, чтобы при горизонтальном расположении гребного вала винт шел на надлежащей глубине, — делают наклонную установку, как видно на этом рисунке. Иногда прибегают к карданным соединениям, но это не желательно.

* * *

Отдельно о гидропланах-водоскользителях.

Вопрос о гидропланах, как о наиболее быстром способе передвижения по поверхности сравнительно спокойной воды настолько важен, что им стоит занять отдельно несколько страниц.

Прежде всего, в чем *главная разница между гидропланом и гоночной лодкой?* Что дает такую большую разницу в затратах силы для такой же скорости передвижения гидроплана и лодки?

На ранее помещенных рисунках 38 и 31 выяснялась уже разница в строении корпуса и в особенности дна лодки и гидроплана. Всякая совершенно *плоскодонная лодка, когда ей придана* тем или иным способом *достаточно большая скорость становится гидропланом.* Всякая не плоскодонная лодка, крейсерская или гоночная—тетраэдровидная, тоже как бы *стремится стать гидропланом* на больших скоростях, но этому мешают во-первых, клиноватая форма передней половины корпуса, разбрасывающая воду в стороны (рис. 85—А, верхний рис.), а во-вторых, слишком большой угол подъема дна лодки в кормовой ее половине, и нужно чтобы, вследствие перемены положения корпуса, лодка приподнялась носом настолько, чтобы кормовая половина дна приобрела наклон вверх по направлению к носу, а не к корме. Разбрасывание воды по сторонам само по себе понижает гидропланное действие дна; нижняя половина того же рисунка ясно показывает, что гидроплан не разбрасывает воду по сторонам в сколько-нибудь заметном количестве.

Следующий рисунок 85—Б показывает три гоночных лодки в полном ходу. Из них две, ближняя и правая, идут с почти одинаковой постановкой корпуса, и можно сказать „нормальной“ для гоночной лодки, поскольку она может, *несмотря на клин своего дна, подражать гидроплану.* Третья же лодка (левая) слишком круто выходит из воды, что соответствует вероятно между

прочим и более крутому углу подъема дна к корме. Могут быть конечно и другие причины, напр., распределение нагрузки ближе к корме, большое уширение корпуса в середине длины, и другие подобные причины; в результате эта лодка отстает. Кроме того, нет красоты, а подходящая большая волна могла бы слишком сильно ударять в дно.

Что касается применимости гидроплана, то могло бы казаться, что все моторные лодки, предназначенные для быстрого хода, должны быть построены как гидроплан, на самом деле это не так, потому что *на волне лодка идет лучше, чем гидроплан*, который тогда теряет все свои преимущества, и становится обыкновенной плоскодонной посудиною, легко перевортывающейся на боковой волне, и не могущей развить даже среднего хода.

Поэтому как гидропланы, так и моторные лодки будут всегда иметь свои области применения.

Теоретически полезно было бы придавать дну гидроплана форму нижней поверхности крыла аэроплана, т.-е. вогнутую, с меньшим радиусом кривизны спереди, переходящим в больший радиус сзади. Но в аэроплане такая форма принята для использования также и разрежения на верхней поверхности крыла, чего нельзя конечно добиваться при непогруженном в воду крыле, а идущем лишь по поверхности воды. Кроме того, такая форма дна трудно выполнима на практике, сравнительно с плоской, и увеличивала бы глубину погружения конца поверхности, между тем как одним из преимуществ гидропланов считается малая глубина воды, необходимой для прохода гидроплана на полном ходу.

Система выступов на дне, как уже говорилось, является ныне спорным преимуществом, так как если выступов всего два, то мало изменяется система поддерживания водой, потому что первый выступ на ходу обыкновенно выходит целиком из воды, и получается лишь несколько больший угол наклона второго выступа, что может оказаться и невыгодным для скорости; наивыгоднейший наклон всего 2—3 градуса.

При нескольких выступлениях явление почти такое же, и нет надежды, как предполагали сначала, добиться равномерного, горизонтального поднятия всего корпуса, да оно было бы и неинтересно, потому что подъем носовой части полезен для преодоления встречаемых небольших волн. Другое дело при вполне погруженных поверхностях-крыльях, о чем уже упоминалось.

Для той же цели преодоления мелких волн, — больших волн все равно не преодолеть, — служит как заострение носовой части в виде утюга (рис. 85—А, нижний), так и второе заострение нижней части в виде закругленного шлюпочного носа (форштевня). Но такое заострение, как видно на рис. 85—В и Г и дальнейших, не считается обязательным. Все зависит от водной поверхности, часто ли она спокойна, или наоборот, а несколько и от

вкуса конструктора. Определенной формы носа гидроплана не установилось.

Нетрудно спроектировать гидроплан, превращающийся на

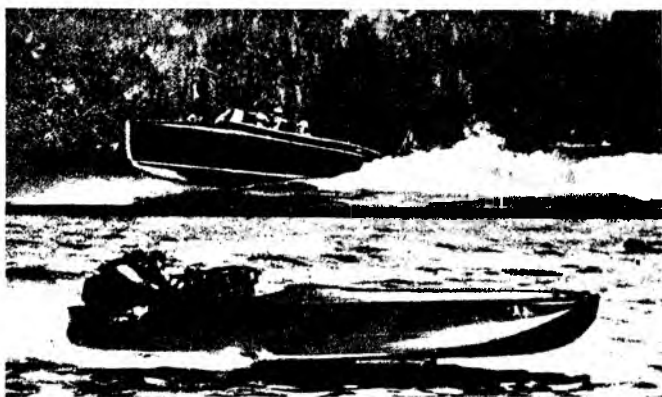


Рис. 85—А.— Сравнение действия на воду корпусов: гоночной лодки (наверху), и гидроплана с плоским дном (внизу). Лодка раскидывает клином средней части корпуса воду по сторонам, а это явление почти не замечается у гидроплана. Отсюда и разница в затрате работы а следовательно и в скорости.

волнении в моторную лодку гоночной формы. Если линии гоночной лодки и не будут вполне правильно выдержаны, то все же передвижение по волнам будет лучше и безопаснее, чем на плоскодонном гидроплане, делающемся на тихом ходу, на волне,



Рис. 85—Б.— Обычный и считаемый правильным (допустимым), выход передней половины корпуса из воды на полном ходу лодки, гоночной (передняя лодка и ближняя). Отстающая лодка имеет слишком большой угол выхода.

совершенно беспомощным, и боящимся каждой сколько-нибудь крутой волны. Такой гидроплан-лодку можно бы проектировать взяв за основание хотя бы нижний рис. 85—А, и начиная, напр

от цифры 6 на борту изменять форму дна, и бортов, сделав для этого гидроплан из тонкой гсфрированной стали с продольными полосами. Изменять форму дна из плоского на полукилевую



Рис. 85—В.



Рис. 85—Г.

Рис. 85 — В.— Небольшой прогулочный 4-х местный гидроплан с двигателем в 25 л. с., Скорость до 45 км в час на гладкой воде.

Рис. 85—Г.—Большой гидроплан сист. Ламбер (Франция) с двиг. в 125 л. с. Вес с полезным грузом—4000 кг. (240 пудов).

можно распорами между дном и прочными палубными бимсами (поперечными рельсами), удлиняя распоры помощью червяков, а при этом будет несколько изменяться и форма боковых стенок (бортов) из вертикальных в наклонные внутрь книзу кормовая



Рис. 85—Е.



Рис. 85—Ж.

Рис. 85—Е.—Тот же гидроплан, как на рис. Г, на полном ходу; разбрасывания воды нет. Скорость около 80 км. в час.

Рис. 85—Ж.—Гидроплан, как на рис. Д, на среднем ходу. Разбрасывание воды заметно.

часть может остаться совершенно плоской. Устойчивость на волне и в продольном и в поперечном направлении значительно улучшится.

Обратить такую гоночную лодку в плоскодонный гидроплан будет опять же делом одной минуты, даже несколько не

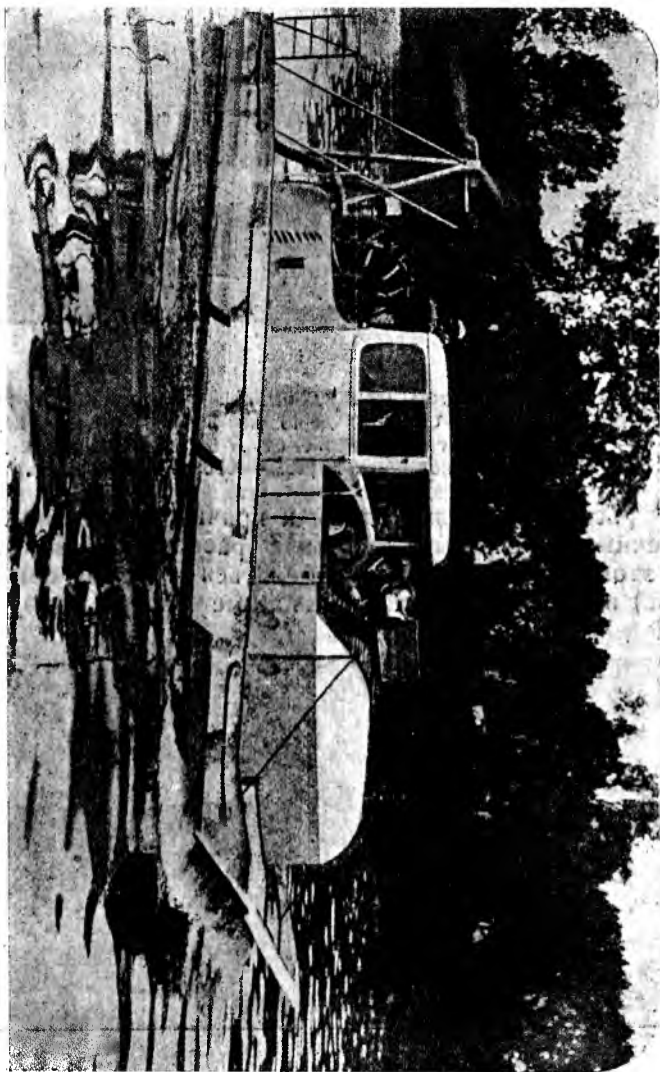


Рис. 85 — Д. — Такой же гидроплан (как на рис. Г) на малом ходу; впереди катится волна; сопротивление ненормально велико.

замедляя хода; на гладкой воде, по мере превращения лодки в гидроплан скорость будет постепенно увеличиваться¹⁾).

¹⁾ Автор, предоставляет это изобретение на пользу общественную, но с просьбой сообщать о результатах опытов, и на каждой лодке-гидроплане этой системы ставить карточку с указанием изобретателя.

На дальнейших рис. 85—В, Г, Д, Е и Ж, показаны три гидроплана с носовой частью такой же ширины, как и корпус, и следовательно эти гидропланы предназначаются для тихой воды; они действительно речные, для нешироких рек. У нас, напр., на Волге, или даже на Неве, где бывают довольно высокие волны, лучше строить гидропланы с заостренной носовой частью (дальнейшие рисунки).

На рис. 85—В—небольшой прогулочный 4-местный гидроплан с двигателем в 25 л. с. может достигать 40—45 км в час, тогда как 4-местная гоночная лодка с таким двигателем не достигнет больше 28 км в час.

Рис. 85—Г показывает гидроплан большого размера, известного французского конструктора *Ламбер*, и такие именно гидропланы, иногда еще большей величины и мощности, употребляются французами для срочных и административных сообщений



Рис. 85—З. Большой гидроплан (водоскользитель) с другой конструкцией носовой части—заостренной. Двигатель поднят к винту, что уменьшает устойчивость на поворотах и на волне. Сист. *Дюмон*.

в Африке, на реке Нигере. Двигатель авиационный в 125 л. с. Передача несколькими цепями Гаяля на вал винта.

На следующих трех рисунках гидропланы этой же системы и фабрики на ходу: на рис. 85—Д,—на малой скорости; 85—Ж, на средней скорости; 82—Е—на полной, наибольшей скорости, до 80 км в час. На такой скорости бокового разбрасывания воды нет, и только кормовая часть дна едва касается воды. Из 20 см погружения остается не более 8-ми.

Из гидропланов с заостренной носовой частью и даже с наклонными бортами в носовой части, показаны здесь пять конструкций, в общем однородных по линиям корпуса (рис. 85—З, И, К, Л, М и Н).

На рис. 85—З,—большой гидроплан с закругленными обводами и с высоко поднятым двигателем, чтобы избежать потери силы на цепной передаче. По типу корпуса и по постановке корпуса на ходу скорость его меньше, чем совершенно плоскодонного широкого гидроплана *Ламбера*.

Малый тип гидроплана с заостренным корпусом показан на рис. 85—И и К, где особенностью является пусковая рукоятка чтобы избежать небезопасной заводки за винт, здесь к тому же и затруднительной; затем глушитель, заменяющий третью стойку



Рис. 85—И.



Рис. 85—К.

Рис. 85—И.—Небольшой быстрый гидроплан с несколько заостренной и навесной носовой частью для возможности пользования им на средней высоте волне. Констр. Дюмон.

Рис. 85—К.—Двигатель того же гидроплана (И) 5-ти цилиндр. неподвижный с воздушным охлаждением. Широкая пустотелая третья вертикальная стойка служит глушителем. Пуск рукояткой.

Еще меньший тип гидроплана показан на рис. 85—Л, с его малым и легким 10 сильным двигателем. У этого гидроплана дно имеет один уступ, что объясняется тем, что он не может дать таких больших скоростей, когда передняя половина корпуса поднимается над водой. Поэтому и передняя четверть дна немного приподнята. Эта легкая деревянная конструкция доступна выполнению каждым любителем; двигатель же может быть поставлен от сильного мотоцикла, напр. от двухцилиндровых *Индиан* или



Рис. 85—Л.—Маленький 4-х местный гидроплан, доступный для перевозки на вспомогательных колесах на буксире за автомобилем. Двигатель в 10 л. с.

Гарлей-Дэвидсон, имеющих в большом числе у нас. Осадка на месте 20 см, на ходу—5 см.

Хорошее качество гидропланов еще и в том, что они проходят на полной скорости совершенно легко по водорослям, где

как известно ни на винтовом (с погруженным винтом) катере, ни даже на веслах не рекомендуется проходить. При 8 см. посадки

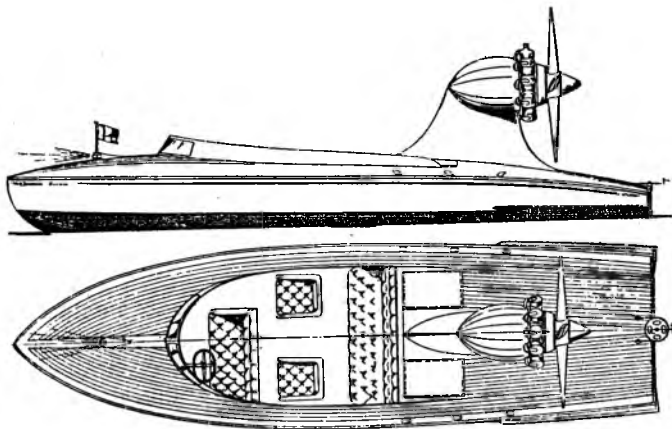


Рис. 85—М.—Специально гоночный опытный гидроплан с двиг. в 200 л. с. для скорости в 90 км в час. Строитель *Груббер*, Америка.

большой гидроплан пронесется легко через отмель, где в солнечный день, из-за желтизны песка кажется, будто нет совсем воды. Этим сокращается путь по извилистым рекам; гидроплан бросает все обставленные бакенами речные фарватеры и идет напрямик. Легко поднимается по быстринам.

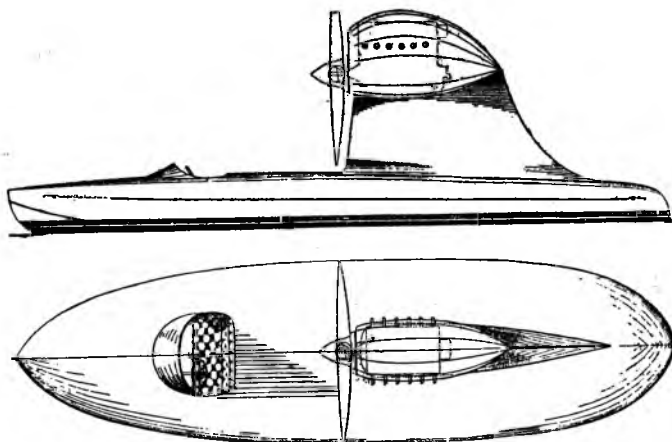


Рис. 85—Н.—Гоночный опытный гидроплан с двигателем в 450 л. с. для скорости в 140 клм. в час. Построен в Америке.

Два последних рисунка гидропланов, 85—М и Н, представляют недавно построенные в Америке специально гоночные

конструкции: Первый с двигателем в 200 л., корпус 28×8 фут. осадка 22 см. рассчитан на скорость 90 км. в час, а второй, с двигателем в 450 л. с., авиационным Либерти, корпус 32×9 фут. осадка та же, рассчитан на 140 км.

Практического значения для сообщения по рекам такие инструменты конечно не имеют, но как испытательные они дадут толчок более значительным по водоизмещению, но все же достаточно быстрым гидропланам.

При наших реках, представляющих прекрасные водные пути для гидропланов летом, и не менее удобные, при постановке гидроплана на лыжи, зимой, *следует распространять пользование этими простыми с механической точки зрения конструкциями.*

Сравнительно дорогой частью конструкции являются двигатели, если брать *авиационный тип*, и при том велика не столько первоначальная затрата, так как есть много вышедших из употребления авиационных двигателей, но вполне годных для этого дела, — но *часовая затрата* стоимости, ввиду сравнительной кратковременности работы таких двигателей. Поэтому, если бы у нас, на Волге напр., и на других реках хотели испробовать быстрее передвижение на водоскользителях большого размера, то был бы смысл ставить двигатели не бензиновые и не керосиновые, а *быстрооборотные нефтяные*, или же газосасывающие (газогенераторные), теперь достаточно разработанные за границей.

Секрет удачной конструкции в том, чтобы воспользоваться работой двигателей во время стоянок у пристаней. Обыкновенно стоянки у пристаней берут почти столько же времени, как и речное плавание.

Если заставить двигатели запасать сжатый воздух в резервуары во время стоянок, то на ходу можно легко получать двойную и даже тройную мощность сравнительно с мощностью двигателя, примерно на 2—3 часа, а этого больше чем достаточно, чтобы при 40—60 км. в час дойти до следующей пристани и там пополнить работой своих двигателей запас сжатого воздуха. Возможно устроить добавочное пополнение и от береговой машины, которая при больших промежутках между приходом гидропланов к пристани может быть и весьма небольшой мощности. Перепустить сжатый воздух дело нескольких минут. Отработавшие газы могут служить как для подогрева охлаждающегося при расширении сжатого воздуха, так и для уменьшения трения дна об воду.

ГЛАВА VII.

Практические советы и обязательные правила для передвижения по воде.

Управление лодкой; рулирование на спокойной воде и на волнении. Правила для предупреждения столкновения судов в море: обязательные огни; сигналы; расхождение судов. Предосторожности от пожара. Спасательные приспособления. Буксировка. Стоянка на якорю, на бакане и у стенки.

В гл. III объяснено действие руля. Практика управления показывает, что на той же лодке в руках опытного рулевого руль как бы начинает действовать лучше. В особенности разница заметна на волнении. У одного рулевого в лодку попадает с вершечек волны целое ведро воды, а другой проходит по таким же волнам почти без брызг. Зависит это, главным образом, от умения выбирать соответственный угол курса лодки к направлению волны. Итти прямо против волны — лодку очень заливают; итти боком или почти боком к волне — опасно, так как может перевернуть и во всяком случае получается неприятная качка. На сколько-нибудь крутых волнах лучше всего держаться под углом в 45° , уменьшая скорость движения, при чем желательно перед каждой сколько-нибудь высокой волной ставить лодку несколько прямее против волны, а затем в промежутках между волнами отводить нос в сторону. Получается движение по извилистой линии (рис. 86),

Если же курс далеко отступает от угла в 45° , по направлению к волне, как напр., из точки *A* в точку *B*, когда направление волн показано стрелкой *C*, то при крутой волне приходится итти по курсу, показанному извилистой линией, с одним большим перегибом *D* приблизительно под прямым углом. Если расстояние между точками слишком велико, чтобы можно было итти обходным путем с одним лишь поворотом, то идут с несколькими поворотами, по линии переходящей то по одну, то по другую сторону намеченного курса.

Чем больше водоизмещение лодки, тем реже приходится прибегать к таким предосторожностям.

На *спокойной воде* рулирование как бы проще, но на больших скоростях представляет некоторую опасность. Уже раньше

говорилось о влиянии центробежной силы, могущей даже вернуть лодку. Затем на быстром ходу, при резком повороте корму лодки начинает выносить и если две лодки идут рядом даже в расстоянии нескольких сажен, то корму может навалиться на другую лодку, идущую по своему курсу. Тогда вся вина рулевым, делавшем поворот. Кроме того резкий поворот слишком замедляет ход лодки, и на гонках от этого часто теряют.

Правила для предупреждения столкновения судов в море. Моторные лодки, в особенности небольших размеров, редко ходят в открытое море, но и вблизи берега, если только движение происходит вне порта, обязательны правила, установленные для открытой воды. Только на реках бывают свои особые прави-

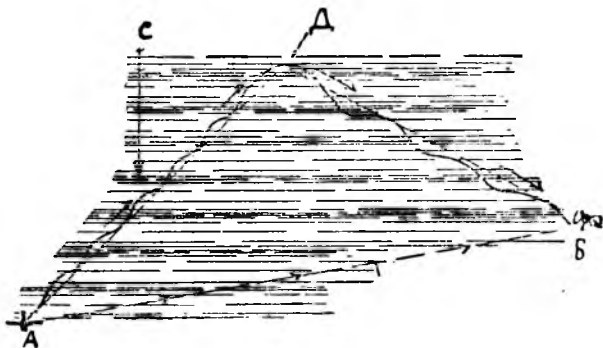


Рис. 86. — Отступление от намеченного курса при сколько-нибудь крутой волне, идущей не под углом 45° к курсу AB . Лодка идет по пути ADB держась под углом в 45° к направлению волны C . Путь лодки к тому же идет по несколько извилистой линии, противодействуя влиянию и опасности от каждой отдельной волны.

Расхождение судов. Два судна, имеющие механические двигатели, соблюдают при взаимных встречах следующие правила.

Если приближаются одно к другому прямо навстречу или почти противоположными курсами, то каждое должно несколько изменить курс вправо и расходиться левыми бортами. Если изменения курса одно пройдет довольно далеко от другого, изменять курсы не следует.

При пересечении курсов и если есть хоть малейшая опасность столкновения, то уступать дорогу должно то судно, кото-рое видит другое со своей правой стороны. Следует или замедлить скорость, или взять вправо, чтобы обойти встречное за корму, но не стараться, усилив ход, проскочить перед встречным (т.е. «обрезать нос»). Судно, которому дают дорогу, должно идти с прежней скоростью и не изменяя курса.

Судно с механическим двигателем должно при всех условиях уступать дорогу парусному, или хотя бы и механическому, но имеющему другие суда на буксире.

На реках и вообще в узких фарватерах, при том сколько-нибудь извилистых, бывает трудно держаться все время правой гороны и приходится расходиться иногда правыми бортами. Во избежание столкновения от ошибки маневра, дается после предупредительного сигнала встречи (одного продолжительного гудка), сигнал флагом, а в ночное время белым фонарем, в какую горону встречному следует держаться (так наз. „отмахиваться“). Флаг или фонарь (белый) переносится к соответственному борту дается продолжительный знак, опуская сигнал полукругом наружу.

Остальные сигналы: один короткий звук (гудок или свисток) изменение курса вправо — относятся к подающему сигнал; два коротких звука — изменение курса влево; три коротких звука — работа машины полным ходом назад. Короткий звук считается около 1 сек.

Весьма важно для безопасного расхождения, чтобы подавались тотчас же ответные сигналы, которые должны быть повторением поданного первым сигнала, и только в исключительных случаях сигнал может быть таким образом опротестован, и тогда, если заявление не принято, приходится замедлять ход, и даже давать ход назад.

На реках имеет преимущество и дает сигнал первым тот, кто идет вниз, а когда нет течения, напр. на озере, то действует общее правило расхождения судов, что преимущество имеет тот, кто видит другого со своего левого борта, и он дает первым сигнал т. е. дает дорогу тот, кто видит другого со своей правой стороны.

Ночью все суда несут *отличительные огни*. Паровые и вообще механические суда имеют отличительные огни — красный слева и зеленый справа, а спереди, несколько выше, белый огонь „марсовый“. Боковые огни должны быть видимы на 10 румбов, т. е. на $112\frac{1}{2}^\circ$, начиная от носовой линии. Таким образом, сзади поперечной линии (траверса) красный и зеленый огонь видны на $2\frac{1}{2}^\circ$ или на 2 румба, что составляет четверть прямого угла. Белый огонь должен быть виден на 20 румбов. Парусные суда среднего белого огня не имеют, а буксирующие суда имеют два или три белых, один над другим. Быстрые суда — добавочный белый огонь на второй мачте.

На корме допускается показывать белый огонь обгоняющему и иметь постоянный слабый белый огонь, но так, чтобы не был видим с носа. Мелкие парусные шлюпки и небольшие моторные лодки могут иметь один лишь белый огонь, освещающий по всему кругу.

На якоре обязателен белый круговой огонь.

При стоянии на мели на пути следования судов, над белым огнем держат два красных, также круговых. Судно, не могущее двигаться, держит только два красных.

Во время тумана, обязательно употребление свистка, гудка, трены или колокола. Сигналами этими пользуются и без тумана

при сильном ливне. На ходу через каждые 1—2 минуты продолжительный сигнал. Если машина остановлена, то два продолжительных сигнала с промежутком в 1 секунду. На якоре каждую минуту сигнал колоколом. Буксирующее судно или если судно может сойти с курса. — после каждого протяжного сигнала два коротких. Этот сигнал и для буксируемого. Затем следовало в тумане держать уменьшенный ход и следить за уменьшением времени между ответами и сигналами с других судов, что очевидно показывает, что суда сближаются. Поэтому следует медленно отвечать на услышанный чужой сигнал.

Сигналы бедствия состоят из беспеременно подаваемых звуковых сигналов в соединении, если можно, с выстрелами. Так пускуют ракеты, приспускают флаг и машут флагом на шесте.

Предосторожности от пожара. Пожар на воде гораздо опаснее, чем на берегу. При плавании на моторной лодке опасность возникновения пожара больше, чем на пароходу. Бензин легко воспламеняется, если бак или соединительные трубы имеют где-либо течь. Поэтому, чтобы плавание на моторной лодке было почти столь же безопасным, как на других судах, необходимо обеспечить себя от последствий протекания бензина. Резервуары должны быть возможно прочные, и лучше всего красной меди, затем идет по надежности желтая медь, а затем мягкая листовая сталь. Последний материал применяется в больших резервуарах. Пазы должны быть на заклепках и паяны; могут быть просто запаяны после двойного загиба. Гибкой листовой стали можно ставить заклепки или сваривать ацетиленом. Затем можно лудить или покрыть медью гальваническим путем.

Резервуары больших размеров должны иметь перегородки с отверстиями, чтобы предохранять стенки от сильных ударов жидкости при качке. Без этой предосторожности легко может появиться течь.

Опасно наливать бензин прямо в отделение корпуса, так как тогда течь трудно найти или даже заметить и еще труднее уничтожить. При столкновении и малейшем повреждении корпуса, бензин вытечет весь, при чем может залить всю лодку. Лучше всего придавать резервуару форму той части корпуса, он помещен, но оставлять свободный промежуток со всех сторон. Тогда удар должен быть очень сильным, чтобы повредить резервуар. Если снизу имеется подставка, в которую бензин будет стекать, и затем собираться в отдельный маленький резервуар, то опасность пожара чрезвычайно уменьшается.

Трубки должны быть медные, скрепляться с резервуаром посредством нажимной гайки, и в этом месте на резервуаре должна быть напаяна или наварена накладка.

Желательно разделять резервуары на несколько. Под бензином под давлением рекомендуется, так как можно ставить резервуар ниже, и он менее подвергается опасности.

Под карбюратором должен быть металлический лист с загнутыми краями со стоком для бензина, вытекающего из карбюратора в особый стаканчик, из которого его можно время от времени удалять. Пробка стаканчика должна быть из мягкой тонкой медной сетки, чтобы предохранить от воспламенения в стаканчике в случае вспышки в карбюраторе.

В моторных лодках более, чем в автомобилях, обязательно пользование во всасывающей трубе металлическими сетками для предохранения от вспышек в карбюраторе. Выпускная труба может быть или железная, или стальная; в последнем случае толщина стенок около 3 миллиметров. Если надо пропустить выпускную трубу через деревянный борт, необходимо вставлять ее в наружную трубу и между стенками пропускать воду.

Глушитель должен быть прочный, чтобы выдерживал случайные вспышки в нем, а можно обходиться и без него. Выпускная труба должна иметь колено, лежащее выше уровня воды и снабженное в верхней точке маленьким отверстием, чем избегается всасывание воды в двигатель на стоянке.

Во избежание накопления горючих газов у двигателя, в лодках, где двигатель в совершенно закрытом помещении, необходимо все время выкачивать со дна машинного отделения все жидкости, которые там собираются: масло, бензин в смеси с водой. Этим предохраняют от воспламенения газов в самом помещении машинного отделения. Почти необходимо иметь огнетушитель той или иной системы.

Спасательные приспособления. Возможность пожара на воде заставляет более, чем опасность потопления лодки, иметь спасательные приспособления на все число пассажиров, находящихся на борту. К обычно применяемым спасательным поясам большого размера, удобным, главным образом, лишь для бросания упавшему за борт, следует добавить так наз. спасательные жилеты, пробковые или из особой несмачиваемой ваты.

Буксировка. Приходится иногда пользоваться чужой помощью, иногда оказывать ее, беря на буксир потерпевшую аварию лодку. Необходимо иметь соответствующей толщины канат („конец“) или тросс и уметь, не останавливая вполне хода, взять другую лодку на буксир, или же подать конец на другую лодку, которая будет буксировать.

Первое легко удастся при правильном заходе параллельным курсом и в момент прохода кормой буксирующей лодки мимо носовой части другой, кидают или принимают буксир (канат или тросс), для чего он должен быть правильно смотан, чтобы во время перебрасывания он легко разматывался. Если канат толстый, то перебрасывают тонкий тросс с небольшим деревянным грузиком на конце.

Чтобы быть легко взятым на буксир, следует становиться параллельным курсом; если можно, следует двигаться по тому же направлению, а поданный буксир лучше всего закреплять посте-

пенно, давая несколько проскальзывать, т. наз. „травить“; без этой предосторожности буксир может лопнуть.

Стоянка.—На якоре или на бакане стоянка не представляет трудности, но надо рассчитать, чтобы было достаточно места при повороте лодки с изменением направления ветра. Длина якорной цепи должна быть раза в четыре больше глубины.

У стенки нужно заботиться, чтобы лодка не билась бортом, для чего спускают кранцы (подушки), которые на ходу убираются внутрь лодки. Затем корму или нос оттягивают к бакану или другому судну.

ОТДЕЛ II.

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

ГЛАВА VIII.

Причины разницы в конструкции лодочных и судовых двигателей от автомобильных.

Почему применение четырехтактных двигателей автомобильного типа не обязательно на воде. Допустимость и даже преимущества двухтактных. Связанные с сравнительным увеличением веса частей отличия в наружном виде и в пусковых приспособлениях.

1. — Главных причин предпочтения четырехтактных двигателей в применении к автомобилям—две: сравнительно большая мощность четырехтактного двигателя при том же весе и лучшее использование бензина или вообще жидкого топлива.

* * *

Первая причина в автомобильном деле является очень важной, так как потребная мощность автомобильного двигателя обуславливается главным образом общим весом всего автомобиля, (конечно, и той средней скоростью, которую желают достичь). Увеличение же веса двигателя будет увеличивать и вес всего автомобиля. Следовательно, при двухтактном двигателе пришлось бы облегчать раму, кузов или другие необходимые части автомобиля, чтобы достигнуть той же относительной мощности всего автомобиля.

Вторая причина — большой расход бензина в двухтактном двигателе имеет отчасти то же значение, что и первая, так как для одинакового пробега придется брать большее по весу количество горючего материала. Кроме того существует и важный вопрос экономии; при продолжительных пробегах разница в стоимости горючего материала может дойти до значительной суммы.

Двухтактные двигатели, могут, конечно, быть улучшаемы и расход бензина будет современем наверно уменьшен, но и четырехтактные двигатели также постепенно улучшаются в этом отношении.

Повидимому двухтактным двигателям небольшого размера— для лодок и мелких судов — никогда не удастся догнать четырехтактные в экономии горючего материала, так как главное условие, дающее такую экономию — сильное сжатие смеси перед вспышкой. Это именно условие и трудно достижимо в двухтактных двигателях малого размера.

В настоящее время можно принять, что хороший четырехтактный двигатель потребляет на $\frac{1}{3}$ менее, чем двухтактный.

Все эти замечания не могут относиться к большим судовым двухтактным двигателям мощностью более 100 л. с. на каждый цилиндр, где применением особых конструкций, о которых дальше сказано, возможно сравняться с 4-тактными.

Несмотря на несколько увеличенный расход жидкого топлива на моторных лодках мелкие двухтактные двигатели даже больше распространены, чем четырехтактные.

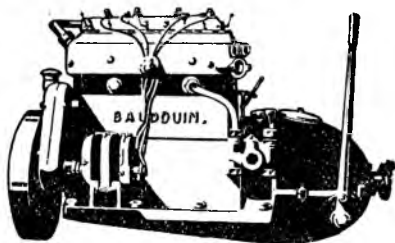
Причина в сравнительно более спокойной работе, что обусловливается тем, что при каждом обороте коленчатого вала получается один рабочий ход. Вместе с тем сжатие, а следовательно и давление газов при вспышке несколько меньше, отчего и толчки, ощущаемые при работе такого двигателя, значительно слабее. К этому надо добавить, что во время рабочего хода в большинстве двухтактных мелких двигателей получается сжатие смеси в картере, отчего сила обратного давления на корпус двигателя в течение рабочего хода еще несколько уменьшится. Двухтактные двигатели особенно применимы там, где относительная мощность, считая по весу двигателя, не имеет особенного значения. Действительно на моторных лодках, яхтах, даже небольших судах, двухтактные двигатели встречаются в большом числе. Тут увеличение веса самого двигателя хотя бы на 50% не имеет вредного значения, а между тем корпус лодки или яхты не испытывает вредных и к тому же весьма неприятных толчков, передающихся с отчетливостью по всей длине корпуса. Одноцилиндровый четырехтактный двигатель надо считать совершенно неприемлемым для моторных лодок и яхт, — так сильна и неприятна дрожь, когда двигатель работает в полную силу. Четырехцилиндровый четырехтактный двигатель может еще считаться удовлетворительным на воде. Двухтактный же двигатель работает относительно спокойно даже при одном цилиндре, а начиная с двухцилиндрового—толчки совершенно не заметны при сколько нибудь устойчивом корпусе.

2. — Связанные с сравнительным увеличением веса частей отличия в наружном виде и в пусковых приспособлениях. Наружный вид лодочных и судовых двигателей кроме самых легких типов для быстроходных лодок несколько отли

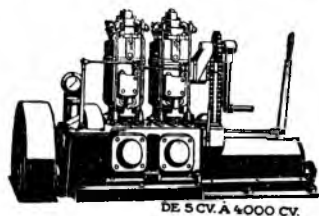
чается от наружного вида автомобильных двигателей. Работая нормально при меньшем числе оборотов, лодочные двигатели имеют более тяжелый маховик, а все движущиеся и неподвижные части делаются более толстыми с большим запасом прочности. Чрезмерное облегчение веса поршней, шатунов и коленчатого



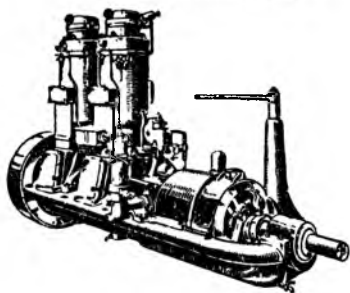
Рис. 87—А. — Типы двигателей, наиболее употребительные для малых и для больших моторных лодок. *Верхний*: одноцилиндровый, двухтактный, до 5 л. с., Альбин, шведский.



Второй: утяжеленный автомобильного типа, 4-х цилиндр., 4-х тактный, Боудвин. *Третий*: тяжелый 4-х тактный двухцилиндровый для промысловых и грузовых лодок и судов, от 5 до 4000 л. с.



Нижний: тяжелый тип — двухтактный (оба последние — полудизели, с раскаленным шаром на крышке цилиндра).



вала, имеющее большое значение для быстро вращающегося автомобильного двигателя, теряет такое существенное значение, как только число оборотов становится меньше 1000 в минуту, а тем более подходит к 400—500. Большой вес неподвижных частей, картера и цилиндра, способствует уменьшению дрожания двига-

теля во время работы. Наружный вид различных систем двигателей на рис. 87—А и след.

Для удобства сравнения наиболее употребительные типы двигателей для моторных лодок, рыболовных баркасов и для мелких судов, показаны сначала в малом масштабе на рис. 87—А.

На верхнем рисунке—одноцилиндровый лодочный небольшой двигатель обыкновенно не более 5 л. с. и чаще двухтактный, хотя встречаются и четырехтактные, напр. 87—Б, *Альбин*, Шведский. Четырехтактные, как уже говорилось, одноцилиндро-

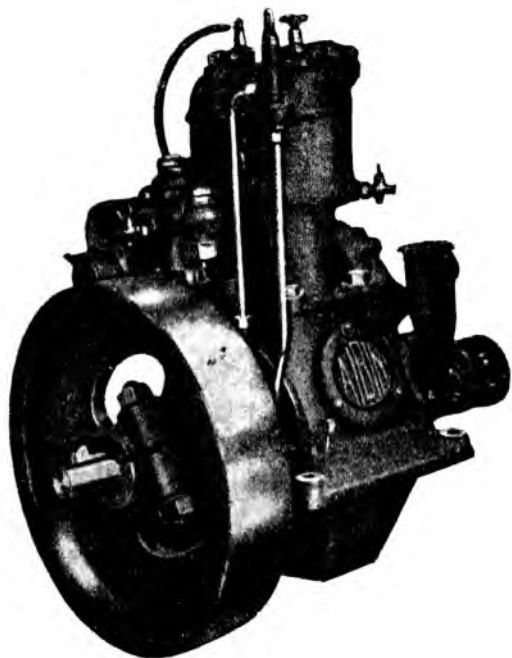


Рис. 87—Б. — Одноцилиндровый 4-х тактный бензиново-керосиновый двигатель для малых лодок и барок, промышленного типа, не требующих большой скорости. Сист. *Альбин*, Швеция.

вые дают заметную дрожь всего корпуса лодки; ослабляется дрожь от утяжеления конструкции и большого веса маховика, что и применено на этом двигателе *Альбин*.

Второй сверху двигатель—автомобильного типа, немного утяжеленного. Такие типы двигателей уже показаны на рис. 64—А, Б и В. Эти двигатели работают иногда на бензине, иногда на керосине, как напр. рис. 87—В. Другая сторона двиг. 64—А, но с пусковой рукояткой с переднего конца вала, вследствие того, что подогреватель для керосина занимает вообще много места, а здесь занял то место, где должна проходить пусковая рукоятка. Этот двигатель 87—В четырехтактный, как большинство многоцилиндровых быстрооборотных автомобильного типа.

Третий и четвертый двигатели на рис. 87—А утяжеленной конструкции для больших лодок и для судов малого и среднего водоизмещения, причем верхний тип четырехтактный и строится мощностью от 5 до 4000 л. с., и на рисунке представлена одна из малых моделей, которую еще можно пускать в ход рукояткой. Оба эти двигателя для тяжелого топлива, нефти имеют средне-высокое сжатие, недостаточное для самовоспламенения, и потому на головке цилиндров имеется накаленный шар, подогревание которого поддерживается сначала горелкой, а затем теплотой вспышек. Четвертый двигатель (нижний)—двухтактный.

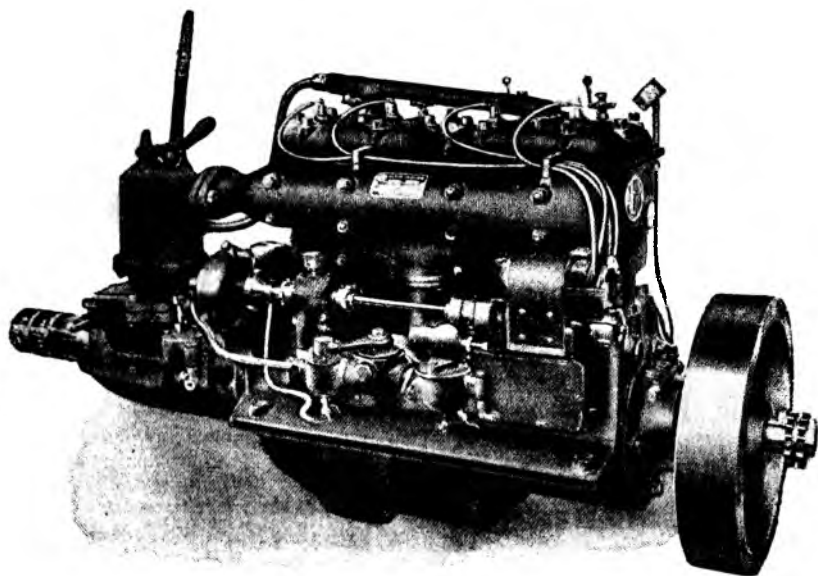


Рис. 87—В. — Утяжеленный автомобильный, специально лодочный тип для лодок средней быстроты; на бензине 35 л. с. при 1000 оборотах; на керосине — 32 л. с. Диаметр цил. 115; ход поршня 140 мм. Подогреватель керосина с левой стороны наверху; внутреннее устройство подогревателя на дальн. стран.

Такие двигатели, с зубчатой переменной направления вращения винта, и включая вес фундамента весят приблизительно в 10 раз больше, чем лодочно-автомобильный тип, показанный на рис. 64—А, Б и В, и 87—Б и В и в 15—18 раз больше чем легкий автомобильный, и в 20—30 раз больше авиационного. Обычный вес таких тяжелых лодочно-судовых двигателей почти 4 пуда (60 кг) на силу. Это даже несколько больше, чем для двигателя Дизеля с самовоспламенением, беря для сравнения даже тяжелые судовые типы Дизелей. Оно и понятно, так как Дизели работают при большем среднем давлении на поршень.

В еще больших двигателях со средним сжатием, мощностью от 200 до 450 л. с. (рис. 87—Г) применяется перемена направления вращения всего двигателя сжатым воздухом, так как зубчатый механизм перемены хода для таких мощностей уже ненадежен.

Двигатели типа Дизель, применяющиеся теперь повсюду на больших судах, не привились пока, в виду дорогой цены их и сравнительно малого числа оборотов, на средних и малых, но

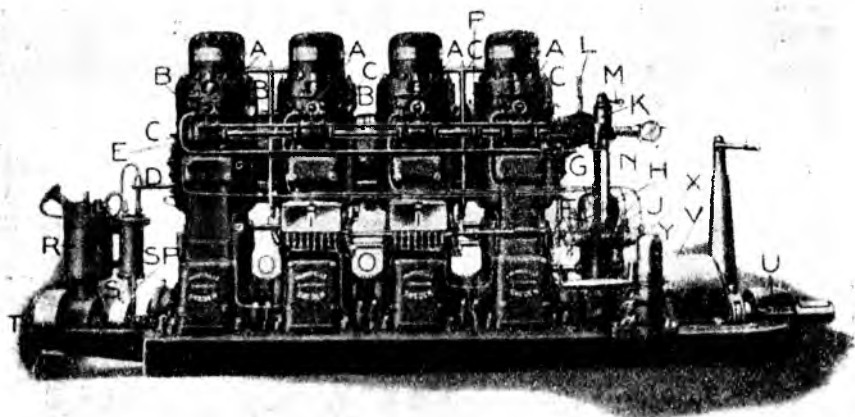


Рис. 87—Г. — Двигатели по средним сжатием (полу-дизели), работающие с правым и с левым вращением без перестановки кулачкового вала за заменой клапанов прорезами-окнами в стенках цилиндра (рис. 98), и с пуском в ход сжатым воздухом. Мощностью от 200 до 450 л. с.; 4-х цили.; двухтактные; зав. *Мунктелл*, Швеция. Вбрызгивание воды вместе с топливом увеличивает мощность на 15%, и уменьшает расход топлива на 10%. *A*, пусковые вентили, нажимаемые рычагами — *B*, выходящими из коробок *C*. — *D* и *E*, вал и ось для действия пусковыми кулачками. — *F*, насосы для горючего на корпусе *G*. — *H*, ручные рычажки для действия насосами. — *J*, запорные клапаны. — Рычажки: на приливе *K*; *L*, пусковой; *M*, изменения подачи топлива; *N*, остановки. — *P*, рычаг для воздушных клапанов снизу поршня. — *R*, компрессор с маховиком *T* в виде шкива, и с сцеплением *S*, действующим от рычага *SP*. — *V*, механизм сцепления трением с валом. — *U*, упорный подшипник. — *X*, насос для охлаждающей воды. — *Y*, вспомогательный водяной насос.

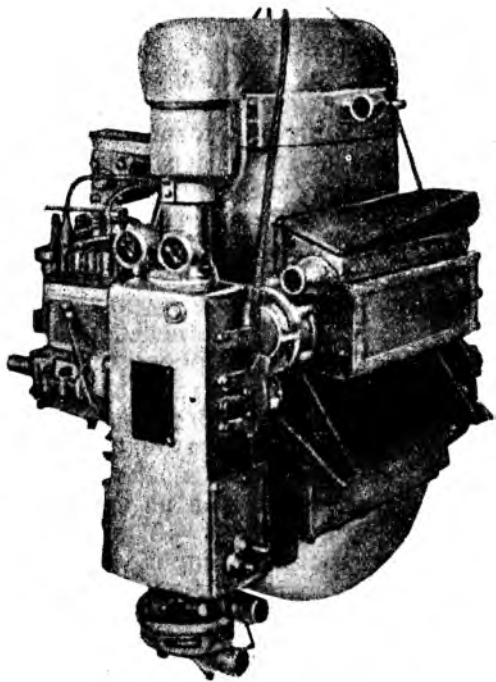
в последнее время появляются двигатели этой же системы *многооборотные*, делающие до 1500 и более оборотов в минуту. Наружный вид одного из таких двигателей показан на рис. 87—Д. Это американское исполнение двигателя французского конструктора *Attendu* (Аттендю). Первый двигатель его конструкции весил 10 кг на каждую л. с., что уже очень хорошо для двигателя типа Дизель, а третий образец (рис. 87—Д) всего только 2 кг, без фундамента и привода. Этот двигатель—двухтактный. При таком малом весе этот двигатель годится не только для гоночных

лодок, но и для аэропланов; внутреннее устройство показано на одном из дальнейших рисунков.

В этом направлении работают конструкторы также и других стран: напр. во Франции—*Мортон*; в Англии—*Нэпир*; в Германии—*Юнкерс*.

Главная трудность в надежной работе распылителя топлива при таком большом числе оборотов, и в достаточном продувании за тот короткий промежуток времени, который может быть уделен для этого в двухтактном двигателе; двигатели же эти стараются делать двухтактными, так как и для лодок

Рис. 87—Д.— Новый тип двигателя дизель с большим числом оборотов. При 1525 оборотах — 90 л. с. по официальному испытанию морской лаборатории в Америке. Вес меньше 2 кг на 1 л. с. Диаметр цилиндра 112 мм, ход поршня 175 мм. Сист. *Аттендю*.



и для авиации это удобнее по плавности работы. Теперь дошли уже до 125 л. с. при весе как сказано в 2 кг на силу.

3. Некоторые особенности двигателей для судов и лодок в пусковых приспособлениях. При пользовании двигателями внутреннего сгорания для моторных судов конструкция распределительного механизма несколько усложняется, в виду необходимости получать работу двигателя в обоих направлениях вращения. Также и пуск должен быть посредством механических приспособлений, кроме только самых малых моделей; пустить двигатель в ход посредством рукоятки совершенно невозможно, если винт сколько-нибудь значительных размеров. При двигателях больших сил к тому же вал винта не разобьется обыкновенно от дви-

тателя, так как приспособления для перемены хода вводом зубчаток для больших сил не надежны.

Кроме того, на воде бывает очень часто необходимо получить обратное вращение винта немедленно и без отказа. Другого тормоза на воде не имеется.

Между двухтактными и четырехтактными двигателями, как уже сказано, продолжается соревнование в отношении их применимости и надежности для передвижения по воде.

Можно признать, что на воде для двигателей средних мощностей, и притом, где пользуются тремя и более цилиндрами, четырехтактный круговорот предпочтительнее. Мелкие же двигатели, до 10 л. с., одно- и двухцилиндровые удобнее—двухтактные; также двухтактные применимы для мощности выше 100 л. с.

Пуск в ход достигается временным превращением двигателя в двухтактный посредством работы механически управляемых клапанов. Для доступа сжатого воздуха к началу опускания поршня с положения верхней мертвой точки открывается особый клапан, соединенный с резервуаром сжатого воздуха.

Для выпуска сжатого воздуха в следующие пол-оборота служит тот же выпускной клапан, который вообще предназначен для выпуска сгоревших газов, но действием добавочного кулачка на распределительном валу клапан открывается при каждом обороте двигателя. После нескольких (2—3) оборотов прекращают посредством особого приспособления действие добавочных кулачков и вместе с тем заставляют действовать впускной клапан для наружного (атмосферного) воздуха и насос для подачи керосина или нефти в камеру вспышки. Двигатель начинает работать, как двухтактный, при чем воспламенение смеси получается от накаливаемого чугунного шара на крышке цилиндра. Пускают иногда на керосине, а после 3—5 оборотов переходят на нефть.

Особенность распределительного механизма сравнительно с другими двигателями, имеющими впуск сжатым воздухом, заключается в том, что распределительный вал не имеет передвижных кулачков, также как не имеет и бокового передвижения. Проявление же действия тех или иных кулачков и прекращение их действия достигается поворотом отдельного распределительного вала с кулачковыми насадками. В зависимости от относительного расположения насадок на дополнительном валу и привода тех или иных насадок вниз, получается прижимание особых рычажков с роликами к вращающемуся распределительному валу, расположенному под дополнительным валом. Так как рычажки с роликом другим концом соединены с нижними концами соответствующих штоков, то ясно, что действие кулачков вращающегося распределительного вала будет проявляться лишь в те периоды, когда ролики будут прижаты к кулачкам.

Таким приспособлением обойдена трудность передвижения кулачков при упоре об них роликов или концов штоков. В некоторых системах ролики временно приподнимаются, дабы было

возможно передвижение. При системе, как напр. у Локе, возможно даже выключать постепенно по одному цилиндру от действия сжатого воздуха и переводить на работу керосином или нефтью. Также перевод на задний ход можно устроить, не дожидаясь полной остановки двигателя. Для этого нужно иметь на распределительном валике особые кулачки и соответствующие кулачковые выступы на дополнительном валу.

При двухтактных двигателях, все равно с клапанами, или без, пуск в ход, и даже перемена вращения сжатым воздухом происходит очень просто, так как нет надобности изменять моменты открытия клапанов относительно коленчатого вала; пусковые кулачки на особом валу должны все же быть. Так устроено на двигателе Мунктелл (рис. 87—Г).

Кроме того возможен электрический пуск в ход от аккумуляторов, и этим же способом легко достигается и обратное вращение для пуска в ход двигателя в обратном направлении, или даже для работы на короткое время от аккумуляторов, как в прямом, так и в обратном направлении.

Пусковые электродвигатели от аккумуляторов видны на рис. 64—А и Б.

ГЛАВА IX.

Ход газов и распределительный механизм в четырехтактных и в двухтактных двигателях.

В двигателе внутреннего сгорания вообще, в том числе и в лодочном, горючее вещество, смешанное с воздухом, должно быстро сгорать в закрытом помещении — цилиндре (s — на рисунке 88-м). Повышение давления, происходящее от повышения температуры вследствие химической реакции — горения, — является источником работы двигателя.

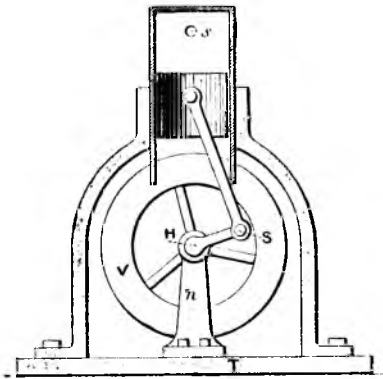


Рис. 88. — Основные части всякого двигателя с возвратно движущимися частями. — s , пространство цилиндра над поршнем. — S , кривошип, или цапфа — шейка колена вала. — H , центр главного вала (коленчатого). — V , маховик. — $л$, основание (стойка) для подшипников (коренных) главного вала. — T , фундамент-плита (основание).

Газ будет давить, конечно, одинаково во всех направлениях, но передвигаться (и, следовательно, совершать работу, потому что в механике — нет работы без передвижения и без преодоления в то же время некоторого сопротивления) будет лишь одна из стенок (дно поршня), которая испытывает меньшее сопротивление при передвижении сравнительно с крышкой цилиндра. Поршень передает давление и работу шатуну, а шатун — кривошипу S (или чаще колену) вала. Так как вал может только вращаться, но не передвигаться относительно цилиндра, то из линейного передвижения поршня получается вращательное движение вала, а также насаженного наглухо на нем маховика V . От вала (или от маховика) работа используется

в виде ли вращения других механизмов, или в виде прямой тяги, например, наматываемого на вал каната, по желанию в тысячах различных соотношениях и устройствах.

Части, имеющие возвратное движение: поршень и шатун — показаны более подробно на рис. 88-А.

Наверху виден собранный шатун с поршнем и с кольцами на нем, а внизу то же, но в разобранном виде. Назначение и на-

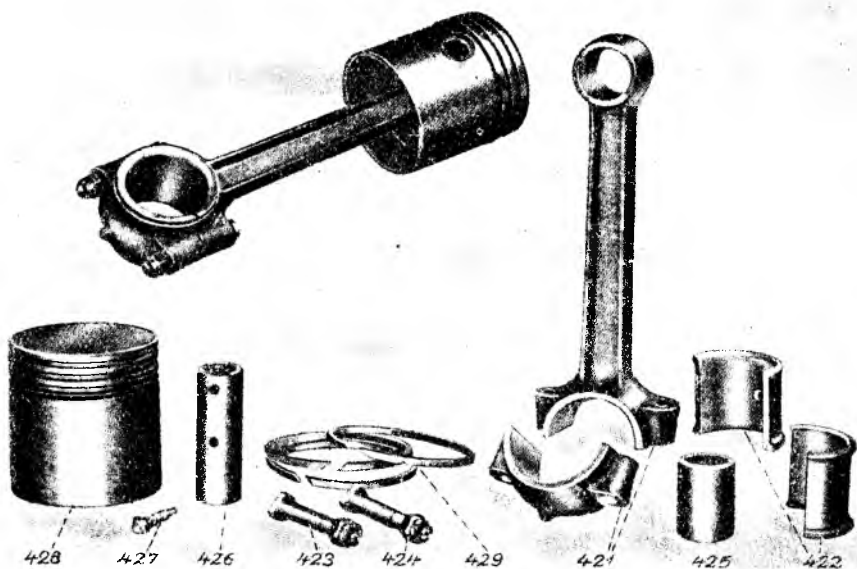


Рис. 88-А.—Шатун с поршнем: в собранном виде (наверху) и отдельные части—внизу: 428, поршень.—427, болтик, закрепляющий на месте поршневой палец 426. — 423 и 424, болты, затягивающие подшипник, нижнюю головку, шатуна.—429, поршневые кольца.—421, шатун и накладка подшипника (нижнего). — 425, втулка для верхней головки (серьги) шатуна. — 422, вкладыши нижней головки.

вание каждой из этих отдельных частей — в подписи под рисунком.

Следовательно, эти простейшие необходимые части всякого двигателя (с возвратным движением) являются основой такого двигателя. Упомянем здесь только, что существуют еще простейшие по идее двигатели, без „возвратного движения“, но легко применимые для пара (паровые турбины); они для внутреннего сгорания недостаточно разработаны и даже находятся пока в зачаточном состоянии, и потому для лодочного дела не имеют пока практического значения.

Давление газа на дно цилиндра, мало заметное в фабричных установках или в автомобиле, при его относительно большом весе, проявляется более чувствительно в легких машинах-моторных циклах, и на малой скорости вращения, когда каждая вспышка ясно отличается от другой, а к тому же и сопротивление поршню движению больше, — мотоцикл весь идет неровно, прыгая. В моторной же лодке, хотя общий вес ее и велик, вследствие упругости корпуса может получиться неприятное раскачивание или дрожание всего корпуса. Давление же газа на боковые стенки цилиндра взаимно уничтожается, по диаметру круга в каждой точке, если только стенки цилиндра достаточно прочны, чтобы выдерживать это давление без разрыва.

Каждое отдельное быстрое сгорание смеси в цилиндре производит толчок (кратковременную работу) и поршень начинает двигаться более или менее быстро, в зависимости от величины встречаемого сопротивления этому движению; коленчатый вал приобретает вращение, которое вскоре прекратилось бы вследствие сопротивлений вне двигателя (полезной работы на вращение винта) и от различных трений в двигателе.

Когда же отдельные толчки от последовательных вспышек следуют часто один за другим, то они сливаются в почти непрерывное давление, в особенности, если в двигателе несколько цилиндров, а число оборотов в минуту велико.

Плавности вращения помогает в значительной мере маховик

В лодочных двигателях цилиндры обыкновенно так, как в этом схематическом рисунке, т. е. над коленчатым валом, и что цилиндры находились постоянно на одинаковом расстоянии от вала, их прикрепляют к тому же основанию двигателя T , к которому крепятся и подшипники коленчатого вала H , так называемые „коренные подшипники“. В сравнительно редких случаях в лодочных двигателях бывает наклонное (вверх) расположение цилиндров над коленчатым валом, иначе называемым „главным валом“, а для еще реже — горизонтальное расположение.

При самом приступе к изучению явлений в двигателе следует изучить основы обоих применяемых циклов: четырехтактного и двухтактного.

Лучше начать с четырехтактного, как более легкого для усвоения, несмотря на кажущуюся сравнительную сложность.

А. Четырехтактный цикл.

Для четырехтактного двигателя примем порядок объяснения не с рабочего хода поршня, а соответствующий действительно ходу явлений при пуске двигателя в ход, когда первые обороты двигателя делают от руки, или в последнее время — часто самопуска того или иного устройства: сжатым воздухом, электрическим двигателем и т. п.

Для того, чтобы могла быть произведена смена явлений впуска и выпуска газа, необходимо присутствие клапанов (или порезов) на крышке или на стенках цилиндра, и эти клапаны должны открываться и закрываться механически в нужные моменты в связи с положением поршня и с циклом двигателя. Будем при ознакомлении с циклами считать, что клапаны в нужные моменты безошибочно открываются и закрываются.

К такому порядку объяснений тактов, с показанием открывания и закрывания клапанов, приурочены схемы на рис. 89. Вращение двигателя — здесь по часовой стрелке.

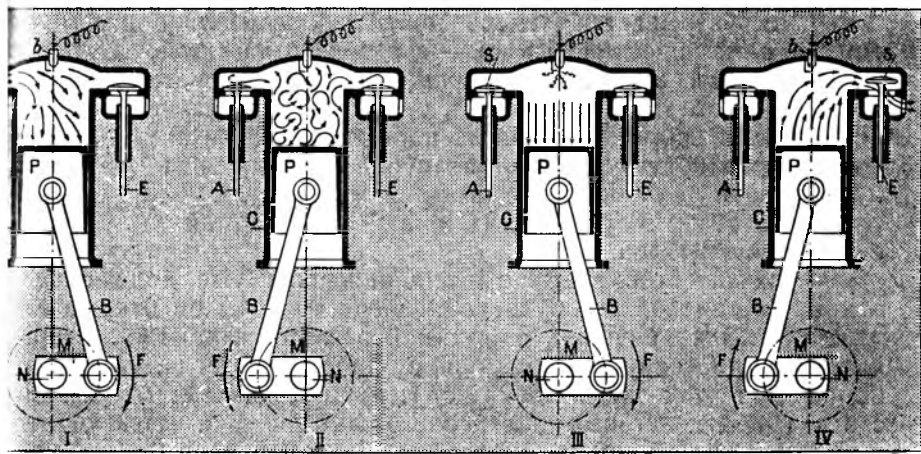


Рис. 89. Схематическое действие всех четырех тактов двигателя, при двухстороннем расположении клапанов, механически поднимаемых. *Схема I.*—Впуск (всасывание). *Схема II.*—Сжатие. *Схема III.*—Рабочий ход (вспышка). *Схема IV.*—Выпуск.—С, цилиндр.—P, поршень.—B, шатун.—N, главный вал двигателя.—M, колено вала.—b, свечка.—S, S, головки клапанов.—A, стержень впускного клапана.—E, стержень выпускного клапана.—Стрелка F, показывает направление вращения маховика.

Первый полуоборот. (Схема I). Первый такт. Всасывание смеси.

Впускной клапан A действием распределительного механизма, подобного открывающему выпускной клапан, открывается, а выпускной клапан — закрыт.

При опускании поршня (безразлично действием ли рукоятки, или работой электрического самопуска, или же инерцией маховика) происходит разрежение в цилиндре над поршнем, вследствие увеличения объема цилиндра над поршнем и тогда горючая смесь (бензина, или другого горючего с воздухом) заполняет цилиндр, образуясь в тот же промежуток времени в особом приборе-карбюраторе. (На схеме не показан — присоединяется к всасывающей трубе).

Второй полуоборот. (Схема II). Второй такт. Сжатие смеси. Поршень идет обратно — поднимается (дойдя в конце первого такта до наиболее нижнего положения, — до „нижней мертвой точки“). Колено вала прошло также свое нижнее положение, вертикальное — „нижнюю мертвую точку“. Движение происходит или под действием инерции маховика, или в соединении с действием рукояткой или электрическим пусковым приспособлением, или от их совместного действия. Оба клапана закрыты и газ сжимается (стрелки, изображающие газ, показаны изогнутыми; газ не находит выхода).

Третий полуоборот. (Схема III). Третий такт. Рабочий ход. Смесь взрывается (теперь, почти исключительно для легкого топлива электрической искрой — в свечке *b* на схеме, а для тяжелых иногда запальным шаром, чаще же самовоспламенением сжатия — сист. Дизель), сгорает, температура и давление быстро повышаются; давление газов на поршень (до 25 — 30 атм. в начале хода) производит работу, вращая главный вал двигателя и сообщая к тому же запас инерции маховику.

Четвертый полуоборот. (Схема IV). Четвертый такт. Выпуск отработавших газов.

К началу этого такта выпускной клапан уже должен быть открыт (в дальнейшем будет объяснено, почему он открывает даже несколько раньше), а впускной остается закрытым. Сгорающая смесь (а если бы смесь почему-либо не сгорела, то явление происходит так же, только с меньшим давлением) выходит сначала под действием внутреннего давления, а затем остаток выталкивается поршнем. В этот такт, как и в первые два, движение поршня происходит от инерции маховика.

Механизм действия клапанов не сложен. Главные части этого механизма видны на рис. 90.

Здесь взят двигатель с двухсторонним расположением клапанов: слева всасывающие, справа — выпускные. Выпускной узнается по более широкому кулачку под ним, так как этот клапан должен держаться открытым больше времени, чем всасывающий; объяснение в дальнейшем.

На центральном большом рис. 90 (стр. 136) изображено положение тотчас же после прохода верхней мертвой точки поршня по окончании выпуска газов и при начале всасывания: всасывающий клапан начинает открываться действием своего (более заостренного) кулачка, который начинает приподнимать роли вращающийся на оси на нижнем конце толкача. Толкач представляет промежуточный стержень, толкающий своим верхним концом стержень клапана.

На верхнем конце толкача имеется *регулирующее приспособление* из болтика с контргайкой, и это позволяет устанавливать правильный просвет между толкачем и стержнем клапана. Просвет же необходим, чтобы грибок клапана плотно садился в свое седалище. Просвет не должен быть слишком велик, т

как тогда подъем клапана будет меньше рассчитанного, и будет слышен кроме того стук; ни слишком мал, — чтобы при разогревании стержня клапан не остался открытым. Возможен тогда пожар и во всяком случае нарушение работы двигателя.

Возвращается клапан в закрытое положение пружиной, опирающейся нижним концом на шайбу и на чеку, пропущенную сквозь пропил в стержне клапана.

Над клапаном имеются винтовые медные пробки, чтобы можно было вынимать клапаны вверх, а в одну из пробок иногда ввинчивается свечка (над всасывающим клапаном — для лучшего охлаждения), видная на рисунке.

Передача вращения на распределительные валики, несущие кулачки, производится зубчаткой на главном (коленчатом) валу двигателя, находящейся в сцеплении с зубчаткой вдвое большего диаметра, посаженной на распределительный валик. Иногда имеется промежуточная зубчатка, но это не меняет отношения скоростей вращения. Применяется для уменьшения шума зубчаток цепь, охватывающая все зубчатки, в том числе даже и для магнето и для насоса.

На этом же рисунке видны *поршневые кольца* (в разрезе, на верхней части поршня), которых здесь 4, что делается в двигателях со сравнительно медленным вращением, и большим сжатием. Это и встречается часто в условиях работы лодочного двигателя; в автомобильных чаще 3 кольца.

Маленькие рисунки, 1—6, вокруг большого рис. 90, показывают работу клапанов, соответственно с ходами поршня, начиная с выпуска, т. е. с конца третьего такта (объяснение под рис.).

Двигатель на этом рисунке имеет *децентровку* коленчатого (главного) вала, что ведет к более близкому к перпендикуляру и к центральной линии цилиндра положению шатуна во время рабочего хода поршня.

Стенки цилиндра меньше изнашиваются и, кроме того, увеличивается мощность двигателя на 1—2%.

На этом же рис. ясно видны *рубашки водяного охлаждения* вокруг цилиндра, клапанных коробок и над камерой сжатия.

Как видно из схем вокруг рис. 90, моменты открытия и закрытия выпускных и всасывающих клапанов *отстают от простейшей схемы*, представленной на рис. 89.

Эти отступления довольно значительны, и как величина их, так и причины приведены в дальнейших строках.

* * *

Время открытия и закрытия клапанов. Как впускной, так и выпускной клапаны открываются и закрываются с некоторыми отступлениями от простейшей схемы, изложенной при объяснении к рис. 89.

Так впускной клапан открывается несколько позже прохождения коленчатым валом верхней мертвой точки ($5-10^\circ$). Закрывается также несколько позже нижней мертвой точки, а именно $20-25^\circ$.

Таким образом впускной клапан остается открытым в угловом протяжении около 195° ($180^\circ - 10^\circ + 25^\circ$).

Выпускной клапан, открываясь, в среднем, на $45-50^\circ$ раньше нижней мертвой точки, закрывается на 5° позже верхней мертвой точки.

Следовательно, выпускной клапан остается открытым в протяжении приблизительно 230° ($180 + 45^\circ + 5^\circ$).

В иных случаях конструкторы значительно отступают и от этих средних величин; чаще в мотоциклах и в гоночных машинах.

Цель этих отступлений: увеличить промежуток времени, когда клапаны открыты. Таким способом в отношении впуска увеличивают количество смеси, попадающей в цилиндр (так называемое „наполнение цилиндра“), а в отношении выпуска обеспечивают более полное удаление сгоревших газов.

Только случай запаздывания открытия впускного клапана как бы противоречит этому, но приходится считаться с запаздыванием закрытия выпускного клапана и оставить между этими двумя явлениями промежуток (хотя бы в $3-5^\circ$). Но иные конструкторы не считают с этим и допускают так называемое „перекрытие“ клапанов, и оставляют выпускной клапан открытым на $10-15^\circ$ и даже больше, позже открытия впускного клапана, рассчитывая на высасывающее действие струи сгоревших газов, выходящей с разгона с большой скоростью; воспламенения же свежей смеси от соприкосновения с еще горячими газами, идущими в этот момент по выпускной трубе, как показала практика, не происходит, при условии правильного, т.-е. быстрого сгорания смеси; если бы такая опасность вспышки существовала, то она могла бы проявиться и без перекрытия клапанов, так как в камере вспышки остаются все равно сгоревшие газы, имеющие температуру, равную с теми газами, которые идут в этот момент в выпускную трубу.

Запаздывание открытия впускного клапана иные считают желательным, даже независимо от предыдущего, для правильной карбюрации, чтобы при открытии клапана сразу получалось достаточное разрежение в карбюраторе, но это соображение применимо только для одноцилиндровых двигателей.

Запаздывание же закрытия впускного клапана полезно несмотря на кажущуюся бесцельность, так как поршень в первые 15° поворота коленчатого вала почти не поднимается вверх, а между тем газ вследствие инерции успеет еще войти в некотором количестве в цилиндр.

Опережение выпуска оказывается выгодным, несмотря на потерю части работы, так как уменьшает обратное давление газа в четвертый такт двигателя.

точки, — встречаются чаще всего в увеличенном опережении открытия выпускного клапана, доводимым до 60 и даже до 70 в некоторых быстрооборотных двигателях, преимущественно устраиваемых для состязаний; при малых оборотах такой двигатель будет давать гораздо меньше силы.

Моменты, по отношению к мертвым точкам, и продолжительность (угловая) действия клапанов показаны на рис. 91.

Изменение момента открытия и закрытия клапанов. — Скандинавское об опережении и запаздывании открытия и закрытия клапанов показывает важность их установки, притом из опыта выяснено, что для каждой скорости вращения величины опережения и запаздывания должны бы изменяться. Это требовало бы довольно сложных приспособлений, если желательно изменять опережение во время работы двигателя, а потому такие приспособления почти не встречаются; иные конструкторы ограничиваются только переменной распределительного валика с кулачками для временного увеличения мощности, напр. для состязаний. Введение в практику подобного усовершенствования — дело будущего.

Моменты изменяются также и от *естественного изнашивания кулачков*, вследствие чего моменты открывания все больше опаздывают сравнительно с нормальным, в особенности относительно выпускного клапана, где давление в момент подъема велико и кулачок быстрее истирается. Моменты закрытия изменяются весьма мало, вследствие сравнительной медленности истирания соответствующей стороны кулачков.

Б. **Ход газов и распределительный механизм в двухтактном двигателе.**

1.—Смесь газов сжимается в картере. В двухтактном двигателе должны произойти с газами все те явления, какие известны из описания работы четырехтактных двигателей обыкновенного автомобильного типа ¹⁾.

Сначала газы должны пройти из карбюратора по всасывающей трубе в двигатель (I такт); затем газы должны быть сжаты для получения большей полезной работы (II такт); после этого газы (будучи воспламенены электрической искрой или другим каким-либо способом) произведут работу (III такт); наконец отработавшие газы должны быть удалены из двигателя (IV такт).

Таким образом должны произойти 4 явления: *всасывание, сжатие, работа и выпуск газов*, но вместо четырех движений поршня, предоставляемых для такого круговорота в 4-тактном двигателе, — в двухтактном двигателе все это должно произойти в два такта, т. е. при двух движениях поршня (при одном обороте коленчатого вала).

¹⁾ Такая система применяется часто у судовых дизелей.

Затруднение в распределении газов встречается еще в том, что из двух тактов один должен обязательно быть оставлен для работы поршня, следовательно на три остальные явления остается только один такт.

Практически удалось разрешить эту на первый взгляд довольно трудную задачу следующим образом.

Газы всасываются из карбюратора не в верхнюю часть цилиндра, а попадают в картер, при чем разрежение получается во время хода поршня вверх, когда в цилиндре происходит сжатие смеси. Таким образом всасывание смеси, хотя пока еще и не в цилиндр, выполняется в тот же такт, что и сжатие.

Оставалось еще поместить куда-либо четвертый такт, т.е. выпуск газов. Этому явлению отведен конец рабочего хода поршня, при чем для более успешного выпуска газов в этот короткий промежуток времени пользуются давлением газов (взрывчатой смеси), сжатых во время рабочего хода поршня в картере. Смесь эта, имея давление более атмосферного, до $1\frac{1}{4}$ атмосферы, быстро направляется в нужный момент по соединительной трубе в цилиндр двигателя с противоположной стороны от выпускного отверстия, отводится особой пластинкой в верхнюю часть цилиндра и таким образом как бы выметает оставшиеся еще в цилиндре отработавшие газы. На выпуск газов не уходит, следовательно, целого такта, а лишь малая часть такта.

Из сказанного при описании четырехтактных двигателей видно, что особенное значение следует придавать полному выталкиванию отработавших газов. Для этого выпускной клапан не только открывается значительно раньше, но и закрывается несколько позже крайнего положения поршня. В двухтактных двигателях выпуск газа происходит в столь короткий промежуток времени и таким сравнительно несовершенным способом, — давлением свежей смеси, что нельзя рассчитывать на действительно полное его выталкивание. Поэтому часть сгоревших газов, и притом довольно значительная, обязательно останется в цилиндре. Это в свою очередь влияет на высоту давления после вспышки, и даже при одинаковом сжатии рабочее давление было бы меньше, чем в 4-тактном двигателе.

На рис. 94, 95 и 96 показан ход газов в двухтактном двигателе *Лозье* при трех различных положениях поршня.

На рис. 94 показано всасывание газов в картер *B* через всасывающую трубу *A*, соединенную с карбюратором (карбюратор на рис. не виден). Газы распространяются по всему картеру и в нижней части цилиндра, а также внутри стакаца поршня. Так как вспышка происходит всегда с некоторым опережением, то на этом рис. и показан момент вспышки посредством свечки *E* (здесь показана система зажигания на отрыв), хотя поршень еще не дошел вполне до своего верхнего положения и колено не стало еще вполне вертикально.

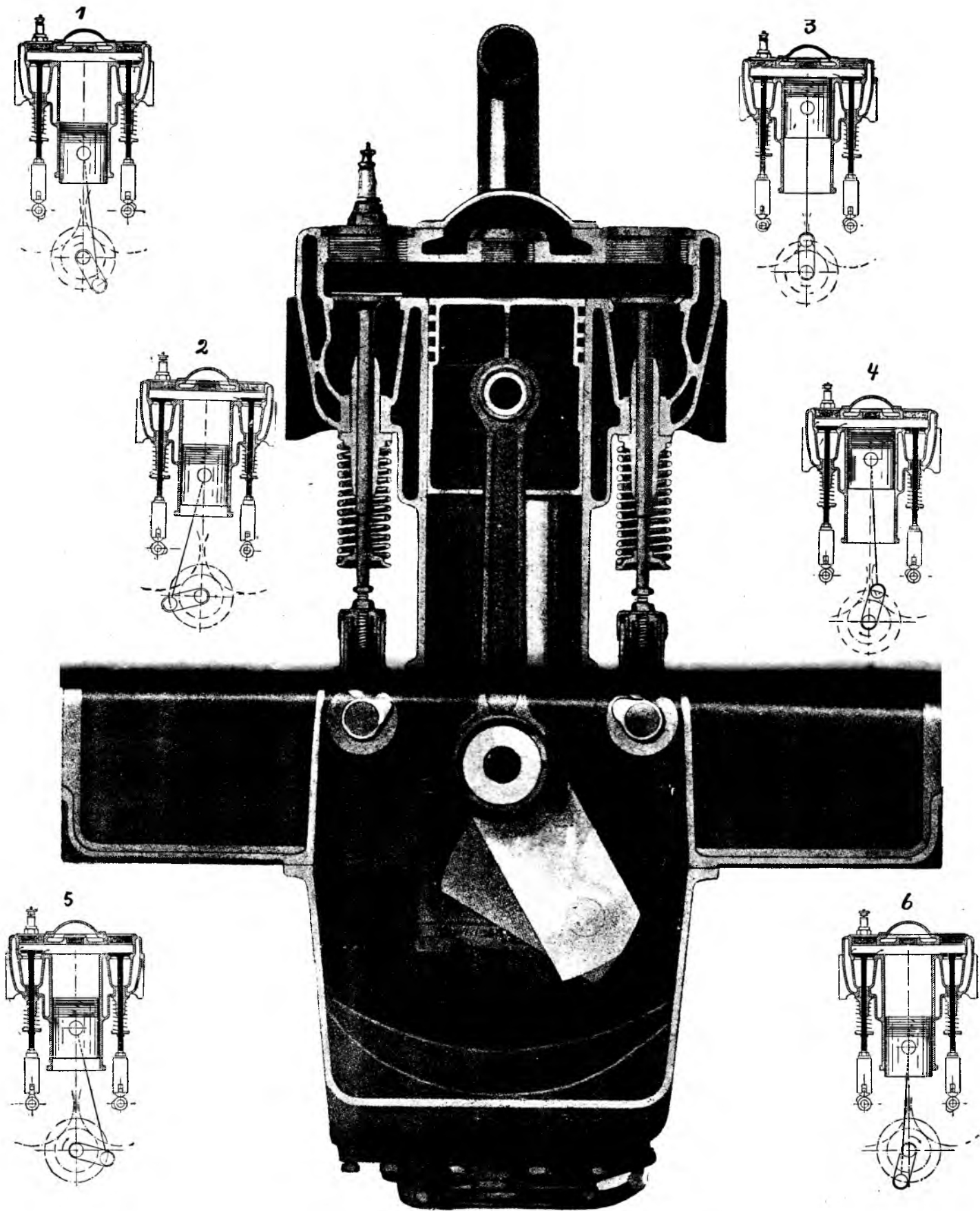


Рис. 90. Разрез четырехтактного двигателя, с клапанами расположенными по обоим сторонам. На право—всасывающий клапан; на лево—выпускной, что видно по форме кулачков на распределительных валиках.

Маленькие рисунки вокруг большого: 1,—начало выпуска, не доходя до нижней мертвой точки во время третьего такта, в конце его, на $40-45^\circ$. Рис. 2,—продолжение выпуска во время четвертого такта. Рис. 3,—верхняя мертвая точка в конце четвертого такта, и приближающийся конец выпуска, т. к. через 5° закрывается выпускной клапан. Рис. 4.—Начало всасывания под впускной клапан; через 10° после мертвой точки,—начало первого такта. Рис. 5,—середина такта всасывания.

Рис. 6,—конец всасывания,—в начале второго такта. Причины этих отступлений от простой схемы—объяснены в тексте.

Рис. 95 показывает период выпуска газов из верхней части цилиндра через отверстие *F*, а в картере оканчивается период сжатия газов.

На рис. 96 — первый период выпуска газов под влиянием давления, ими образуемого, уже окончился, а вместе с тем поршень опустился еще дальше вниз и открыл отверстие *C*, вследствие чего смесь, сжатая в картере, начала переходить по соединительному каналу в верхнюю часть цилиндра. Вертикальная

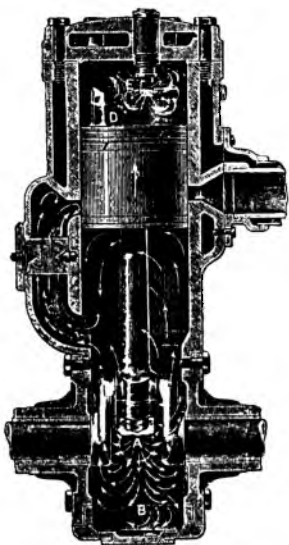


Рис. 94.

Рис. 94. Ход газов в двухтактном двигателе *система Лозье* с сжатием смеси в картере. Период всасывания смеси в картер и сжатия в камере вспышки.—*A*, всасывающая труба, соединенная с карбюратором.—*B*, картер.—*E*, свечка (здесь показана система зажигания на отрыв).—*D*, вертикальная пластинка на поршне, направляющая газы.

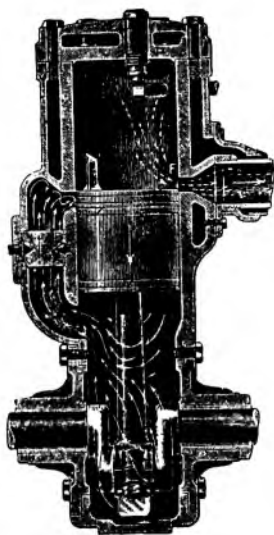


Рис. 95.

Рис. 95. Ход газов в двухтактном двигателе *Лозье*. Начало периода выпуска сгоревших газов.—*F*, отверстие выпуска газов.

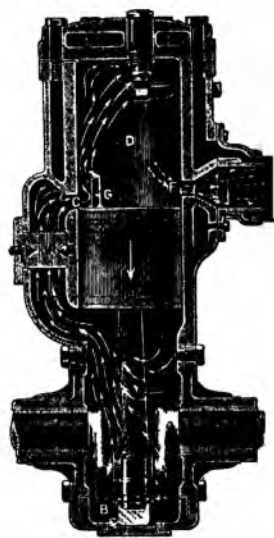


Рис. 96.

Рис. 96. Ход газов в двухтактном двигателе *Лозье*. Конец выпуска газов и переход свежей смеси, сжатой в картере, в верхнюю часть цилиндра через отверстие *C*.—*D*, внутренность цилиндра.—*G*, вертикальная пластинка на поршне, направляющая газы.

пластинка *G* направляет свежую смесь кверху и таким образом сгоревшие газы выталкиваются почти совершенно, насколько вообще можно достигнуть этого при соприкосновении газов двух различных составов. Некоторое смешение газов, сгоревших и свежей смеси, все-таки произойдет.

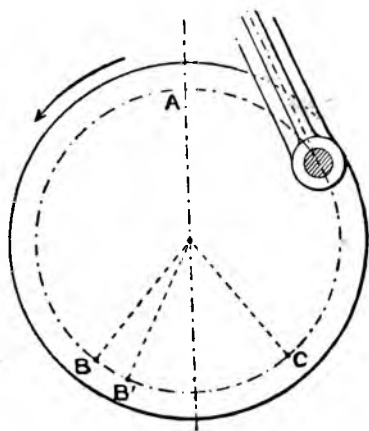
Вместо отверстий в стенках цилиндра, открывающихся действием поршня во время его передвижения, возможно конечно устроить распределение клапанами, но конструкторы двухтактных

двигателей, кроме больших судовых типа Дизель, избегают этого главным образом потому, что системой открытия отверстий момент открытия и закрытия регулируется движением поршня, т.-е. связан непосредственно с работой двигателя не может быть по недосмотру или от изнашивания нарушен. А в двухтактных двигателях точность распределения имеет даже несколько большее значение, чем в 4-тактных.

Распределение моментов начала и конца впуска и выпуска газов показано схематически на рис. 97.

Предположим, что коленчатый вал вращается в направлении, обратном движению часовой стрелки, если смотреть от носа лодки. От верхней мертвой точки *A* до *B* будет рабочий ход поршня. В точке *B*, отстоящей примерно на 45° от нижней мертвой точки, откроется выпускное отверстие в стенке цилиндра. От

Рис. 97. Схематическое изображение распределения тактов и моментов впуска и выпуска газов в двухтактном двигателе. — *A*, верхняя мертвая точка. — *B*, начало выпуска сгоревших газов. — *B'*, начало перехода газов, сжатых в картере, в верхнюю часть цилиндра. — *B'* до *C*, продолжение выхода сгоревших газов под действием перехода свежей смеси из картера в цилиндр. — *C* до *A*, сжатие смеси. — *A* до *B*, рабочий ход поршня.



B до *B'*, примерно на расстоянии 15° , будет происходить выпуск под большим давлением, а в точке *B'* давление должно остаться не выше $1\frac{1}{4}$ атмосферы. В дальнейшем выпуск будет происходить как под влиянием собственного давления, так и под влиянием впуска сжатой в картере смеси, давление которой несколько превосходит атмосферное и должно быть рассчитано так, чтобы оно превосходило остаточное давление сгоревших газов. Этот период продолжается от *B'* до *C*, примерно на протяжении 70° (30° до нижней мертвой точки и 40° после нижней мертвой точки). Дальше от *C* до *A* происходит сжатие газа. В следующий оборот весь цикл повторяется вновь.

* * *

Двухтактные двигатели с вбрызгиванием смеси под давлением. По той же схеме (рис. 94 — 96) построен двухтактный двигатель *Мункстелл* шведского производства, при чем оказалось возможным пользоваться двухтактными двигателями и для

более тяжелых сортов жидкого топлива — керосина и нефти. Зажигание в таких двигателях производится не электричеством, а накаливанием шара *C* (рис. 98) по системе принятой для стационарных двигателей. Подача горючего материала происходит не через карбюратор, а посредством отдельного насоса по трубке

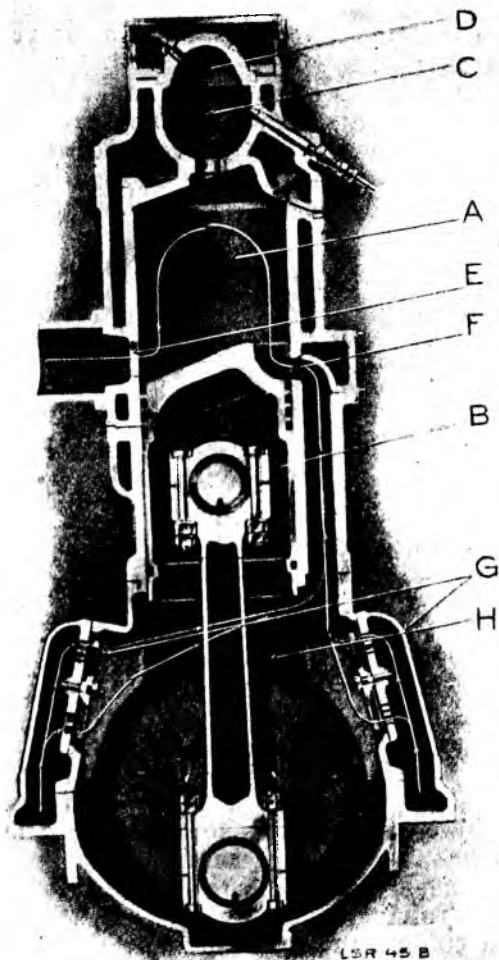


Рис. 98. Разрез двухтактного двигателя с предварительным сжатием воздуха в картере *H*, и с вбрызгиванием топлива непосредственно в головку цилиндра *C*, и в накалившую его часть *D*. — *G*, автоматические клапана большого диаметра, впускающие воздух в картер по подъеме поршня. — *B*, поршень с головкой особой формы для отклонения струи сжатого в картере воздуха выступом *F* вверх, для лучшего выталкивания сгоревших газов через отверстие *E*. — *A*, цилиндр. Двигатель *Мунктелл*, Швеция.

непосредственно в накаленный шар вспышки. Так как сжатый к тому времени воздух приобретает уже высокую температуру как от сжатия, так и от соприкосновения с горячими стенками цилиндра, то жидкое топливо моментально обращается в газ и смешивается с воздухом, а от соприкосновения с накаленными до-красна стенками шара происходит вспышка. Подача воздуха в картер и сжа-

тие его там происходит как и в первом случае, только сжимается не смесь, а чистый воздух. Вследствие этого проницаемость соединений и подшипников картера для газов имеет здесь менее вредное значение.

Дальнейшее развитие принципа пользования трудно испаряемыми видами жидкого топлива — керосином и нефтью выработало для больших мощностей типы машин с высоким предварительным сжатием (Дизель) и тогда оказалось возможным обходиться не только без электрического зажигания, но и без накаливаемого шара, так как сжатый воздух приобретает столь высокую температуру, что взбрызгиваемое топливо воспламеняется.

2. — Двухтактные двигатели, в которых смесь сжимается не в картере.

Неудобство сжимания смеси в картере, и главным образом трудность поддержания непроницаемости подшипников главного вала побудили многих конструкторов избегать прохода через картер и сжатия смеси в картере. Даже в легких двигателях заняты были этим вопросом.

Так, в двигателе Легро сжатие смеси (предварительное) перед впуском в камеру вспышки происходит между двумя поршнями. Верхний поршень здесь работает, как обыкновенно, и он соединен с шатуном, прикрепленным у нижнего края поршня. Нижний неподвижный поршень служит как бы перегородкой, чтобы смесь из карбюратора не попадала в картер, а направлялась по соединительной трубке в пространство между двумя поршнями. В дальнейшем явление происходит так же, как по предыдущей схеме, только сжатая предварительно смесь переходит в камеру вспышки обратно по тому же каналу, по которому прошла в пространство над неподвижным поршнем, а затем ее направляют в верхнюю часть камеры вспышки поворотом распределительного крана, закрывающего одновременно в этот момент обратный путь к карбюратору.

Существуют более сложные и вместе с тем менее надежно действующие системы, напр., с сжатием смеси не в картере (системы *Тони-Губер*); имеется перегородка в нижней части цилиндра, отделяющая цилиндр от картера.

Сжатие смеси происходит в пространстве между дном поршня и этой перегородкой. Чтобы перегородка позволяла шатуну боковые движения и вместе с тем была непроницаема для газов, пришлось эту перегородку сделать подвижной, пропустив ее в стороны в просвет, предназначенный для этого. Штун обхватывается ползуном, повертывающимся сколько нужно при изменении угла наклона шатуна. Конечно, трение в механизме несколько увеличивается, так же как и сложность всего устройства.

Неудовлетворительность таких систем побудила конструкторов искать других решений. Предложено было сжимать смесь в нижнем уступе соседнего поршня.

Двигатель фирмы *Виктория* построен по такому принципу. Цилиндр имеет уступ и представляет как бы соединение двух цилиндров, большего и меньшего диаметра. Одинаково и поршень имеет два ряда колец, при чем нижние кольца находятся на уширенной части поршня. Газ всасывается не в картер, а в пространство между стенками уширенной части цилиндра и поршнем нормальной толщины. При подъеме затем поршня смесь будет сжата и в нужный момент ей

будет открыт доступ по соединительному каналу, в верхнюю часть другого цилиндра; там смесь сжимается вновь при подъеме поршня и подготавливается таким образом для вспышки. Непроницаемость подшпинников главного вала более не нужна. При всей заманчивости такого устройства едва ли такая система при- вьется для легких двигателей, так как полезная мощность двигателя при одинаковом весе с четырехтактным будет меньше. Кроме того увеличивается высота цилиндров и вес возвратных частей.

В конечном результате для малых и средних лодочных и судовых двухтактных двигателей осталась система сжатия смеси в картере (для средних двигателей — воздуха, а топливо взбрызгивается потом), а для двигателей больших мощностей перешло к сжатию воздуха (т. н. продувочного до давления в $\frac{1}{4}$ атм.) в особых компрессорах. иногда действующих от особого двигателя.

Г Л А В А X.

Питание лодочных и судовых двигателей в зависимости от рода топлива (в отличие от автомобильных).

Бензин, применяемый почти во всех автомобильных двигателях и в лодочных двигателях гоночного типа, стремятся в тяжелых лодочных двигателях заменить другими менее огнеопасными и более дешевыми сортами жидкого топлива. Наибольшее внимание уделяют керосину, а отчасти и спирту для небольших двигателей, приблизительно до 15—20 л. с., а при более значительных мощностях на каждый цилиндр — на судовых двигателях — стараются переходить на нефть.

В зависимости от разницы в основных способах питания топливами **большой летучести** (бензином, бензолом) средней летучести (керосином, спиртом и отчасти смесью со скипидаром и другими сходными по летучести жидкостями) и **меньшей летучести** (нефтью, нефтяными остатками, газовой смолой, растительными маслами и др.) следует и способы питания рассматривать в отдельности для каждой из трех групп.

* * *

А. Для топлив **большой летучести** (бензин, бензол и т. п.) применим прибор, — *карбюратор*, — приготавливающий и подающий в цилиндры двигателя, почти автоматически, смесь бензиновых паров и воздуха в правильном соотношении, — на 20 частей воздуха по весу 1 часть бензина.

1.—**Требования, которым должен удовлетворять карбюратор.** Задача выработки удовлетворительного во всех отношениях карбюратора сводится к изготовлению прибора, обеспечивающего при всяких условиях работы двигателя, — при всякой его нагрузке и скорости вращения, — подачу горючей смеси из бензина, или другого соответствующего жидкого топлива, с воздухом в правильном соотношении, и притом сообразно условиям работы двигателя в данный момент.

Карбюратор моторной лодки должен быть приспособлен для работы при весьма различных температурах: от 30—35° тепла до 5° мороза. При этом невозможно работать в холодную погоду

без подогревания карбюратора, а это *подогревание должно быть доступно регулировке*, хотя бы и не автоматической.

У карбюратора должна еще быть приспособляемость к *кислоте бензина* или другого топлива, заменяющего бензин; в автоматичности здесь необходимости нет, так как перемену сорта и вида топлива не приходится делать часто, но все же возможность легко произвести регулировку должна быть предусмотрена.

Для первоначальной ориентировки в вопросах о карбю

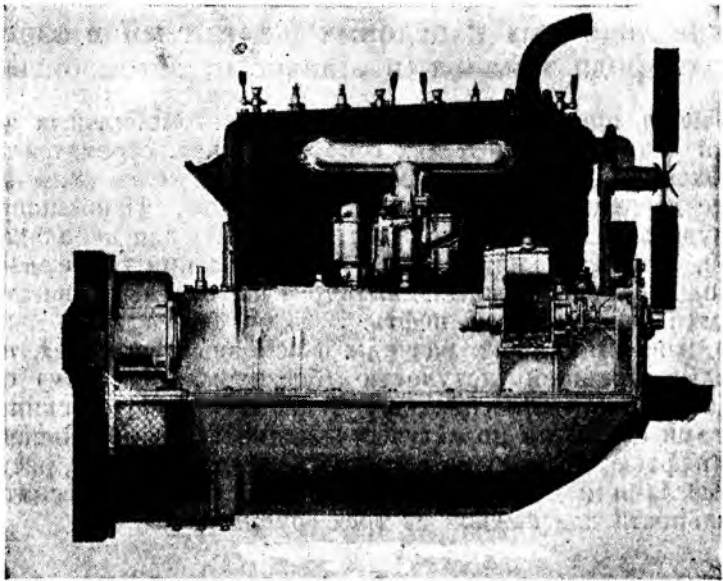


Рис. 100. Общий вид карбюратора, установленного на четырехцилиндровом двигателе лодочного (или тяжелого автомобильного типа) Двигатель 4-х цилиндровый. Карбюратор ясно выделяется на темном фоне отливки; вверх идет разветвляющаяся всасывающая труба.

торах помещен здесь рисунок двигателя с прикрепленным к нему карбюратором и всасывающей трубой (рис. 100); карбюратор выделяется белым на темном фоне отливки цилиндров. Карбюратор этот имеет приспособление для автоматического впуска добавочного воздуха (первое требование — автоматичности) — правая сторона, а с левой стороны виден стаканчик-камера поплавка для поддержания постоянного уровня; в основные требования это приспособление не включено, так как оно является необходимым условием работы каждого карбюратора, образующее смесь из жидкого топлива без механической подачи.

2. — **Основы действия карбюраторов.** Задачей карбюратора ¹⁾ является производство горючей (или иначе „взрывчатой“) смеси в достаточном количестве для наполнения цилиндра двигателя, сколь быстро двигатель ни вращается.

3.—**Основное подразделение карбюраторов по способу производства смеси.** Для того, чтобы карбюратор мог действовать, непрерывно подавая в цилиндр смесь бензинового газа с воздухом, нужно, чтобы воздух, всасываемый в цилиндр, проходил или 1) сквозь слой бензина, или 2) над поверхностью его, или 3) мимо фитилей, налитых бензином, или 4) чтобы воздух всасывал бензин через узкое отверстие (наз. „жиглер“, или „пульверизатор“—первое означает на французском языке—выбраватель струи, второе —распылитель) и, распыляя его, облегчал бензину переход в газообразное состояние.

Из этих четырех способов на практике привился теперь *четвертый*, т.-е. *со всасыванием бензина через узкое отверстие*, на него в дальнейшем будет обращено почти исключительно внимание. Это будут карбюраторы с жиглерами, или „пульверизирующие“, т.-е. распыляющие.

Существует еще пятый способ подачи бензина в нужном количестве для каждой вспышки механическим путем, но эта система, твердо установившаяся для тяжелых топлив и потому применяемая главным образом в больших двигателях внутреннего сгорания, в двигателях для топлива легко испаряемого не имеет пока большого распространения. Но в последние годы тот вопрос на очереди.

Первые три типа имеют теперь только исторический интерес, так как по мере усовершенствования карбюратора с жиглерами пользование другими способами с 1902 г. стало уменьшаться, с 1907 г. почти прекратилось.

4.—**Действие пульверизирующих карбюраторов** основано на свойстве тонкой струи жидкости, попадающей в быстро движущуюся струю газа (воздуха), распыляться в мельчайшие капельки, могущие, вследствие своей большей поверхности по отношению к объему, быстро обращаться в газ. Явление получается почти то же, что при пульверизировании одеколоном, скипидаром и т. п. из так называемых туалетных пульверизаторов.

Распыление в карбюраторе получается даже лучше, так как воздух, окружающий пульверизатор, имеет более значительную разницу в плотности с атмосферным давлением, под которым подается бензин, чем то достижимо в туалетном пульверизаторе; эта разница давлений зависит успех размельчения капелек и, следовательно, скорость испарения.

¹⁾ Слово „карбюратор“ происходит от французского слова *carburer*, что означает — насыщать углеродом, — одной из двух, и при том большей по весу основной части бензина; другая составная часть — водород.

Кажущийся простым переход от простого туалетного пугача к карбюратору, могущему хорошо действовать постоянного надзора за ним и без регулировки на ходу, весьма труден; карбюратор должен исправно действовать при всяких обстоятельствах работы, т.-е. при всякой скорости вращения двигателя, при всякой нагрузке, и к тому же при весьма различных температурах, и притом качество бензина далеко не одинаково как не одинакова и сила вспышки.

Только в последние годы фабрикантам удалось добиться не только исправного, но и автоматического действия карбюраторов, а до того времени эти приборы давали постоянные затруднения. Но и в настоящее время разрешен только вопрос об автоматическом регулировании смеси, достаточном для избежания произвольных остановок из-за качества смеси, но остался еще неразрешенным вопрос об экономии бензина (автоматически когда полная мощность от двигателя не требуется).

При простейшем устройстве, карбюратор не мог бы действовать продолжительное время, даже помимо вопроса о регулировании смеси при изменении числа оборотов.

Вскоре заметно было бы охлаждение карбюратора и появление на нем росы, а затем в холодную погоду, — инея; понижение уровня в резервуаре также ослабило бы подачу бензина, а затем совершенно прекратило бы. Поэтому карбюраторы несколько усложняют как видно на дальнейших рисунках.

Необходимость подогревания является следствием физического закона затраты теплоты при испарении жидкости, т.-е. при обращении ее в газообразное состояние; это так называемая „скрытая теплота испарения“.

Охлаждается прежде всего жидкость и пары ее оказываются при самой низкой температуре, чем была жидкость до испарения. Охлаждение передается затем воздуху, смешивающемуся с парами бензина, затем соседним частям карбюратора и всасывающей трубе.

Могло бы показаться, что препятствовать охлаждению следует, раз двигатель все равно считается необходимым охлаждать (водой или воздухом), а впуском холодной смеси достигнуто было бы весьма действительное внутреннее охлаждение стенок цилиндра, камеры вспышки, дна поршня и клапанов.

Действительно, при слабом охлаждении смеси, в особенности, когда наружный воздух теплый, такая польза охлаждения замечается; но как только охлаждение делается слишком сильным, а в особенности в сырую, холодную погоду, появляются вредные последствия, которые во много раз перевешивают полученную пользу от охлаждения.

Вред от чрезмерного охлаждения следующий: замедление испарения бензина; отложение воды и даже инея (и сплошной льда в виде трубки) во всасывающей трубе, идущей к карбюратору, а при переходе через нижший предел температуры, оп

деленной для каждого сорта жидкого топлива, — невозможность вообще, независимо от продолжительности испарения, испарить достаточное количество топлива, необходимое для получения полной силы вспышки. От каждой из этих трех причин мощность двигателя будет ослабевать, а иногда двигатель может и совсем остановиться.

Замедление испарения бензина, как и всякой жидкости, при понижении температуры, доказано опытами; напр. при 40° Ц скорость испарения при прочих равных условия в 1,5 раза больше, чем при 20°.

Кроме того, каждая 0,1 излишка количества воздуха сравнительно с нормальным ускоряет испарение, и этим нельзя пренебрегать, в особенности в холодную погоду.

* * *

Существование низшей предельной температуры для правильной карбюрации объясняется физической связью между упругостью паров какой-либо жидкости и температурой этих паров. Из этого следует, что если при данной температуре плотность паров какой-либо горючей жидкости недостаточна для получения наибольшей силы вспышки (для соединения со всем количеством кислорода, находящегося в составе воздуха в цилиндре двигателя), то двигатель с полной мощностью работать не может, и надо повысить температуру воздуха ранее вступления в смесь, или температуру всей смеси в момент ее образования в карбюраторе, или же на пути смеси по всасывающей трубе.

Вот данные о такой предельно низшей температуре для различных топлив:

Бензин	— 17°; — 14° (в зависимости от сорта)
Бензол	+ 3°,5
Спирт (винный, этиловый)	+ 19°
Керосин	+ 60°
Скипидар	+ 40°

Но эти температуры являются *низшими при окончании испарения*, а следовательно, если испарение начато при такой же температуре, то во все время испарения должно подаваться тепло, в количестве, чтобы температура даже временно не опускалась ниже начальной. О том, сколько нужно добавлять теплоты — видно в столбце 2-м (теплота испарения в больших калориях) помещенной ниже таблицы II, где собраны числовые данные по этому вопросу.

Если же хотят произвести испарение жидкого топлива, не добавляя теплоты извне, пользуясь только теплотой самой смеси воздуха с жидким топливом, то нужно сделать запас градусов на понижение температуры от испарения топлива; высчитанные числа понижения в градусах для различных топлив помещены в столбце 3-м таблицы.

Низшие же начальные температуры, если испарение происходит без подогревания, и где, следовательно, прибавлены уже данные столбца 3-го, выведены в столбце 4-м.

Т А Б Л И Ц А I I.

Низшие температуры, при которых полное испарение топлива возможно без подогревания (4-й столбец) и низшие конечные температуры смеси, при которых полное количество жидкого топлива может находиться в составе смеси (1-й столбец).

РОД ТОПЛИВА	Наименьшая допустимая температура после карбюрации; во Ц.	Теплота испарения в б. калор.	Понижение температуры от испарен.	Низшая начальная температура без подогревания.
Бензин	— 17°	80	22,3°	5,3°
Бензол	3,5°	93	26°	22,5°
Спирт (винн.-этил) .	19°	288	90°	109°
Керосин	60°	105	24°	84°
Нафталин	92°	220	55°	147°

Способы подогревания карбюратора или, точнее смеси, различны, но все они сводятся к двум основным способам: 1) подогреванию стенок камеры смешивания, или всасывающей трубы, безразлично каким источником теплоты: отработавшими газами, водой из рубашек, маслом из картера, и 2) подогреванию всасываемого воздуха, чаще всего теплотой выпускной трубы или цилиндров.

К основным способам подогревания можно бы отнести подогревание жидкого топлива до поступления в жиглер, но высчитано, что такой способ не может действовать самостоятельно, а лишь дополнительно к другим, так как допустимое подогревание бензина на 30° поднимет температуру смеси только на 3°, вообще приблизительно на 0,1 числа градусов. При таком результате поднять температуру смеси на требуемые таблицей II 10—15° невозможно, так как нельзя поднять температуру бензина до 150°; он раньше подхода к жиглеру обратится в газ, и кроме опасности для всего автомобиля карбюрация просто прекратится из-за неподачи бензина жиглером в сколько-нибудь достаточном количестве.

Лучше всего соединять действие обоих способов подогревания.

5.—Подача бензина из резервуара к камере поплавка и из камеры поплавка к жиглеру.

Простейшая схема не годится уже потому, что уровень бензина в резервуарчике скоро понизится во время работы, а наконец, через одну — две минуты запас бензина иссякнет. Необходимо соединить жиглер с таким резервуаром бензина, который обеспечивал бы работу двигателя по крайней мере на 6 — 8 часов.

Ясно, что резервуар такой емкости не может быть помещен непосредственно у жиглера, и уровень в нем все равно менялся бы и жиглер подавал бы неодинаково, а затем и совсем прекратил бы подачу; если же поставить его выше уровня жиглера, то на остановке бензин продолжал бы вытекать бесполезно.

Эти затруднения уничтожаются установкой промежуточного резервуара, небольшой емкости, и снабженного поплавком для

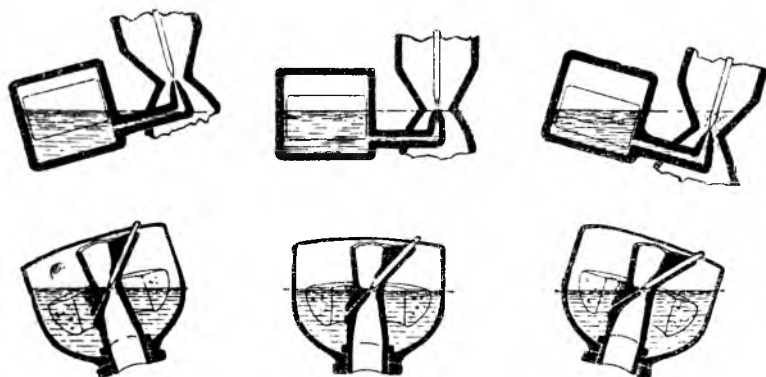


Рис. 101. Камера поплавка, расположенная сбоку жиглера (верхний ряд), и расположенная центрально, вокруг жиглера (нижний ряд). Преимущество центрального расположения в том, что наклон лодки и качка не имеют вредного значения на правильность подачи бензина.

автоматического поддержания в нем уровня бензина, какова бы ни была высота бензина в главном резервуаре. Эта промежуточная камера, с поплавком в ней, называемая „камерой поплавка“, видна на рис. 101.

Главный же резервуар устанавливается обыкновенно в носовой части лодки, чтобы он был подальше от двигателя и кроме того несколько выше; облегчается подача самотеком, — без насосика.

Подача бензина из камеры поплавка к жиглеру весьма проста, но вся суть в поддержании постоянного уровня в этой камере, в чем и состоит все назначение камеры поплавка. Уровень в камере должен быть на 3 — 4 мм ниже выходного отверстия жиглера, чтобы бензин не выливался на стоянке, даже если автомобиль стоит с наклоном в сторону жиглера.

Поплавок может открывать и закрывать доступ бензина (при достижении намеченного уровня), притекающего по трубке сверху

камеры поплавка, или снизу. На обоих этих рисунках конический кран *P* расположен центрально, но существуют поплавки, вынесенные в сторону от конического крана.

Если желают, чтобы волнение меньше изменяло уровень бензина в жиглере, то поплавков устанавливают в виде кольца вокруг камеры смешивания, т.-е. вокруг жиглера.

Вес поплавка рассчитан на среднее качество бензина, по при переходе на бензин значительно более легкий, или тяжелый, а тем более например на бензол, который на 20% тяжелее среднего бензина — поплавков надо соответственно уравновесить; загрузить поплавков легко — оловом или накладкой шайбы, а облегчить труднее — надо спиливать грузики на рычажках, или изменять вес конического крана; в некоторых типах карбюраторов последних лет, имеется винтовое приспособление с пружинкой для восстановления уровня без разборки камеры поплавка (рис. 102).

* * *

Фильтры. Какова бы ни была система подачи бензина, необходимо принимать меры против засорения жиглера частицами (песчинками, ниточками и т. п. предметами), попадающими в бензин. Достигается это как предварительной очисткой (фильтровкой) бензина до наливания в бак, так и при самом наливании, а также и по пути бензина к жиглеру. При наливании берут воронку с сеткой, а иногда применяют сетку, цилиндрически свернутую в баке под пробкой. Для лучшей очистки желательно класть в воронку кусок полотна, а если подозревается примесь воды, то пропускать через замшу.

По дальнейшему пути к жиглеру примеси к бензину улавливаются фильтрами, или отдельно поставленными или в составе карбюратора, у входа в камеру поплавка; иногда и теми и другими.

* * *

6.—Автоматические карбюраторы. Задача автоматического поддержания правильности смеси решается различными способами, и на первый взгляд столь разнообразными, что как бы невозможно свести их к нескольким основным системам. На самом же деле, так как все сводится к противодействию нарушению правильности смеси при больших разрежениях, или, что то-же — при увеличении оборотов, нарушению, происходящему от появления при этих условиях излишка бензина в смеси, то все системы могут быть подразделены по способу противодействия появлению излишка бензина в смеси.

Таких основных способов, испробованных с различным успехом, несмотря на сотни построенных карбюраторов, пока можно выделить только шесть, и из них только три в настоящее время практически привелись. К этим первым трем способам относятся

а) — *Посредством впуска добавочного воздуха.* (Родоначальник — система Кребс, 1902 г.; ныне много систем). Примером может служить карбюратор Пирс (рис. 102) менее сложный и меньший

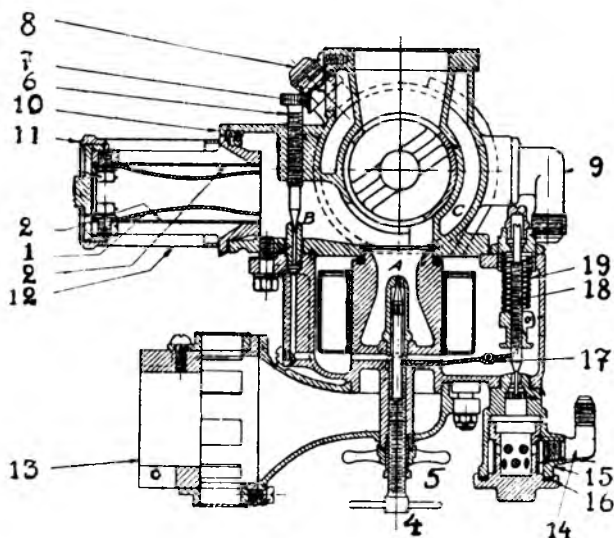


Рис. 102. Карбюратор с автоматическим добавочным воздухом под пружинные язычки 2, с пружинными упорами 1 (сист. Пирс). — А, главный жиглер с ручным регулятором 4 и 5. — 13, главный воздух. — 14—16, подача бензина и фильтр. — 17, рычаг поплавка с регулировкой 18 и 19, — 8 и 9, соединения для подогревающей воды, — В, добавочный жиглер с регулятором 6 и 7. — 10, остов приспособления добавочного воздуха с крышкой 11 и окнами 12.

размером; добавочный воздух впускается под пружинные язычки 2, которые могут быть отогнуты только при достаточном разрежении внутри карбюратора. Особенность карбюратора — возможность легко менять подачу как главного жиглера А, так и второго жиглера В, подвижением конических стержней и закреплением их в новом положении.

Уровень бензина легко и быстро регулируется без разборки карбюратора. Кроме веса поплавка, на положение конического крана действует пружина 19 и, следовательно, регулируя ее навинтованным стержнем 18, доводят бензин до черты в стеклянном окошке, не смотря на изменение удельного веса.

Эта система, начавшая свое распространение во Франции в настоящее время чаще всего применяется американскими конструкторами.

б) — *Согласованным действием двух пульверизаторов, одного нормального типа, а второго „компенсационного“.* (Родоначальник, — система Зенит, 1907 г., она же единственная в чистом виде, как патентованная; довольно распространена, но в последнее

время численно начинает сдавать; — появляются новые карбюраторы системы *b*, вполне удовлетворительные).

Карбюратор Зенит действует так, что когда один жиглер внутренний при большой скорости вращения — большом разрежении — увеличивает количество подаваемого им бензина на каждый оборот, другой наружный кольцевой уменьшает. При некотором подборе жиглеров увеличение может быть сравнено с уменьшением, и тогда подача бензина на каждый оборот может быть сохранена одинаковой для всех скоростей вращения.

Таким образом, этот карбюратор может быть назван „согласованным“, или „взаимно дополняющим“ — т. е. „компенсационным“. Подача к уравнительному жиглеру, не меняясь от разрежения в карбюраторе, и находясь в зависимости только от диаметра отверстия, получает всегда одинаковое количество бензина в определенный промежуток времени, например в секунду, а так как при ускорении вращения получается в секунду больше оборотов, то на каждый оборот придется меньше бензина.

Это простое явление смущает многих, напрасно старающихся доказать, что уравнительный жиглер подает вообще (в сумме) меньше бензина при больших оборотах.

Этот же карбюратор Зенит имеет (применил одним из первых ¹⁾ очень важное приспособление — пусковой жиглер — отверстие выходящее в образующуюся при почти закрытом кране щель во всасывающей трубе (камере смешивания). Большое разрежение в этом месте помогает подаче бензина на малых оборотах, когда нижние жиглеры, находясь в более широком воздушном рукаве, еще не могут действовать за отсутствием достаточного разрежения.

в) — *Противодействием увеличению подачи бензина вводом воздуха в бензин*, ранее выхода бензина в камеру смешивания. (Родоначалник — система Клодель, 1908 г.; затем видоизменения — Вапор, Паллас и другие. Имеют надежду на большое распространение).

Способ ввода воздуха в бензин удобен тем, что он может быть устроен без всяких подвижных приспособлений, единственно соответственным расположением добавочных каналов, имеющих сообщение с наружным воздухом. При этом каналы весьма малого сечения, немногим больше жиглера, и потому не утяжеляют карбюратора.

* * *

Затем способы, теоретически весьма хорошие, но на практике еще недостаточно разработанные и имеющие пока меньшее значение и распространение, и здесь они описаны не будут ²⁾,

1) Первым был конструктор Шарон в 1906 году.

2) О карбюраторах подробнее в книге «Карбюраторы и Карбюрация» того же автора.

7.—Газовсасывающие двигатели.—Желание использовать, из за экономических соображений, более дешевые твердые топлива заставило сделать пробы применения на автомобилях, и в особенности на тракторах, — „газовсасывающих“ установок, хорошо зарекомендовавших себя в фабричных двигателях внутреннего сгорания.

Тогда оказывается возможным применять такие дешевые, сравнительно с бензином, и даже с нефтью, топлива, как древесный уголь, дерево (мелко наколотое) и др.

Пробы на грузовиках и на тракторах оказались вполне удачными.

Если итти на древесном угле, то можно уменьшить расход на горючее в 6—10 раз. Древесный уголь лучшее топливо для газогенераторных малых установок, так как газ обладает наименьшим количеством вредных примесей, и чистка его проще, и требует меньших по объему приспособлений (скрубберов). Вес всего приспособления — около 20 пудов (320 кг.). Пусть, вместо шестикратной, получится пятикратная экономия на топливе. И этого достаточно. Дерево еще дешевле, и не так разогревает газогенератор снаружи, но очистка несколько сложнее, и потому вес очистителей увеличивается на 50—75 кг.

Эти *облегченные газогенераторы* вполне применимы для моторных лодок, кроме конечно гоночных, или же лодок самого малого размера.

Для большой лодки 300 кг не чрезмерный груз, а достигается, кроме удешевления, безопасность.

Огнеопасное топливо — бензин заменяется топливом, которое легко тушится водой; запас же газа, проходящий по очистителям, не велик, и без доступа воздуха не взрывает.

Смешивается же с воздухом перед всасыванием в цилиндр двигателя.

8. — Всасывающая труба от карбюратора к двигателю.— Кроме механического соединения камеры смешивания карбюратора с клапаном впуска, всасывающая труба является по своему назначению еще и продолжением камеры смешивания; испарение бензина продолжается во время прохода смеси по этой трубе, но так как времени отделяется немного, то должны быть приняты меры содействия испарению. Время рассчитывается, принимая скорость газа в трубе в 50 метров в секунду, что при длине трубы в 30 см, дает всего 1/200 сек. Поэтому трубу желательно также подогревать в холодную погоду, как и камеру смешивания, и в последние годы многие делают водяную рубашку по всей длине трубы. Если не устроено подогревания, то во всяком случае желательно, чтобы не было излишнего охлаждения наружным током зимой от вентилятора, и лучше трубу обматывать тогда труднопроводящим теплоту материалом. Не следует также делать затоки в трубе, где легко могла бы скопиться вода, или бензин при осаждении. Резкие углы уменьшают наполнение ци-

линдра и способствуют осаждению бензина, еще не успевшего испариться, вследствие инерции капелек жидкости. Неплотность трубы уменьшает подачу через карбюратор, пропуская наружный воздух, отчего смесь может быть настолько бедной, что вспышки прекратятся; это происходит чаще при малых оборотах, а при больших, как известно, некоторый излишек воздуха даже желателен, если он не чрезмерный. Существуют теперь особые приспособления, иногда простые краники, для впуска добавочного воздуха от руки на больших оборотах; приспособление, весьма экономящее бензин в опытных руках.

9. — Свойства бензина и других видов жидкого топлива, и явления, происходящие при горении.

В дополнение к сказанному о скрытой теплоте испарения различных топлив и о наименьшей температуре для полной карбюрации здесь помещены данные о химической реакции горения бензина в условиях работы в двигателе внутреннего сгорания.

Химическая реакция сгорания при некотором излишке воздуха, допускаемом практикой для лучшего сгорания (20 весовых частей воздуха, вместо 14 на 1 часть бензина), происходит следующим образом:

До сгорания:

1 кг бензина C_6H_{14}	заключает	углерода	C	0,84	кг
		водорода	H	0,16	„
20 „ воздуха	„	23% кислорода	O	1,6	„
		77% азота	N	15,40	„
<hr/>					
Итого . . .					21 кг

После сгорания получится:

Углекислоты	CO_2	3,08	кг
Воды	H_2O	1,44	„
Кислорода (излишек)	O	4,06	„
Азота	N	15,40	„
Итого			21 кг

* * *

На деле не ко всем лодочным двигателям ставятся автоматические карбюраторы той или иной системы. Часто ограничиваются карбюраторами простого устройства, от которых уже давно отказались в автомобильном, авиационном и мотоциклетном деле.

Хотя не автоматическими карбюраторами возможно пользоваться на моторных лодках, при некоторой опытности, но затруднения будут иногда встречаться и довольно серьезные.

Пока лодка идет своим ходом, полным, или несколько уменьшенным-экономическим, установленный правильно карбюратор будет работать правильно, без перебоев. Регулировать при таких условиях работы не трудно, — придется только изредка увеличивать или уменьшать впуск добавочного воздуха, при изменении, напр., погоды, повертывая от руки кран воздуха.

Но при резком изменении числа оборотов можно не успеть правильно поставить кран воздуха, — „ловить карбюрацию“, — и тогда после нескольких перебоев двигатель может остановиться. Чтобы удлинить время останетса только отключить винт, где это возможно, или поставить лопасти на нейтральное положение, но и это не всегда спасет от остановки. Во всяком случае не будет надежности в работе винта в нужный, иногда опасный момент.

Следует поэтому заботиться, чтобы на моторной лодке карбюратор был поставлен автоматический.

Б. Топлива средней летучести. — Керосин дает над поверхностью взрывчатую смесь при гораздо более высокой температуре, чем бензин, приблизительно при 30—35° Ц, и поэтому разлитый керосин очень трудно воспламенить спичкой, если температура воздуха мала. Бензин при тех же условиях воспламеняется. Цена керосина составляет примерно $\frac{1}{3}$ цены бензина. Затруднение представляется главным образом при обращении керосина в газообразное состояние для смешивания его с воздухом,

В то время, как бензин при температурах даже несколько ниже нуля, достаточно быстро обращается, как уже объяснено, в газ, керосин (или воздух, смешиваемый с его частицами) должен быть значительно подогрет. Так как площадь соприкосновения подогретого воздуха или горячих стенок, по которым воздух проходит вместе с частицами распыленного керосина естественно невелика в двигателях, делающих большое число оборотов в минуту, то для достаточного подогревания приходится доводить стенки, отдающие тепло парам керосина, до температуры в 200 и более градусов. В таком случае, как замечено, частицы керосина, соприкасающиеся со стенками, разлагаются и приобретают менее сложный химический состав молекул, при чем частью поглощают теплоту (реакция т. наз. эндотермическая). Вследствие этого сгорание паров керосина происходит быстрее нормального и хотя мощность двигателя как бы несколько увеличивается, затруднение встречается в том, что слишком большие давления в начале рабочего хода поршня требуют утолщения всех частей двигателя и в конечном результате полезная мощность, развиваемая определенным весом керосина, получается меньшей.

Поэтому изыскания всех конструкторов в этой области должны бы сводиться к подогреванию керосина, или его паров, не доводя до предельной температуры, при которой молекулы

керосина начинают распадаться, но на самом деле на этот вопрос пока мало обращено внимания.

Теплота, требуемая для подогревания керосинового карбюратора, настолько велика, что если пользуются отработавшими газами, то приходится пропускать их через карбюратор почти целиком, между тем как известно, что в бензиновом двигателе достаточно пропускать от 0,05 до 0,1 всей массы отработавшего газа, чтобы карбюратор подогревался достаточно. Низшей предельной температурой после испарения керосина, принимается $+60^{\circ}$ Ц., а начальной 84° Ц., если не добавлять теплоты во время испарения. При необходимости небольшого запаса приходится доводить до 100° Ц.

Практическое решение вопроса о карбюрировании керосина и других подобных по вспышке жидкостей должно быть направлено все же на постепенное, а не быстрое подогревание как керосина, так и всасываемого воздуха до температуры около 100° , с последующим небольшим охлаждением образовавшейся смеси, чтобы предотвратить преждевременную вспышку.

Насколько этот простой технический вопрос представляется мало доступным даже многим большим конструкторам, как напр. Форду, видно из помещаемых здесь двух систем подогревателей смеси керосина с воздухом на небезызвестных тракторах Фордсон.

Уже тот факт, что фабрикант переходит от одной системы к другой для решения той же задачи, при известном нежелании конструктора Форда менять системы своих конструкций без крайней надобности, — свидетельствует, что сам конструктор не удовлетворен.

Он и не может быть удовлетворен, так как обе принятые им последовательно конструкции в корне неправильны.

Теория достаточно ясно установила: 1) что нужно нагреть смесь керосина с воздухом до 84° Ц, а с небольшим запасом — до 100° Ц; 2) что чрезмерный перегрев, в особенности выше 200° Ц. нежелателен не только вследствие уменьшения мощности двигателя от слишком подогретой смеси, но и вследствие чрезмерной быстроты вспышки керосина после такого излишнего подогревания; получается объясненное уже полуразложение керосина.

Между тем в обеих системах подогревателей смеси керосина с воздухом в тракторах Фордсон допущено именно *перегревание* части смеси до температуры выше 200° Ц. Затем эта перегретая смесь разбавляется или воздухом (в первой более ранней системе, — рис. 103), или не столь нагретой смесью (вторая позднейшая система, — рис. 104), и таким образом приходят к более или менее нормальному, по окончательной температуре, подогреванию всей массы всасываемой смеси.

Путь, как ясно, ошибочный. Надо всю массу всасываемой в цилиндр смеси доводить до 100° Ц, но не перегревая частично эту смесь до температур высших, а в особенности не превос-

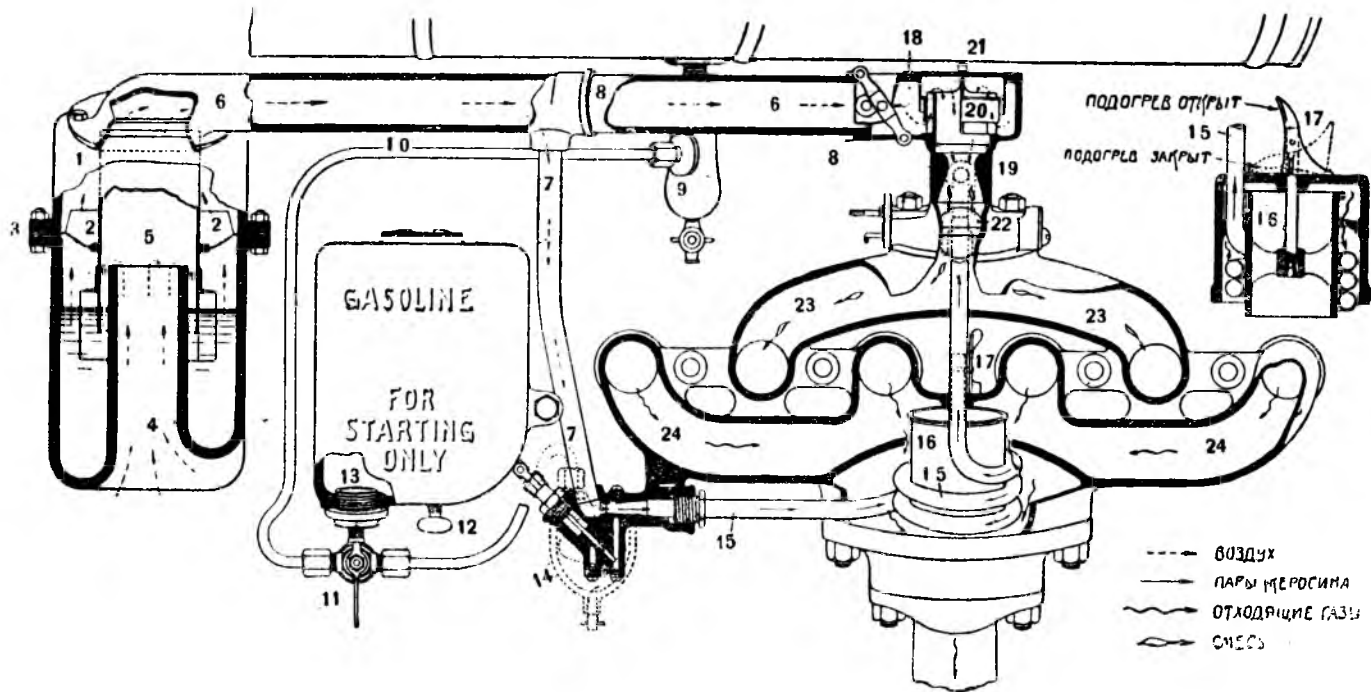


Рис. 103. Способ подогревания смеси керосина с воздухом пропуском части всего количества через трубку 15, нагреваемую до высокой температуры. Смешивание затем с остальной массой воздуха, всасываемого в цилиндр, должно понижать температуру смеси до приемлемой для работы. Спст. Фордзон, — 1923 г. Объяснительные надписи на рисунке.

ходя критическую для стойкости паров керосина температуру в 200° Ц.

Надписи на рис. 103 и 104 достаточно объясняют назначение каждой части испарителя и подогревателя. Можно только добавить, что в первой системе (рис. 103) существует регулировка подогревания от руки, посредством „отводящего клапана“, помеченного на рисунке цифрой 16. Тогда отходящие газы уходят наружу по трубе, не омывая обернутой несколько раз вокруг этой трубы тонкой „испарительной трубки“.

Регулятор во второй системе (рис. 104) более автоматический, так как „раструб“, по которому проходит смесь, при больших оборотах (когда подогревание достаточно вследствие большей температуры отходящих газов, а вместе с тем разрежение в раструбе меньше), — устанавливается автоматически в более высоком положении. Тогда газы меньше приближаются к сильно нагретой части подогревателя и температура их не повышается столь значительно.

Принятый в этой системе *дополнительный способ подогревания*, — *всасыванием в свежую смесь части отработавших газов*, также регулирует степень подогревания *автоматически*, так как при меньшем разрежении, связанном с полным открытием крана количества смеси, — и количество всасываемого через мелкие отверстия отработавшего газа в „*дополнителе жара*“, видном на рис. и помеченном цифрой 25, — будет уменьшаться. Способ этот является самобытным, и мало оправдываемым. Кроме того достаточная автоматичность регулировки находится под сомнением.

Из сравнительного описания этих двух систем подогревания керосиновой смеси видно, насколько это вопрос трудный для технического разрешения. Во всяком случае подходить надо к нему несколько иначе, и доводить температуру всей смеси до 85° или до 100° Ц, но без временного местного перегревания смеси, до температур более высоких. В конце концов — задача, не относящаяся к числу неразрешимых. Надо только поработать с определенной целью и твердо придерживаясь того, что теория допускает в этой области.

Несколько другой способ подогревания при работе на керосине принят в двигателе Ларсон. В нем подогревается главным образом керосин в виде жидкости при проходе керосина по змеевику внутри подогревательного колпака *N* (рис. 105), затем подогретый керосин подступает к смесителю *E*, т. е. к неполному карбюратору, — без поплавковой камеры, а поплавок камера помещена отдельно в *B*. Подогревание же готовой смеси при керосине не усиливается, а остается сравнительно небольшим, какое считается достаточным при работе на бензине. Поэтому возможно легко переходить с керосина на бензин и обратно; нужно только, когда желают работать на бензине, приподнять, поворотом рычага *9* вниз, запорный клапан *M*, и тогда горячие

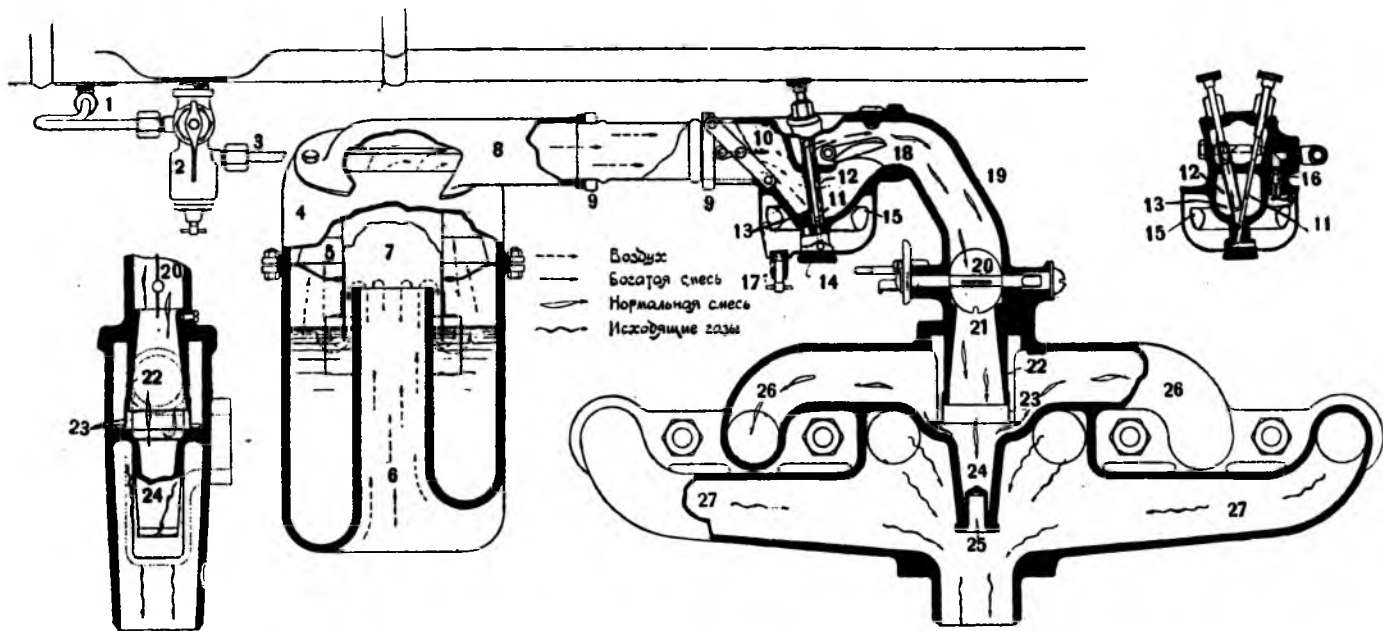


Рис. 104. Система подогревания смеси керосина с воздухом пропуском мимо сильно накаливаемой поверхности и со всасыванием небольшой части отработавших газов в свежую смесь через небольшие отверстия в „дополнителе жара“. Автоматическая регулировка изменением положения „раструба“ 23, видимого на рис. в зависимости от величины разрежения, т. е. от открытия крана количества смеси и числа оборотов. От той же причины изменяется действие и „дополнителя жара“. Сист. Фордзон, 1925 г. Объяснительные надписи на рисунке.

газы выходят прямым путем наружу в *O*, не обогревая змеевик. При закрытом же клапане горячие газы обтекают змеевик снаружи и сильно нагревают идущий по нему керосин. Через несколько минут такого подогревания керосина можно повернуть кран смеси *C* в сторону керосина и работа будет идти на керосине, с прекращением подачи бензиновой смеси.

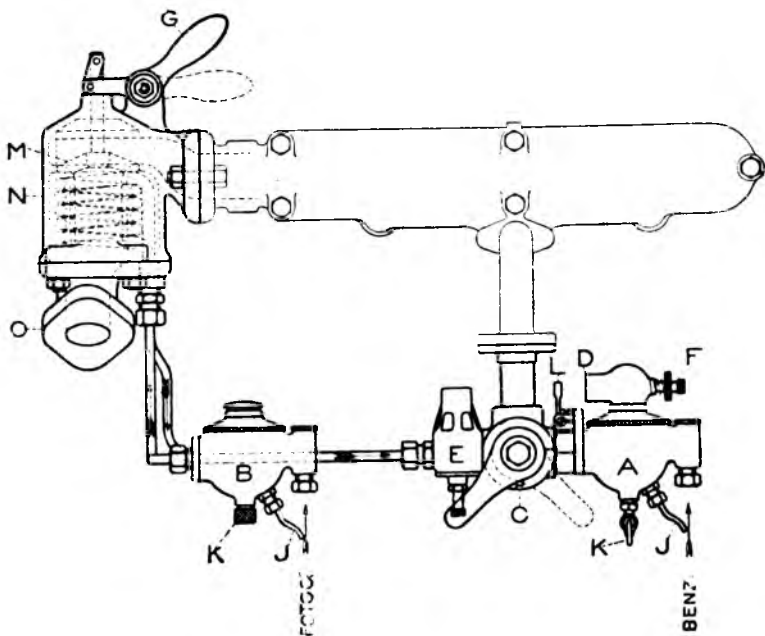


Рис. 105. — Подогреватель для керосина, змеевик в колпаке *N*, позволяющий работать на керосине или на бензине по выбору. — *M*, подъемный клапан, посредством рычага *G*, регулирующий подогревание керосина. — *B*, поплавковая камера для керосина. — *E*, распылитель для керосина. — *A*, карбюратор для бензина. — *D* и *F*, автоматический впуск добавочного воздуха для бензина. — *C*, тройной кран для впуска той или другой смеси по выбору. — *K*, спускные краники. — *J*, трубки, выводящие излишки горючего наружу. — *O*, выход отработавших газов. (Сист. Ларсон).

Эта система лучше подогревания по системе Холли (рис. 103) где в змеевике проходит не жидкость, а богатая смесь с воздухом потому что не нужно доводить змеевик до такой высокой температуры, как там.

B.—Работа на нефти возможна только при непосредственном вбрызгивании нефти под давлением в цилиндр в нужный момент. Карбюратор, который подготовлял бы смесь газообразной нефти с воздухом невозможен уже потому, что пришлось бы нагревать стенки карбюратора до очень высокой температуры, и все же так появлялось бы отложение углерода и не вполне испарившихся

частей нефти. Быстро образовался бы нагар, который затруднил бы дальнейшую работу карбюратора. Непосредственное вбрызгивание производит, как сказано ранее, образование нагара внутри камеры, вспышки. Это замечается преимущественно в местах, окружающих ту точку, куда направлена струя нефти. В большинстве случаев такая струя направляется вкось на внутреннюю поверхность накаливаемого шара вблизи места его прикрепления к камере взрыва. Однако, и при такой кажущейся нерациональной системе бывают случаи, что двигатель работает без разборки 2 — 3 месяца. Это надо приписать умелому поддержанию температуры стенок шара в местах соприкосновения со струей нефти. Температура не должна быть слишком высока.

Работа без карбюратора, и несмотря на это без отложения сажи, возможна в двигателях системы Дизель, где давление перед вспышкой достигает 35 атмосфер, при чем температура сжатого воздуха столь высока, что нефть воспламеняется в момент распыливания в цилиндре; вместо вспышки смеси на всем пространстве камеры сжатия, здесь получается горение более постепенное, что дает несколько меньшее давление чем то, которое могло бы получиться, если бы воздух карбюрировался до поступления в цилиндр. Так как давления и так чрезвычайно велики, до 35 атм., это оказывается даже выгодным с механической стороны, позволяя несколько облегчать конструкцию частей, выдерживающих давления. С другой стороны давление газов падает не столь быстро, как в других системах, так как горение продолжается в течение одной шестой части хода поршня.

Двигатели Дизель с высоким сжатием малооборотные не применимы для малых мощностей. Обыкновенно берут не менее 25 л. с. на каждый цилиндр, иначе вес выходит слишком большой, а экономия в количестве топлива еще не заметна.

Так как в настоящее время двигатели типа Дизель встречаются все чаще и чаще не только на судах военного назначения — подводных лодках — но и на коммерческих судах различного водоизмещения до 10.000 тонн и выше, то вопросы, связанные с питанием этого типа двигателей представляют несомненный интерес.

Экономичность типа Дизель в расходе топлива зависит от двух причин: предвартельного высокого сжатия, что дает лучшее использование топлива, и как следствие высокого сжатия и связанной с ним высокой температуры — возможность использовать дешевые сорта жидкого топлива, не пригодные для обыкновенных карбюраторов.

Это высокое давление не позволяет смешивать топливо с воздухом до наступления расчетного момента вспышки; вспышка получилась бы преждевременной, как только сжатие превысило бы 7—8 атмосфер. Поэтому в Дизелях приходится вбрызгивать топливо в цилиндр только в тот момент, когда вспышка необходима, т. е. когда поршень, сжав воздух до 30—35 атм., дошел почти до верхней мертвой точки. Чтобы достигнуть *разбивания струйки* на мелкие капельки гало, чтобы струйка вталкивалась воздухом под еще большим давлением; доводят вгоняющий воздух до 50 — 55 атм., получается усложнение машины, т. к. нужен насос, могущий сжимать до таких высоких давлений и насос обыкновенно делается двухступенчатым, а в последнее время и трехступенчатым.

В последнее время конструкторы двигателей с высоким сжатием стараются избавиться от применения сжатого воздуха для вбрызгивания смеси, но сжатый воздух все равно остается необходимым для пуска двигателей в ход. Можно бы

пускать двигатели аккумуляторами, но эта система, которую можно применять и подводных лодках, пока не принята на коммерческих судах.

По конструктивным соображениям строить насос для сжатия в од прием до 50 атмосфер затруднительно и потому употребляют теперь трехступчатые насосы, где *воздух после каждого частичного сжатия охлаждает водой*. Один из наиболее употребительных типов судовых трехступчатых насосов строится конструктором Ривела. Цилиндров низкого давления 2 — (по бокам среднего давления 1—(внизу); высокого давления 1—(наверху). Внизу по бокам разрезы двух цилиндрических сборных камер после низкого и среднего давления. Воздух в них несколько охлаждается вследствие допускаемого расширения, что помогает осаждению паров воды и продуванию их время от времени из камер.

Весь механизм приводится в действие эксцентриком на конце главного вала двигателя, занимает немного места и крепится непосредственно на продольное фундаментной плиты двигателя.

Конструкторы, желающие избежать применения сжатого воздуха для вбрызгивания топлива, принуждены заменить воздушный компрессор другим приспособлением. Один из таких строителей (Виккерс) применяет пружинный насос действующий толчком в нужный момент; пружина вновь сжимается механическим приводом, от распределительного вала. Таким путем легко получается мгновенное давление до 300 и более атмосфер; иные конструкторы доходят до 600 атм. Уменьшения сложности пожалуй не видно, но появляется другое преимущество—возможность работать с несколько меньшим сжатием, т. к. сжатый воздух не охлаждается струей менее горячего воздуха, вбрызгивающей топливо.

Оба описанные приспособления: топливный впускной клапан действующий давлением и компрессор для сжатия воздуха нужны одинаково для двух и для четырехтактных двигателей если только они работают с высоким сжатием. Но специально для двухтактных двигателей сколько-нибудь значительной мощности (выше 15—20 л. с. на цилиндр) нужно особое приспособление для предварительного, хотя и небольшого *сжатия продувочного воздуха*. Достаточно давление около 0,15 кг на кв сантиметр, т. е. около $\frac{1}{6}$ атмосферы.

В малых лодочных двигателях сжатие получается в картере при чем одновременно с карбюрацией. При больших мощностях невозможно делать герметически закрытый картер, и продувочные насосы должны быть устроены отдельно. Насос высокого давления для вбрызгивания топлива и для пуска двигателя не может быть применен, вследствие неэкономичности при слишком большой разнице давлений; приходится устраивать отдельный насос или несколько таких насосов — для многоцилиндровых двигателей. Ставят их обыкновенно на переднем конце коленчатого вала двигателя, на облегченной его части из расчета на каждые 2 цилиндра двигателя по 1 цилиндру несколько большего диаметра для сжатия продувочного воздуха.

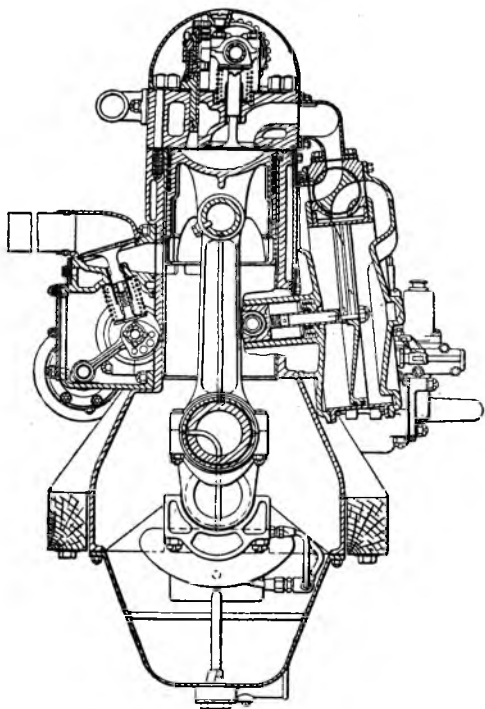
Стремятся в последнее время, чтобы не удлинять главного вала двигателя и отсека машинного отделения, ставить продувочные насосы в стороне от главной машины, при чем насосы приводятся в действие или особым двигателем типа Дизель небольшой мощности, или небольшой паровой турбиной в случае турбо-насоса (беспоршневого); в последнем случае легко применим и электродвигатель.

Борьба между 2 и 4-тактными двигателями для значительных мощностей продолжается и в настоящее время, но повидимому устанавливается такое разделение, что до 300 л. с. на 1 цилиндр выгоднее четырехтактные, а выше — двухтактные. Так как для коммерческих судов обычного типа, среднего водоизмещения (товарных или товарно-пассажирских) мощность требуется от 4000 до 5000 л. с. при водоизмещениях до 10.000 тонн, то при двух винтах и двух двигателях по 6 цилиндров мощность каждого цилиндра должна быть от 330 до 420 л. с. — следовательно двухтактные будут выгоднее.

Если же построить 8 цил. двигатель, то получится соответственно мощность 250 и 310 л. с., т.-е. для 4000 л. с. выгоднее 4-тактные, а для 5000 л. с. вопрос остается не вполне решенным.

Рис. 16. — Разрез легкого быстрооборотного двигателя типа Дизель, с самовоспламенением (сист. Атендю). Двигатель двухтактный с продувочным насосом (с правой стороны).

Вес — около 2 кг. на 1 л. с.



Для еще больших мощностей — выше 1000 л. с. на 1 цилиндр, целесообразно переходить к системе с расходящимися поршнями, опять же двухтактного цикла, при чем Докфорд в Англии и Камель-Лэйр в Америке применяют такую систему. Пропагандистом этого типа является герм. конструктор Юнкер, выполнивший систему с двумя парами поршней в одном цилиндре на опытном двигателе в 1000 л. с., в 1912 г., а еще раньше в 1910 г. доставивший на Международную Выставку Двиг. Внутр. Сгорания в Петрограде такой же двигатель в 200 л. с.

Преимущества этого двигателя — почти полное уничтожение реакции двигателя на подшипники главного вала и полное уничтожение — на крышку цилиндра, так как крышка отсутствует. Возвратно движущиеся массы компенсируют одна другую, и при больших мощностях выгода в использовании топлива и в весе двигателя на л. с. — значительная.

В последнее время достигли постройки двигателей для тяжелых топлив, типа Дизель, с самовоспламенением от высокого

сжатия, но весьма малого удельного веса. Такие двигатели, как, напр., сист. Аттендю (рис. 106), о котором уже сказано было несколько раньше (рис. 87 Д), годятся не только для моторных лодок, но и для авиации.

ГЛАВА XI.

Зажигание. Охлаждение. Смазка. Выпуск.

Зажигание смеси в цилиндре представляет второе по важности явление в двигателе после карбюрации.

Рабочий ход поршня получается только тогда, когда смесь в цилиндре двигателя воспламенилась и от сгорания ее получилась высокая температура, подымавшая давление газов до нескольких десятков атмосфер (до 25—35 атм.). При дальнейшем ходе поршня давление, конечно, уменьшается как от увеличения пространства над поршнем, так и от потери тепла через стенки цилиндра.

1. — Моменты воспламенения; опережение и запаздывание. Воспламенение смеси должно происходить точно в назначенный момент, так как малейшее отступление, даже в $1/100$ секунды, совершенно нарушило бы правильную работу двигателя.

Вместе с тем зажигание должно происходить в лодочном типе двигателей, с числом оборотов, напр. в 1000 в минуту, несколько ранее начала рабочего хода поршня, иначе давление не может дойти до требуемой величины; поршень, уходя вниз, будет увеличивать пространство для газов и горение (вспышка) будет происходить медленнее.

Запаздывание вспышки после верхней мертвой точки совершенно не допустимо по тем же причинам. Мощность двигателя едва достигала бы половины нормальной, при средних оборотах; быстрое же вращение при таком позднем зажигании недостижимо.

Опережение зажигания при двигателях не особенно быстрых должно доводиться до $30—35^{\circ}$, в зависимости от диаметра поршня и расположения свечи, т.-е. в зависимости от пространства, которое пламя должно пробежать для полного сгорания смеси.

В частях линейного передвижения поршня — это составляет около $\frac{1}{11}$ хода поршня.

Зажигание наиболее позднее будет в верхней мертвой точке, и столь позднее применимо только для пуска в ход преимущественно больших двигателей, без самопуска, вращением рукоятки, когда придать инерцию маховику во время первого оборота невозможно, и обратная вспышка может дать сильный обратный удар в руку; бывали случаи повреждения руки, даже с переломом кости. При пуске в ход малых двигателей — лучше ставить небольшое опережение, около 10° ; легче запускается.

Лучшим способом зажигания признана теперь *электрическая искра*, но для малооборотных, и в особенности для двигателей для тяжелого топлива, допустимо и накаливание шара в крышке цилиндра. Конечно, такой способ допустим только на лодках, или скорее уже на малых судах, достаточного водоизмещения, чтобы отдалить окружающие огнеопасные предметы от накаливаемого до красна шара. Хотя шар этот и закрыт в коробке, но опасность несомненно остается, тем более, что разогреть шар приходится керосиновой горелкой.

Третий вид—зажигание „самовоспламенением“ по типу Дизель, удобнее и безопаснее второго, и в тех случаях, когда по типу лодки и достаточному водоизмещению применим двигатель с высоким сжатием, лучше переходить на тип Дизель.

* * *

Главный интерес для быстроходных легких лодок сосредоточивается в зажигании *электричеством*, и эти приборы здесь главным образом описаны. В первую очередь магнето высокого напряжения, как наиболее часто встречающееся, а в дополнение аккумуляторы (с динамо или без), имеющие ценное свойство облегчать пуск двигателя в ход на малых оборотах; именно на медленном вращении чаще всего приходится запускать лодочные двигатели с поворотными лопастями винта, так как лопасти всегда мешают быстрому раскручиванию.

* * *

2. — Устройство магнето высокого напряжения. Магнито-электрические машинки, называемые часто для сокращения „магнето“, делаются по различным схемам, при чем главное различие в обмотке якоря, а в последнее время в расположении и устройстве прерывателя.

Магнито-электрическая машинка, в особенности при таком устройстве якоря, как это применяется в типах для зажигания в двигателях внутр. сгорания, является простейшим типом машин этого рода. Динамо-машины, а также магнито-электрические машинки первого времени, предложенные изобретателем Граммом, гораздо сложнее по своей обмотке и по коллектору.

Магнето, для лодочных двигателей—обыкновенные автомобильные магнето, и, наиболее распространенный в настоящее время тип,— по системе Бош ¹⁾, один из образцов таких магнето констр. Томсон-Густон в дальнейшем и описан (рис. 107). Якорь содержит две обмотки, и в этом ее главное отличие от первоначальных типов, предложенных Граммом.

¹⁾ Хотя в настоящее время много фабрикантов выделывают магнето в разных странах, преимущественно в Соед. Штатах С. Америки, в Англии и во Франции, но почти все следуют типам выработанным лет 10—12 тому назад фирмой Бош, с весьма несущественными изменениями.

Назначение первой обмотки, обычное в магнито-машинах, — получать при вращении якоря мимо магнитов (точнее, между полюсами магнитов) индукционный ток, но так как этот ток недостаточен по напряжению для получения искры в свечке, то пользуются второй обмоткой, увеличивающей напряжение тока. Эта вторая обмотка в магнито системы Бош помещена на том же якоре и, следовательно, вращается вместе с якорем, но в ранние периоды постройки автомобильных магнето, а также в последнее время, ввиду стремления упростить якорь, встречается и отдельно помещенная вторая обмотка — неподвижная.

Следующие важные части магнето — собиратель (коллектор) и распределитель тока высокого напряжения и отдельно уголек распределителя и эбонитовая накладка, ведущая его (части 225 и 219 на рис. 107), но так как до 2 цилиндров включительно распределитель не нужен, а иногда и во многоцилиндровых магнето распределитель помещается отдельно, нельзя считать распределитель непременно принадлежностью магнето. Коллекторное же кольцо и коллектор всегда имеются на магнето. Имеется еще важная часть — конденсатор, имеющий назначение ослаблять искру в прерывателе (и действующий на основании физических законов электротехники), но этот прибор не советуют самому разбирать, так как малейшее повреждение изолировки прекратит его действие. Ограничимся поэтому общим указанием на его устройство: листки тонкие, металлические (напр., „станноль“ — олово для обертки), изолированные один от другого слюдой или парафинированной бумагой, соединены поочередно с двумя полюсами. Один из полюсов соединен с линией низкого напряжения у прерывателя с одной стороны, а другой полюс — с другой стороны; таким образом прерыватель ограждается с обеих сторон конденсатором, поглощающим значительную долю энергии при разрыве линии низкого напряжения. Соединение второго полюса конденсатора на массу не изменяет этой схемы, так как второй полюс прерывателя, или, что то же, обмотки низкого напряжения, тогда также соединен на массу.

Искровой промежуток, как предохранитель против пробивания обмотки при слишком сильном напряжении, составляет в том или ином виде необходимую часть магнето. Строго определенный размер искрового промежутка всегда даст возможность искре пройти здесь, если она не может почему-либо пройти в свечке, напр., вследствие разрыва провода и не касания массы разорванным концом; перенапряжение будет таким образом избегнуто.

Главные части магнето отодвинуты одна от другой с сохранением их относительного расположения.

На рис. 107 особенно ясно видны держатель 220 уголька 224 собирателя тока высокого напряжения и дальнейший путь его через мостик (или карандаш) 241 к вращающемуся распределителю 219 с угольком 225. На крышке 195 прерывателя — коро-

енький уголек по середине длины плоской пружины 210 для отвода тока через массу посредством борна 209, когда нужно прекратить разрыв тока низкого напряжения, т. е. „выключить магнето“. Прочие цифры объяснены под рисунком.

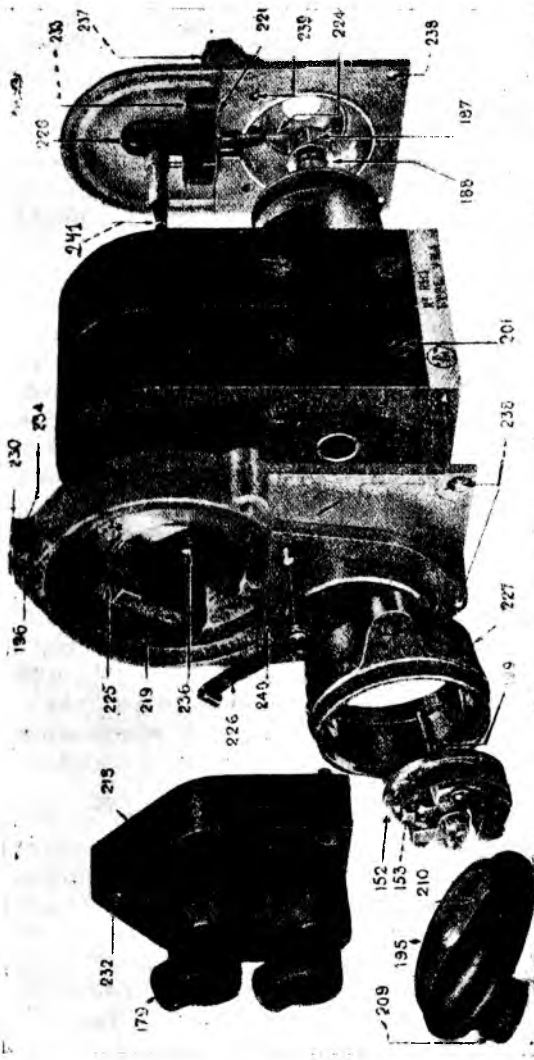


Рис. 107. Магнето высокого напряжения с главными частями, отодвинутыми одна от другой с сохранением общего их расположения сист. (Толсон-Густон „Thomson-Houston“). 201, винты, скрепляющие магниты полюсными массами или наконечниками.—166, ось якоря.—187, гайка на конце оси якоря.—238, 239 и 240, отверстия для винтов, скрепляющих боковые крышки.—224, уголек коллекторного кольца высокого напряжения и его держатель 221.—220, прикрепление мостика тока высокого напряжения 241.—233 и 237, скрепляющие винты.—234, 196 и 230, винт, пружинка и крышка масляной для смазки оси распределителя 219.—236 и 225—скрепляющие винты и уголек распределителя.—213, збонитовая крышка распределителя, прикрепляемая винтами 232.—179, наконечник для проводов высокого напряжения.—226, пружинка, удерживающая крышку прерывателя 195.—210, пружинка с угольком, соединяющаяся электрически с зажимом 209 для провода на выключатель действия магнето.—227, кольцо прерывателя, служащее и для изменения момента вспышки.—199, винт, прикрепляющий дощечку прерывателя 152.—153, механизм прерывателя.

3. — Устройство динамо. Динамо-машины важны в технике тем, что дают ток все время одинакового напряжения (вольтажа) и одинаковой полюсности, что недостижимо при магнето простейших схем, применяемых в автомобильном деле и только что описанных.

Ток динамо-машины, ввиду его свойств, назван «постоянным», в отличие от тока магнето с неразделенной обмоткой якоря, называемого „переменным“.

Динамо-машина представляет, по крайней мере в отношении якоря, в сущности, соединение нескольких магнето в одну. Якорь динамо-машины имеет несколько самостоятельных обмоток, при чем каждая могла бы действовать самостоятельно и производить переменный ток, как в магнето при соответствующем устройстве коллектора: но этого как раз и избегают, стараясь получить постоянный ток.

Динамо в настоящее время настоящие выработаны по конструкции, что могут вполне удовлетворить самым строгим требованиям в отношении надежности работы, но затруднений все же представляется несколько, из них главные: удержание вольтажа в определенных тесных пределах, напр., между 12 и 14 в., несмотря на весьма широкие пределы скорости вращения динамо, и второе — автоматическое разобщение динамо от аккумулятора при уменьшении скорости вращения ниже предела, при котором ток от аккумулятора начнет идти обратно в якорь вследствие меньшего напряжения у щеток якоря, чем у зажимов аккумулятора. То же при полной остановке двигателя и динамо. Конечно, при увеличении скорости должно наступать опять автоматическое включение. Устройство включателя — размыкателя усложняется еще необходимостью выключать динамо, когда зарядка окончена, и это во избежание как порчи аккумуляторов от перезарядки, так и излишней затраты энергии.

Способы поддержания вольтажа на различных скоростях вращения динамо — весьма разнообразны, и конструкторы не пришли еще повидимому, к сколько-нибудь общепризнанному ими предпочтительному способу; все же намечаются два из массы способов: третьей щеткой и механические усложненные регуляторы которые, можно предполагать, завоюют большинство.

4.—Аккумуляторы. Третьим по значению источником электрической энергии для зажигания можно считать — аккумулятор. До появления магнето аккумуляторами пользовались, как главным и единственным источником электричества, но было много неудобств, так как надо было весьма часто, почти ежедневно, доставлять аккумулятор для зарядки на станцию постоянного тока. Несоблюдение этого правила — держать аккумулятор все время совершенно заряженным, или по крайней мере заряженным на $\frac{3}{4}$ его емкости, — весьма скоро выводило аккумулятор из строя, и этим объясняется недовольство аккумуляторами со стороны большинства практиков того времени.

В настоящее время, когда можно иметь на моторной лодке, или автомобиле не только аккумулятор, но и динамо-машину для постоянной подзарядки его, жалоб на аккумуляторы почти нет.

Устройство аккумулятора несложно. Пластины положительные и отрицательные поставлены вертикально поочередно, но соединены одни правыми отростками, другие — левыми, к двум горизонтальным свинцовым пластинкам и затем к выведенным наружу борнам (зажимам) с пометками плюс и минус. Элементы ставятся, каждый в своем сосуде, — в общий ящик, чаще всего по 3 или по 6 элементов (считается 6-ти вольтовый или 12-ти вольтовый аккумулятор), при чем счет вольт средний, так как при начале разрядки он дает больше 2 в. на элемент, а к концу—меньше. Пластины изолированы одна от другой резиновыми, стеклянными, или целлуидовыми прокладками; в последнее время в легких моделях тонкими продырявленными листами целлулоида, а сверху все элементы, или каждый в отдельности, если не имеют целлулоидовой (плотно приклеенной) крышки, залиты смоляным составом во избежание разбрызгивания раствора. Для свободного выхода обильных газов при конце зарядки, устраиваются широкие пробки с малыми отверстиями в перегородке (или с вставленной в пробку стеклянной, маленькой колбочкой с отверстием в дне, обращенном вверх), а иногда и с предварительной камерой для осаждения паров. Внизу пластины не доходят до дна, а опираются на ребра, что предохраняет от короткого замыкания через кусочки отпадающей массы, собирающейся на дне.

Уход за аккумулятором, кроме постоянной подзарядки, должен состоять в доливании дистиллированной воды (из аптеки) до полного покрытия всех пластин (примерно 2 раза в месяц); кислоты добавлять не надо, разве только в случае вытекания или разбрызгивания при случайно открытой пробке. Доливка кислоты—по рецепту, данному фабрикантом аккумулятора, примерно 25% раствор, но колеблется от 20 до 30%, в зависимости от относительного количества раствора. Затем желательно раз в год промывание осадка.

Аккумулятор (свинцовый) имеет отдачу около 80% при немедленном разряде и слабом токе, и даже несколько больше, но емкость аккумулятора сравнительно с весом его не велика. Другие типы аккумуляторов, железо-никелевые, редко встречаются, хотя для работы на винт, (как на электро-бензиновой лодке, рис. 61) они имеют преимущества; допустима полная разрядка без вреда для аккумулятора.

5.—Катушки и распределение. Прибор, одинаково необходимый и при динамо и при аккумуляторах,—катушка индукционная (наружный вид на рис. 108) — предназначен для повышения напряжения тока, развиваемого динамо или аккумулятором. В магнето, как указывалось, также имеется катушка, но в самой распространенной системе Бош и ей подобных она входит в состав обмотки якоря.

Общепотребительная же катушка наружного вида, как на рис. 108, состоит из сердечника, обыкновенно пучка проволок,

и двух обмоток—внутренней толстой для тока низкого напряжения, и наружной длинной и тонкой — для индукционного тока который получается повышенного напряжения, сообразно увеличению числа витков.

Надо стремиться к пользованию одной индукционной катушкой, сколько бы цилиндров ни было. Кроме того, легче регулировать внимательно один джогатель (автоматический прерыватель), чем иметь дело с несколькими. Добавочный прибор требующийся при таком использовании катушки,—распределитель тока высокого напряжения с числом контактов высокого напря

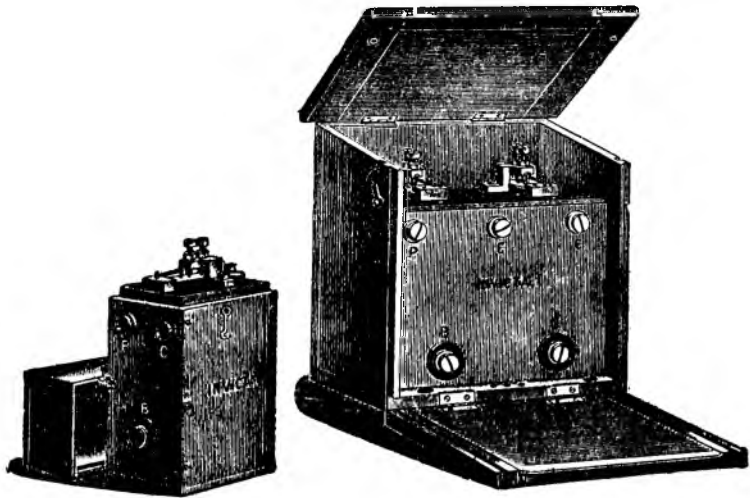


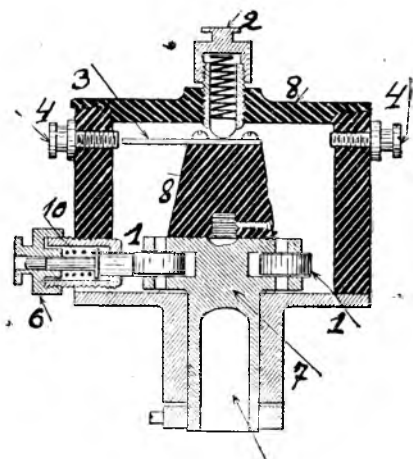
Рис. 108. Индукционная катушка; *слева* для одного цилиндра, или для нескольких, если применяется распределитель высокого напряжения, а ток низкого напряжения прерывается соответственное число раз по числу цилиндров; *справа*—для нескольких цилиндров, если хотят обойтись без распределителя тока высокого напряжения, распределяя ток низкого напряжения.

жения по числу цилиндров. Включатель тока низкого напряжения остается по прежнему; поэтому эти два прибора соединяются обыкновенно на одной колонке, рис. 109, вращающейся в два раза медленнее главного вала (при 4-х тактных двигателях).

6.—Свечи. Устройство свечек в общем несложно. Должно быть два полюса (электрода), между которыми проскакивает искра. Внутренний полюс изолирован от стенок цилиндра и соединен проводом с источником электричества (магнето, или катушкой). Наружный полюс свечки соединен с телом свечки (металлической основой) и, следовательно, через резьбу с металлом двигателя и далее «на массу»; один из двух концов (полюсов) источника высокого напряжения также соединен «на массу»

Форма и устройство (полюсов) свечи имеет большее значение, в особенности ввиду попадания на свечку масла и образования на ней нагара. Масло само по себе является изолятором, но так как оно, смешиваясь с сажей, помогает ее накоплению на изоляторе свечи, и по этой саже ток проходит помимо электродов, то масло на практике является причиной скорого нару-

Рис. 109. Соединение прерывателя низкого напряжения и распределителя высокого напряжения в одном приборе.—1, ролики для замыкания и прерывания тока низкого напряжения при проходе мимо контакта 6 с пружинкой 10.—7, валик, вращающий всю систему.—8, фибровая коробка и фибра, к которой прикреплена пластинка 3 распределителя тока высокого напряжения.—2, зажим для провода высокого напряжения от катушки. — 4, зажимы для проводов к свечкам.



шения изоляции свечи. Удачной мерой является укорочение фарфора (вообще изолятора, иногда пресованного камня в порошке, иногда слюды), т. е. как бы прятание его внутри свечи; кроме защиты от масла уменьшается количество сажи, попадающей внутрь свечи, так как внутри остаются в значительной части те же сгоревшие газы.

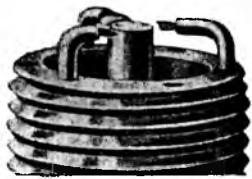


Рис. 110. Тройной наружный полюс свечи, при одном центральном, внутреннем. Облегчает разряд и препятствует обгоранию. Изолятор укорочен и потому сбоку не виден.

Таким образом, на рис. 110 изолятора не видно, и чтобы увидеть его, надо смотреть по направлению ближе к оси свечи.

В последнее время в связи с повышенным сжатием в двигателях, наблюдается перегревание свечек; размягчение и искривление электродов (полюсов) и более частое обгорание их, а также лопание и пробивание изоляторов, теряющих как доказано, электрическое сопротивление при нагревании. Борются выбором материала для полюсов и изоляторов, а также постановкой свечек против холодного тока всасываемых газов; вопросом об охла-

ждении свечек, хотя бы протягиванием наружного воздуха, на повидимому заняться теперь весьма серьезно. Некоторые опыты уже произведены конструктором Нерка.

6. Охлаждение; Смазка; Выпуск газов.

А.—Охлаждение; различные способы и приспособления
Охлаждение двигателя вызывает весьма значительную потерю более трети всей теплотворной способности бензина, однако оно необходимо: вопрос может быть только в том, чтобы уменьшить эту потерю.

Двигатель внутреннего сгорания, работающий газами очень высокой температуры, 2.000° и выше, быстро нагревается, и если бы не происходило охлаждения его снаружи и внутри, — он быстро разогрелся бы слишком сильно.

Предел допустимого нагревания определяется для трущихся частей температурой разложения масла, приблизительно $300-320^{\circ}$ Ц. Для остальных частей — температурой, при которой металл теряет свою пружинность, или изменяет свойства, приданные ему закалкой.

Охлаждение двигателя может быть *наружное* и *внутреннее*. *Внутреннее охлаждение* происходит постоянно и довольно энергично всасыванием свежей сравнительно холодной смеси, и так как охлаждение это все же недостаточно, и кроме того конструктором не может быть усилено, то все внимание должно быть обращено на правильную меру и способы наружного охлаждения.

Наружное охлаждение двигателя в моторных лодках производится *водой*.

Водяное охлаждение требует непременно: 1) рубашек вокруг цилиндров, крышки цилиндра и клапанных коробок иногда отлитых вместе с цилиндром, иногда выделанных из более тонкого материала, и 2) насоса.

* * *

При сравнении достоинств *центробежных* и *зубчатых насосов*, надо иметь ввиду, что зубчатые производят давление и подают количество воды приблизительно пропорционально числу оборотов, а центробежные насосы при малом числе оборотов почти не дают давления, а затем быстро начинают его увеличивать, доводя до слишком больших, в особенности для мягких резиновых соединений трубок. Так, например, при увеличении скоростей наружных концов крыльшек от 7 до 14 метров в секунду, т.-е. вдвое, — давление увеличивается с 2,8 метров водяного столба до 11 метров, т. е. в 4 почти раза; давление же в 11 метров опасно для резиновых соединительных

плангов, приходится уменьшать диаметр крылатки. с опасением, что на малых скоростях двигателя вода будет закипать; все же конструкторов соблазняет сравнительная простота центробежного насоса.

* * *

На моторных лодках важным вопросом является *какой пользоваться водой для охлаждения двигателя.*

Может показаться, что воды всегда достаточно вокруг; но вода может быть или недостаточно чистой, или же, в море, соленой. Кроме того она может быть чрезмерно *холодна*.

Недостаточно чистая вода будет образовывать накипь в рубашках; морская соленая вода будет разъедать поверхность водяных рубашек.

Холодная же вода, как доказано, нецелесообразна для охлаждения двигателя, так как переохлаждаемый двигатель дает *меньшую мощность*, чем более теплый. Наивыгоднейшая температура охлаждающей воды 65° Ц. Это одно заставляет ограничивать подачу холодной забортной воды только таким количеством, чтобы не дошло до кипения.

В автомобилях существуют такие приборы — термостаты, — которые пропускают под клапан воду, только когда она достигнет температуры, близкой к предельной. На лодках это пока мало применяется, но желательно, хотя и вызовет осложнение. Понадобится резервуар для воды, так как при малой емкости водяных рубашек регулятор температуры не сможет правильно действовать.

В настоящее время берут чаще всего просто забортную воду, и тотчас же выпускают наружу, чрезмерно охлаждая двигатель.

Теперь начинает применяться закрытое круговращение охлаждающей воды. Вода проходит по закрытой трубке за бортом и опять проходит в рубашку цилиндра. Это важно на море, чтобы избежать отложения соли, а кроме того, даже и на пресной воде, полезно возможностью регулировки температуры воды.

Б. — Смазка как необходимость и как уменьшение потерь на трение; способы смазки и приборы. Смазка необходима, чтобы двигатель мог работать продолжительное время без остановки, так как теряемая бесполезно в несмазанном подшипнике, или на несмазанных поверхностях, работа столь велика, что при обращении ее в тепло нагрела бы металл подшипника или, напр., стенки цилиндра или поршня, до размягчения. Это иногда и происходит при неисправности смазки.

Способы смазки сводятся к постоянному поддержанию тонкой пленки смазывающего вещества между трудящимися поверхностями.

Смазывающие вещества, в свою очередь, бывают весьма различны, но в некоторой степени каждая жидкость может быть

смазывающим веществом, если она не производит быстрого химического воздействия на трущиеся поверхности.

Но вообще от смазывающей жидкости требуется вязкость, чтобы смазка хорошо приставала к трущимся поверхностям и таким образом вместо трения двух металлических поверхностей происходило *трение двух слоев жидкости*; на поверхности этих слоев будет легко образовываться вихревое движение и как бы слой мельчайших шариковых подшипников. Нужно, следовательно, чтобы жидкость удерживалась между поверхностями, несмотря на давление (не выдавливалась). Поэтому в подшипниках с большой нагрузкой и в особенности с медленным вращением масла должно быть более вязкое, а это обыкновенно соответствует большему удельному весу масла. Наоборот, при малой нагрузке и при быстром вращении можно брать менее вязкое масло, так как оно не будет успевать выдавливаться из подшипника. Брать и более вязкое масло там, где допустимо и менее вязкое, не следует, так как густое вязкое масло берет несколько большее количество работы на преодоление своего внутреннего трения части

Приборы для смазки. В отношении двигателя следует рассмотреть только приборы для смазки главных частей двигателя, — поверхностей цилиндра поршней и коренных подшипников, — с добавлением подшипников шатунов; все же остальные части могут смазываться обычными в технике приборами капельными или фитильными масленками, или же штауферами с мазью, без каких-либо затруднений для работы двигателя.

Внутренние поверхности цилиндров (а, следовательно, и наружные поверхности поршней) смазываются разбрызгиванием масла, находящегося всегда на дне картера. Масло разбрызгивается головкой шатунов, и для большей правильности количества и для обеспечения добрасывания вверх по стенкам цилиндра, на концах шатунов приделываются иногда небольшие черпачки. Эта система смазки долгое время была единственной, так как разбрызгиванием обеспечивалась и смазка коренных подшипников посредством небольшого выступающего лоточка на стенке или перегородки картера, по которому масло в достаточном количестве стекало к подшипнику. Смазка головок шатунов считалась обеспеченной погружением в масло при каждом обороте а основание шатуна — достигавшими снизу при разбрызгивании каплями, отражавшимися от дна поршня. Но по мере увеличения мощности двигателя и числа оборотов, все чаще происходили перегревы подшипников двигателя, от недостаточного количества попадавшей смазки.

В дополнение к смазке разбрызгиванием применялась подача масла по трубочкам к нижней части цилиндра, система взята от фабричных двигателей. В настоящее время от этой системы почти отказались.

Подача масла к главным подшипникам насоса, так называемая „смазка под давлением“ (рис. 111), в настоящее время

считается общеобязательной. Но смазка разбрызгиванием при этом не является ненужной, так как разбрызгивание всетаки остается единственным надежным способом смазки поверхностей цилиндров и поршней, кроме весьма немногочисленных систем, где подаваемое по шатуну масло выходит по обе стороны поршневого пальца и смазывает стенки цилиндра и поршня.

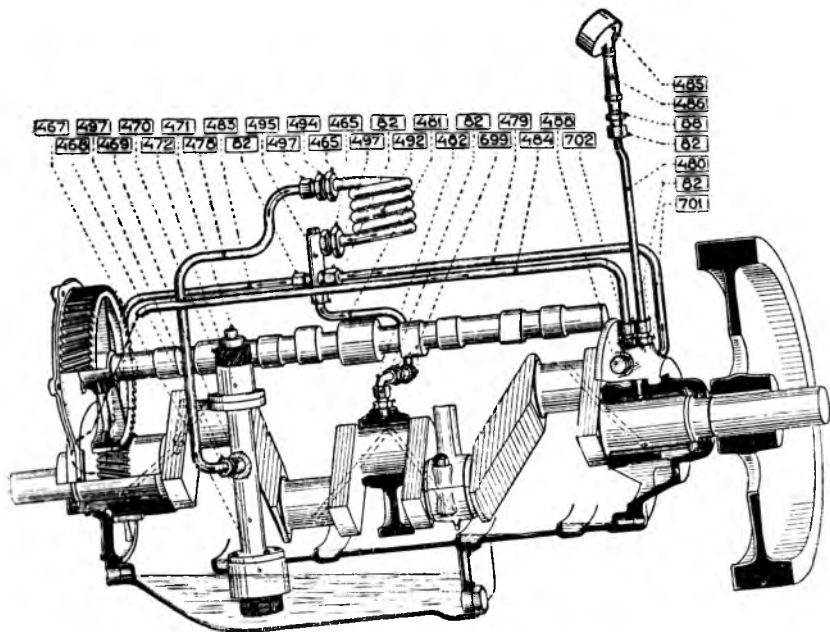


Рис. 111. — Смазка подшипников коленчатого вала (коренных) и головок шатунов *под давлением*. 467-зубчатый насос внизу вертикальной трубки 468 — 469 и 497, фланец и зажимная гайка отводной нагнетающей трубки 478 — 472 и 470, червячная зубчатка и зажимная гайка на верхнем конце валика 471 насоса. — 483, 479 и 701, отводные нагнетающие трубки к боковым коренным подшипникам, их зажимные гайки 82. — 497, 494 и 465, зажимные гайки и фланцы охлаждающей спирали 492. — 495 фильтр и распределитель по трем трубкам. — 481, 482 и 699, трубка и ее прикрепление к среднему коренному подшипнику. — 484, трубка низкого давления, подающая масло на распределительные зубчатки и ее закрепление 702. — 488, гнездо для дополнительной трубочки. — 485, 486, 88, 480 и 701, манометр и его соединение с нагнетающей трубкой.

Смазка „под давлением“ получается действием насоса того или иного вида поршневого, или в последнее время зубчатого, помещенного в нижней части картера (467; рис. 111), и насос этот подает масло по трубкам 481, 479 и 483 в канал коленчатого вала. В трех вводных подшипниках имеются на валу маленькие отверстия, по которым масло проходит внутрь вала, что является возможным во все время поворота вала, благодаря круговой канавке в подшипнике. В остальных подшипниках —

обратное явление, т.-е. масло из вала переходит в подшипник, а излишек выходит все время по краям подшипника наружу стекает в картер; таким образом, устанавливается круговорот масла и притом некоторое его охлаждение, сравнительно с тем, если бы масло оставалось долго в подшипниках без замены.

Подача масла под давлением по пустотелым шатунам и по особым трубочкам, приделанным снаружи к шатуну, применяется, но далеко не во всех системах.

Полезное нововведение — подача вторым насосиком, в тот же канал, свежего масла из особого запасного бака, в количестве сколько обычно выгорает масла в двигателе (обычно от $\frac{1}{12}$ до $\frac{1}{15}$ от количества израсходованного бензина при неполном газе на полных оборотах от $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{10}$).

Тогда нет надобности подливать масла в картер, а только следить за запасом в баке; в картере же автоматически будет приблизительно постоянный уровень.

Еще полезное приспособление — предохранительный клапан против излишнего давления, вредного для насоса, пока масло в холодную погоду не разогрелось.

Правильность действия смазки „под давлением“ можно всегда проверить на ходу по манометру.

Манометр должен показывать 3—4 фунта на кв. дм., т.-е. около четверти атмосферы, когда масло уже разогрелось, а сначала почти двойное давление.

В. — Выпуск газа. *Значительность потери и возможность ее уменьшения.* Выходящие „отработавшие“ горячие газы уносят собой больше трети всего тепла, развиваемого топливом при сгорании; совершенно отработавшими их, следовательно, еще нельзя считать, и дело будущих конструкторов уменьшить эту потерю. Но при настоящем устройстве бензинового двигателя эта потеря является нормальной.

Потери же от затруднения выхода газов, от прохода их выводящей трубе и через глушитель, сравнительно невелики, но именно эти потери могут изменяться в сторону уменьшения, иногда же в сторону увеличения почти вдвое, при некоторой невнимательности.

Глушитель имеет назначение уменьшать резкий неприятный шум от выхода отработавших газов, когда эти газы находятся еще под сравнительно высоким давлением, в 4—5 атмосферы. Когда газ пропущен через особый цилиндр, сделанный обыкновенно из листового железа или стали, при чем внутри цилиндра имеется 2 или 3 отделения, то давление газа, постепенно уменьшаясь, может быть доведено приблизительно до атмосферного.

Шум выхода газов становится равномерным; слышится шипение вместо ряда выстрелов.

Уменьшению шума способствует также материал и форма выпускной трубы; тонкостенная труба большого диаметра из чугуна. Чугунная отливка с ребрами для охлаждения лучше ка-

в этом отношении, так и в уменьшении вреда для близ расположенного магнето.

Потеря мощности двигателя от глушителя не очень велика, и нормально не должна превосходить 2,2%, вместе с трубой. Но при засоренности глушителя липким нагаром или при очень длинной трубе может увеличиваться вдвое и даже втрое.

Мерами к уменьшению потери считается усиленное охлаждение выпускной трубы около двигателя — это же уменьшает и шум; для охлаждения помещают иногда выпускную трубу внутри отливки и охлаждают водой, как цилиндры. Далее заботятся об охлаждении трубы по всей длине, и сопротивление выпускной трубы всех длин может быть уменьшено таким способом значительно. На моторных лодках этот способ легко достигим, и им следует пользоваться. Не следует, как это принято некоторыми конструкторами, обматывать трубу асбестом, чтобы она не нагревала соседние части.

В моторных лодках вместо пропуска через глушитель направляют иногда газы прямо в воду по трубе, но этот способ дает большее сопротивление чем глушителю; преимущество в бесшумности.

Возможно и при выпуске в воду уменьшить потерю, устроив погруженный конец трубы в виде эжектора который будет отбрасывать воду назад и давать добавочное сопротивление. Можно и другим механическим способом уменьшать потерю, а при удачном расположении даже увеличить мощность на 1—2%, — устроить начало выпускной трубы в виде эжекторов, вставленных один в другой. Тогда быстро уходящие газы из одного цилиндра, напр., первого, подготовят разрежение (уменьшенное давление) для газов следующего по порядку вспыхек цилиндра, здесь по рисунку — второго; и так далее. Поэтому и выпускные эжекторы лучше располагать по порядку вспыхек, например, 1—2—4—3.

Сопротивление выпускной трубы, т.е, уменьшение мощности двигателя от выпускной трубы в 1%, относится к трубе, длиной около 3 м; а при длине в 2,5 м потери сравнительно со свободным выпуском прямо из коробок клапанов — нет. При укорочении трубы до 1,5 м, наоборот, замечается выгода, сравнительно с выпуском в атмосферу прямо из коробок клапанов. в 2—3%. При более короткой трубе выгода уменьшается, но и 20 см труба все же выгоднее, чем прямой выпуск из коробок.

Неоднократно появлялись в продаже за последние 15 лет глушители не очень большого размера, доказывавшие на пробе увеличение в 1—2% в мощности двигателя. Не прививаются они повидимому по той причине, что они как патентованные слишком дороги, а большой экономии в конце концов это не дает. Когда же временно желают увеличить мощность, то можно ведь открыть свободный выпуск и тогда увеличить мощность на 2—3%.

Недавно предложенный тип (сист. Штейгбой), основанный так же, как и предыдущие, на разделении струй, явился бы полезным нововведением. Разделенные струи встречаются и затем выходят по спирали, производя за собой область уменьшенного давления и облегчая этим выход газам от последующей по порядку вспышки. Как видно, в общем повторение основания, примененного раньше; только исполнение более практичное.

ГЛАВА XII.

Типы лодочных и судовых двигателей.

Разнообразие типов двигателей внутреннего сгорания, применяемых в моторных лодках и моторных судах, является во многом последствием тех широких пределов мощности, для которых двигатели приходится конструировать. В то время как в автомобилях наивысший предел превосходит наименьший в 10—15 раз (от 5 до 75 л. с.); в мотоциклах не более того (от 1 до 10 л. с.); в паровозах одной колесной пары — также (от 100 до 1500 л. с.), — в двигателях внутреннего сгорания для водного передвижения пределы раздвинуты от $\frac{1}{2}$ л. с. до 100.000 л. с.; высший предел превосходит низший в 200.000 раз.

Рассматривая типы двигателей, начиная с низшего предела, можно установить следующую постепенность в переходах с одного типа на другой.

1. Двигатели наименьших сил, до 3—5 л. с. делаются для упрощения конструкции чаще одноцилиндровыми, и потому во избежание сотрясаний корпуса двухтактными (безразлично — бензиновые, керосиновые или нефтяные).

2. При силах выше 5 и приблизительно до 25 бензиновые делаются двух- или четырехцилиндровыми и ставятся на прогулочные и спортивные лодки, а керосиновые и нефтяные бывают этих мощностей с запальным шаром — средних сжатий одно и двухцилиндровые и ставятся как вспомогательные для яхт и для рыболовных промысловых судов. В большинстве случаев — двухтактные.

3. От 25 до 100 л. с. а) для спортивных и гоночных лодок — исключительно бензиновые с 4, 6 и более цилиндрами, типов нормального автомобильного, облегченного автомобильного иногда даже авиационного, 4-тактные, б) для промысловых целей, коммерческих судов малого водоизмещения, и в виде вспомогательных для яхт — 2, 3 и 4-цилиндровые, тяжелого типа, при чем выше 50 л. с. керосиновые встречаются редко, а почти исключительно нефтяные среднего сжатия с запальным шаром и иногда с электрическим зажиганием; последнее особенно пропагандировать — увеличивается безопасность и быстрота пуска в ход. Пуск в ход выше 50 л. с. — рукояткой уже не достижим и обязательно пользоваться сжатым воздухом (или аккумуляторами). Двухтактные спорят с четырехтактными в этом промежутке мощностей; до 50 л. с. — перевес явно на стороне двухтактных, а приближаясь к 100 л. с. — четырехтактным отдается преимущество. Выше 50 л. с. встречается тип Дизель, с самовоспламенением от высокого сжатия.

4. От 100 до 500 л. с. четырехтактные пользуются более значительным распространением, что объясняется переходом к высокому сжатию (тип Дизель), а при этих мощностях двухтактные высокого сжатия механически менее выгодны ввиду необходимости в насосах для продувочного воздуха, удорожающих двигатель. Обыкновенно 4 или 6 цилиндров. Топливо — нефть и другие тяжелые масла.

5. Выше 500 л. с. и приблизительно до 3000 л. с. при 6—8 цилиндрах и при двух двигателях на судне — четырехтактные чаще применяются, хотя эта область одинаково доступна и двухтактным, и повидимому в этом промежутке двухтактные понемногу заберут окончательно верх. Для таких мощностей несколько большая сложность двухтактных двигателей уже нечувствительна.

6. От 3000 до 5000 л. с. — двухтактные, в двух группах по 6—8 цилиндров и теперь имеют явное преимущество.

7. Выше 5000 до 10.000 л. с. на судне целесообразно переходить к двухтактным двойного действия в 2, 3 или 4 установках (с 2, 3 или 4 винтами). При двой-

ном действии поршень работает обеими сторонами, как в паровой машине, и хотя сложность увеличивается, но уменьшается вес двигателя на силу и можно повысить коэффициент полезного действия.

8. При дальнейшем повышении мощности судовых установок от 10.000 до 100.000 л. с., что дает при 4 винтах и при 8 цилиндрах на винт от 310 до 3100 л. с. на цилиндр, целесообразнее, по крайней мере для второй половины этого промежутка, переходить на расходящиеся поршни, сначала однопарные, а затем двухпарные.

В последние годы появился и начинает распространяться новый тип двигателя, конструктора Стилл, где водяная рубашка

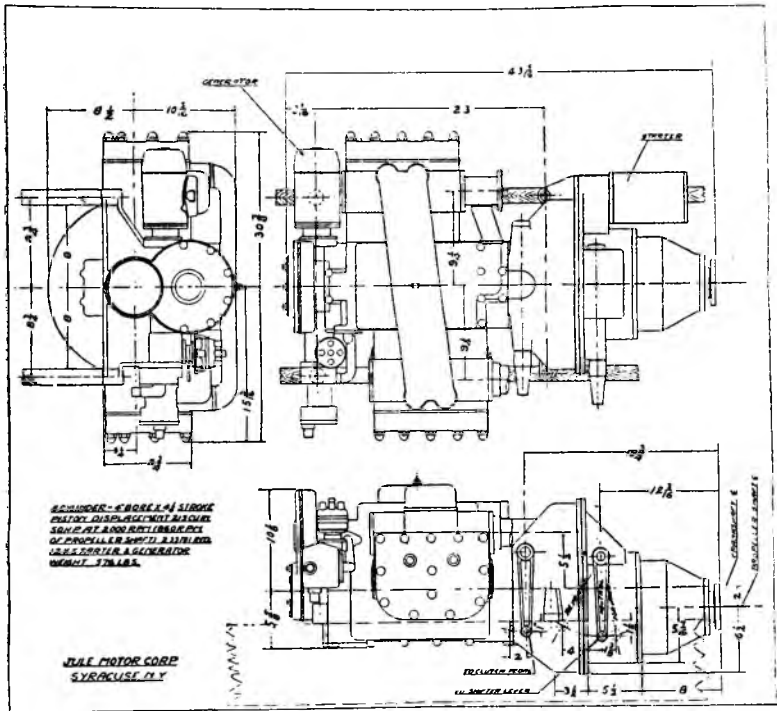


Рис. 112. — Двигатель с горизонтально расположенными цилиндрами удобный для помещения под полом лодки. Констр. Юль, Америка. Размеры указаны в дюймах; 4 цили.; 100 × 112; 56 л. с. при 870 оборотах в минуту.

является котлом сравнительно низкого давления и пар работает на особый поршень, расположенный на штоке поршня двигателя внутреннего сгорания, ниже его.

Удалось таким образом уменьшить расход топлива на 22%, доведя полезную отдачу с 32% свойственной Дизелям, до 41%. Но стоимость двигателя и размер помещения увеличиваются. Все же это сочетание считается выгодным.

В самое последнее время появляются новые сочетания пара с внутренним сгоранием, где к цилиндру паровой машины при-

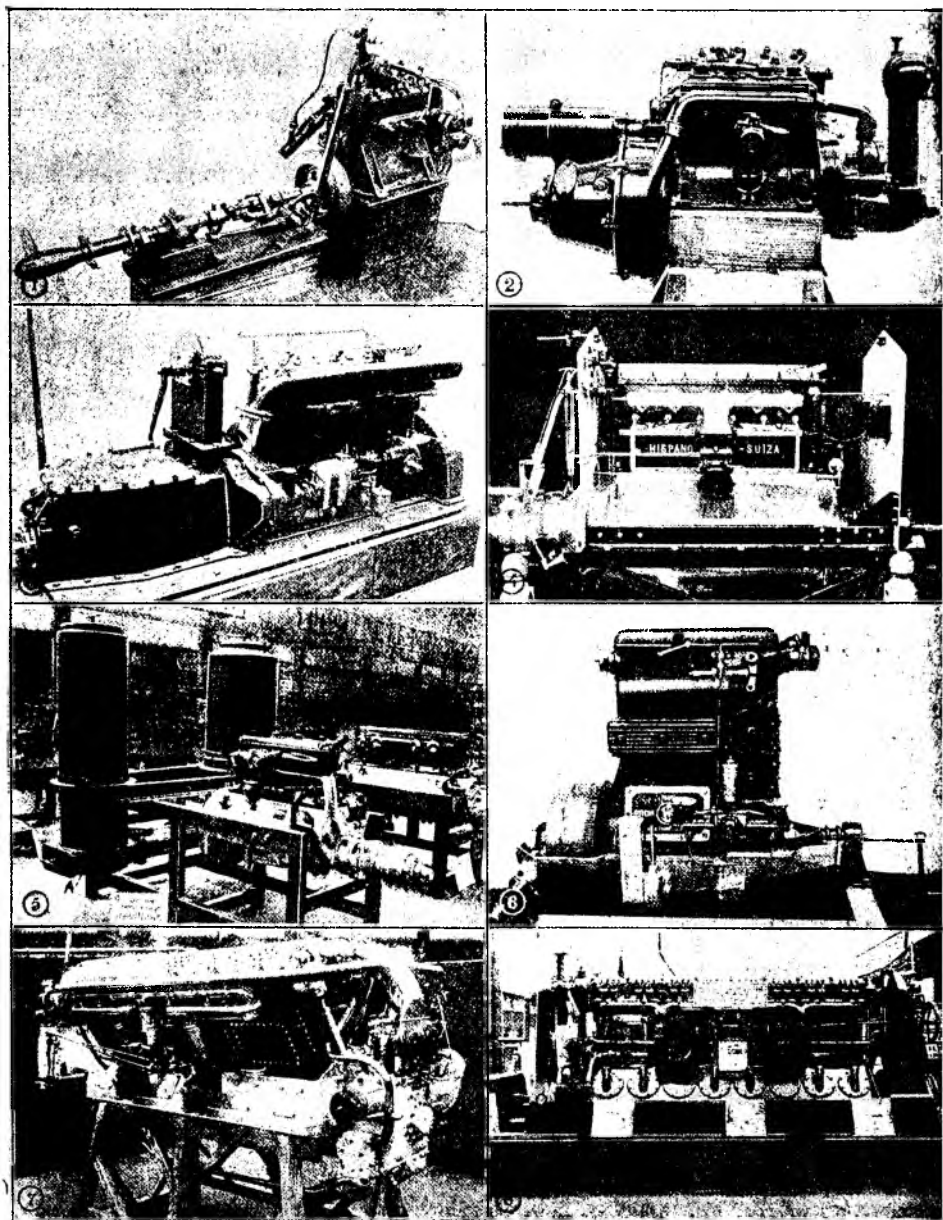


Рис. 113. — Новейшие типы двигателей для моторных лодок, для различных сортов топлива. По выставке конца 1926 г. в Париже.

Фиг. 1. — Маленький двигатель Рено с валом и с винтом, снабженными пово-

делывают сверху цилиндр и поршень Дизеля, а снизу продолжает работать пар. Эту систему можно расширить по системе Стилл, и тогда кроме увеличения мощности достигается и заметная экономия топлива.

Оба эти типа двигателей пригодны главным образом для мощностей выше 200 л. с. на один цилиндр.

Для мелких же двигателей, пригодных именно для моторных лодок и мелких судов различного водоизмещения, интересны появившиеся в последнее время следующие типы двигателей.

По расположению цилиндров удобен для крейсерских и прогулочных лодок двигатель с горизонтальными цилиндрами (рис. 112), так как он может быть целиком скрыт под полом лодки среднего водоизмещения.

На рис. 113 показаны 8 типов двигателей, как быстро вращающихся и идущих на легко испаряемом топливе, так и приспособленные для тяжелого топлива, и даже для твердого топлива, так наз. „газогенераторные“. Все эти двигатели были в конце 1926 г. на выставке моторных лодок в Париже и представляют последние пока достижения для быстрого водного передвижения.

Особенно интересен газогенераторный двигатель (фиг. 5, рис. 113), в 20 л. с. с таким же газогенератором, как принято теперь на грузовиках и автобусах.

Подробности в подписи к рисунку.

В заключение этой главы выбраны типы лодок и водоскользителей, наиболее пригодных для массового распространения, вследствие сравнительно небольшого расхода бензина и весьма удовлетворительных результатах в смысле скорости передвижения.

ротными лопастями. Снабжен электрическим пуском. Тип автомобильный, но работающий с несколько меньшим числом оборотов.

Фиг. 2. — Подобный по мощности двигатель (Пежо), но более приспособленный для лодок, так как управление поворотом лопастей на колонке спереди.

Фиг. 3. — Тип более тяжелого двигателя для грузовиков, приспособленного для большой моторной лодки, не быстроходной. Пуск рукояткой.

Фиг. 4. — Мотор для быстроходных лодок. (Испано-Суиза). Зажигание и пуск от аккумуляторов. Перемена направления в обоих последних — коробкой с зубчатками. Все 4 типа — на бензине.

Фиг. 5. — Газогенераторный двигатель (Панар) в 20 л. с. Правый большой цилиндр — генератор; левый — очиститель.

Фиг. 6. — Быстрооборотный двигатель (Мортон) типа Дизель; 1.500 оборотов в минуту.

Фиг. 7. — Двигатель (Лоррен-Дитрих) с двумя рядами цилиндров, наклонно расположенных; 155 × 200 мм. 12 ц. Для быстрых лодок; тип почти авиационный.

Фиг. 8. — Восемь цилиндров в ряд двигателя в 400 л. с. (Изотта-Фрачини), применяемого в итальянском военном флоте.

На рис. 114 виден *ближне-крейсерский тип* лодки в 6,5 метр длины при 1,5 м. ширины. Устройство управления, сидения

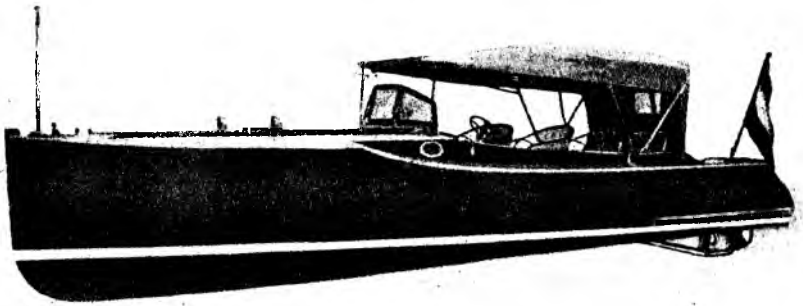


Рис. 114. — Крейсерский тип по скорости, а по форме *полугоночной лодки*, недорогой и экономической по расходу бензина, весьма распространенный во Франции и других странах; годен для открытой воды, но не на большом волнении. Длина по ватерлинии 6,5 м.; наибольшая ширина 1,5 м. Двигатель 15 л. с. Выпуск серийный. Другие числовые данные — на графике 115. Верфь в *Сартрувилле*, Франция.

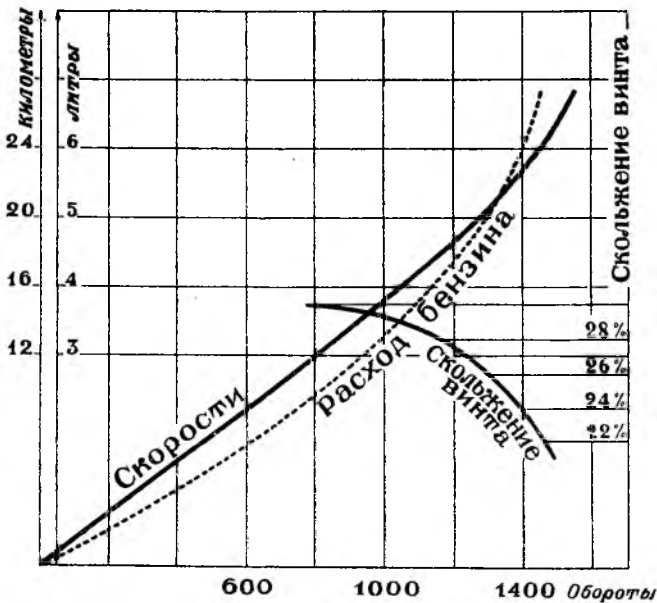


Рис. 115. — График скорости, расхода бензина, и скольжения винта моторной лодки рис. 114.

и даже складного верха, вполне напоминает автомобиль. Скорость правда уступает автомобилю той же мощности в 2,5 до 3 раз, но если желают достигать на воде более значительных



Рис. 116. — Водоскользитель для 4-х человек для небольших скоростей, до 20 км. Выпускается сериями. Двигатель 10 л. с. Конструкция авиационного завода *Фарман*, Франция. Наверху — перевозка по суше подстановкой оси с колесами.



Рис. 117. — Наиболее дешевый способ водного спорта в подражание механическому. Рама и механизм могут быть легко переделаны из старого велосипеда, а поплавки могут быть самодельные, или заказаны столяру. Лучше всего оклеить снаружи промасленной парусиной и закрасить.

скоростей, то надо переходить, как объяснено в этой книге к водоскользителю, один из наиболее доступных и удобных типов водоскользителей показан на следующем (рис. 116).

На рис. 115 дан график расхода бензина и достигаемых скоростей этой лодки помощью поставленного в ней двигателя в 15 л. с. Как видно скорости вполне достаточные; даже при среднем числе оборотов, около 1.000, достигается уже 15 км. в час.

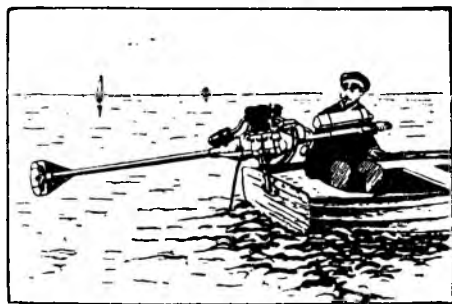
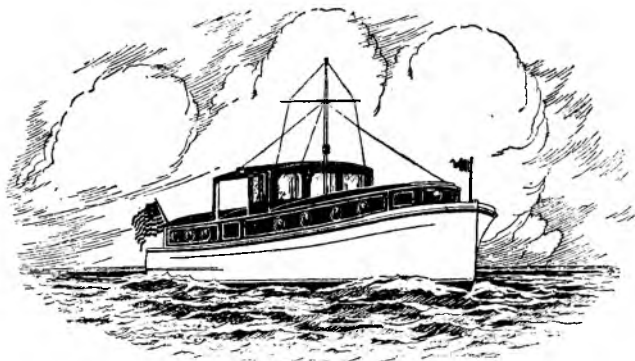


Рис. 118. Встречи на водной поверхности, *Наверху* — большая закрытая крейсерская моторная лодка. *Внизу*, для контраста, — обычная открытая весельная шлюпка, небольшого размера, с переносным двигателем, установленным на корме.

Легко выполнимый водоскользитель, показанный на рис. 116, вполне поднимает 4-х человек, и при слабом сравнительно двигателе в 10 л. с. достигает на вполне спокойной воде 20 км в час. Верхний рис. показывает возможность, помощью подводимой оси с двумя колесами, перевозить этот водоскользитель легко по земле; теперь все чаще применяется буксировка своего гидроглиссера или лодки за автомобилем.

В противоположность механическому передвижению интересен аппарат с велосипедным приводом на винт (рис. 117). На спокойной воде такой аппарат, кстати легко могущий быть по-

строенным почти целиком своими руками, может принести много удовольствия и пользы для здоровья каждому любителю спортивных упражнений на воздухе. Погруженный винт может быть заменен воздушным.

Следующие 2 рис. (118 и 119) показывают разнообразие различных встреч спортсмена на водной поверхности, кроме больших

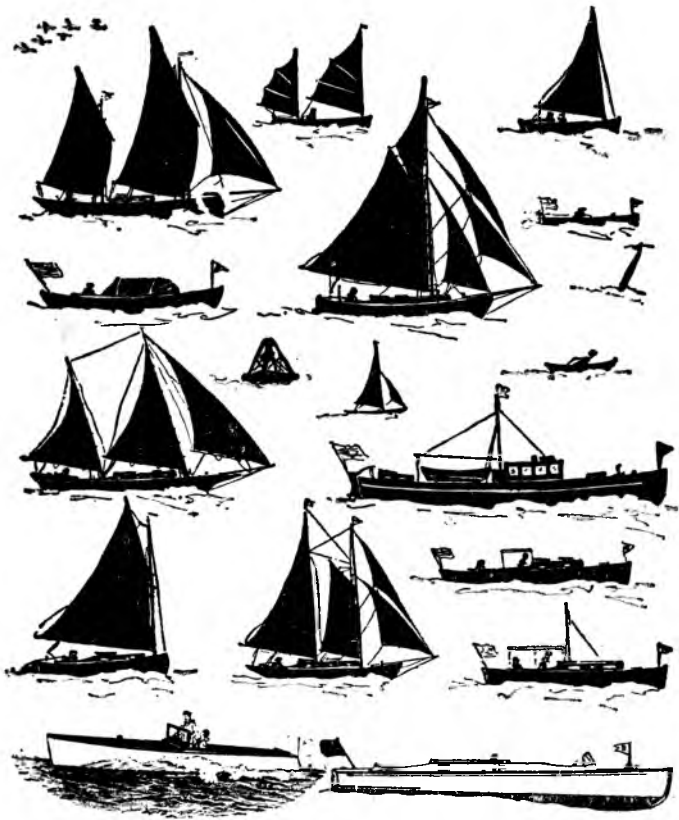


Рис. 119. — Встречи на водной поверхности. Разнообразие встреч при занятии водным спортом. Парусные и моторные лодки и яхты всех величин, и даже весельные шлюпки и лоды, а на мелях баканы, оживляют вид и дают богатый материал для сравнительного изучения, как держится на волне каждая из конструкций.

пароходов и судов. Как видно на воде нет и не может быть однообразия в способах и аппаратах передвижения. Здесь еще нет двух последних новейших способов: использование силы ветра посредством роторов (*Флеттнера*) и посредством ветряных крыльчатых двигателей. Эти способы иллюстрированы рисунками в Прибавлении, помещенном за этой Главой.

П Р И Б А В Л Е Н И Е .

Применение ветряных крыльчатых двигателей на морских судах, больших и малых.

І. Введение.

Уже несколько десятков лет тому назад многими конструкторами предлагалось пользоваться для передвижения морских судов, на замену обычного парусного вооружения, ветряными двигателями с крыльями, на подобие применяемых для ветряных мельниц.

Указывалось, что такая замена была бы особенно выгодна при курсах против ветра, т. к. избегалась бы лавировка, трудная на больших парусных судах. Трудность представляет как перемена галсов при бригговом вооружении, так и близость к величине прямого угла, того наименьшего угла с ветром, при котором происходит лавировка с бригговым вооружением и при широких обводах судов, предназначенных для перевозки грузов.

Но до последнего времени не шло дальше предложений, опытов же, или исследований на математической основе,—не производилось. Поэтому такие возражения, как возможность меньшей тяги лопастей погруженного в воду винта вперед, чем давление в обратном направлении ветра на крылья ветряного двигателя, приводящего в действие тот же винт, не могли быть обстоятельно опровергнуты.

Обе стороны выходили только из предположений, и мнение одной не было конечно доказательно для другой.

Пойдет ли корабль вперед, или будет дрейфовать назад со своими крыльями, — было вопросом спорным.

Тем более приобретают значения произведенные во Франции, в 1922 и в 1923 гг. опыты применения ветряных крыльчатых двигателей на небольших пока катерах, при чем передача работы производилась при посредстве погруженного в воду винта обычного типа.

Этим опытам предшествовали лабораторные с уменьшенной моделью и обстоятельное математическое исследование.

Теперь, повидимому, нет уже препятствий для производства опытов в большем размере с судами, если не самого большого, хотя бы среднего тоннажа, и было бы при том целесообразно производить практические изыскания на многомачтовых судах, т. к. конструктивно легче построить несколько меньших ветряных двигателей, чем один большой, равной площади.

Применение же для мелких одномачтовых спортивных лодок и катеров может быть и теперь вполне рекомендовано, и даже не в виде опыта, а как действительное использование.

Удовлетворительное решение поставленной задачи имело бы большее значение, чем обычное техническое усовершенствование, так как в сильной степени возродило бы парусный флот, как бы ожидающий только небольшой технической помощи от человеческого гения, изобретательности и настойчивости. Тогда флот этот вступит вновь в успешное соревнование, по крайней мере для перевозки грузов, с механическим флотом, паровым и нефтяным, — соревнование, в котором парусному флоту пришлось временно уступить.

Но теперь на стороне парусного флота дороговизна угля и нефти, и так как это повышение цен не временное, а грозит перейти в постоянное, то и успех борьбы парусного флота с механическим-тепловым должен иметь не временный характер.

Кроме того избавление от необходимости добывать из почвы бесконечное число тонн угля для паровых судов произведет и некоторое социальное облегчение, заменяя профессии вредные для здоровья, полезными.

То же относится и к кочегарам, работающим на паровых морских гигантах; они, переменяв свою тяжелую профессию на работу, напр., при ветряных двигателях и парусах, смогут вздохнуть свободно свежим морским воздухом, вместо пекла кочегарки и принести благодарность работникам-изобретателям, освободившим их, — имена будут упомянуты.

Раньше, чем изложить труды и изыскания в упомянутой области исследователей и конструкторов Константен, Жессель и Дало (Constantin, Joessel и Daloz) следует упомянуть, что есть один важный пункт, в котором можно не согласиться с ним, а именно о целесообразности производить при *всяких галсах* такую замену парусов крыльчатыми ветряными двигателями.

Конструкторы предлагают полный отказ от парусов и настаивают на пользовании исключительно крыльчатыми ветряными двигателями.

Это предложение несколько расходится с теми же приведенными выкладками, с которыми своевременно придется встретиться здесь, и из которых следует, что абсолютная выгода по

учается только когда угол с ветром менее 90° , а следовательно паруса должны быть оставлены для выгодной работы на целой половине всех румбов горизонта (на 180° по горизонту).

На второй половине горизонта, ближайшей к ветру, должны действовать на корабле, на замену парусов, ветряные крыльчатые двигатели, и так должно происходить попеременно каждый раз, когда из одной половины горизонта (подветренной) корабль, меняя курс, входит в другую наветренную, или наоборот.

Следовательно и всю конструкцию надо приспособлять так, чтобы такой *переход от парусов на ветряные вращающиеся двигатели и обратно происходил легко и в малое число минут*; и только в отношении спортивного типа, малого тоннажа, напр. до 10 — 15 тонн, можно для упрощения оставлять только крыльчатый двигатель с поворотом по всему горизонту.

В остальном с выводами упомянутых трех исследователей можно вполне согласиться и желательно, чтобы те, кому это будет доступно, продолжили эти опыты в более значительных размерах.

Попутно не мешает сказать несколько слов о третьем способе использования силы ветра на море — о роторе *Флеттнера*.

Эта система сама по себе весьма остроумная, и, возможно, вполне применимая в авиации, как поддерживающая сила и как часть крыльчатого двигателя, здесь именно для морского дела не вполне пригодна.

Обыкновенно упускают из вида, говоря о технически прекрасном использовании затрачиваемой на вращение цилиндров работы, что для *роторного судна Флеттнера, противными ветрами будут не только в обычном понимании противный, т.-е. встречный, но и попутный*, дующий с кормы. При *попутном* же ветре, как и при встречном, кораблю с роторами Флеттнера *придется лавировать*, и только боковые ветры будут для такого корабля действительно попутными.

Таким образом ветры целой половины горизонта будут всегда „противными“ ветрами и *лавирировочными* направлениями, и едва ли это будет улучшением в сравнении хотя бы с обыкновенными *парусами*, где „попутными“ ветрами можно считать во всяком случае *больше половины горизонта*. Пришлось бы сменять постоянно роторы — на паруса и обратно по предлагаемой автором системе, но у Флеттнера это не предлагается и повидимому не считается даже технически возможным.

Поэтому этот третий вид использования ветра на море — роторы Флеттнера, оставляется главным образом как спортивный.

II. Опытное и математическое доказательство возможности устройства.

Избран следующий путь. Сравняются прежде всего величины: 1) *тяги парусов*, и 2) *тяги ветряного двигателя* по направлению движения корабля, — для различных углов ветра к ход

Сравнение получается, как уже указано, значительно в пользу крыльчатого ветряного двигателя при углах хода (курса) корабля с ветром в 90° и менее (таблица в дальнейшем).

Возьмем для простоты рассуждений вместо вогнутого паруса, каким он естественно бывает при ветре, плоский парус одинакового полезного действия. Можно без сложных вычислений предположить с большой долей основательности, что величина полезного действия плоского паруса равного действия будет приблизительно равна полезному действию вогнутого (т.-е. проекции вогнутого) паруса, так как хотя вогнутость в некоторой мере, как это доказано в авиации, увеличивает полезное действие, но с другой стороны вогнутый парус, в особенности косоугольный, яхтенного вооружения, представляет заметную спираль (винтовую поверхность) и работает поэтому в неодинаковых для различных частей паруса условиях и потому не в наивыгоднейших.

Оба эти явления должны приблизительно уничтожить одно другое в отношении результата полезного действия паруса. Если бы оказалась маленькая разница между полезным действием вогнутого и плоского паруса при вышеразобранных условиях, то так как на несколько (5—6) процентов изменить величину полезности вполне зависит от конструктора корабля, то можно не останавливаться дольше на этом вопросе.

В дальнейшем при *выводе формулы*, служащей основанием для сравнения механической выгодности обеих систем необходимо воспользоваться несколькими простейшими тригонометрическими формулами.

Но чтобы не затруднять тех, кто желал бы избежать и эти небольшие математических рассуждений, вывод формул может быть при чтении пропущен, так как это не нарушит хода мысли по использованию этих выводов ¹⁾.

Предположим, что ветер по направлению DO (рис. 1) составляет с направлением корабля AB , действительным, а не с курсом по компасу, угол α , причём направление ветра берется кажущееся, изменённое от действительного в связи с передвижением корабля. Тогда, по доказанному уже в технике, наивыгоднейший угол, под которым парус должен быть закреплён к направлению корабля, будет равен половине α , $\left(\frac{1}{2}\alpha\right)$, — OM на чертеже.

¹⁾ Выводы эти напечатаны мелким шрифтом.

Давление же на парус в направлении движения корабля, P_v , получится из полного давления ветра на парус умножением этого давления, обозначенного F' или P_a дважды на $\sin \frac{1}{2} \alpha$; первый раз, чтобы перейти от полного давления ветра в перпендикулярном направлении к давлению в том же перпендикулярном направлении к парусу, но ветра, дующего под углом $\frac{\alpha}{2}$; второй раз для перехода от полученного перпендикулярного к парусу давления к давлению в направлении движения корабля.

Необходимость двойного помножения на \sin половины угла ясна из рассмотрения черт. 1, где графически совершается объясненный только что переход от силы F' к F'' и наконец к C , т. е. к P_v .

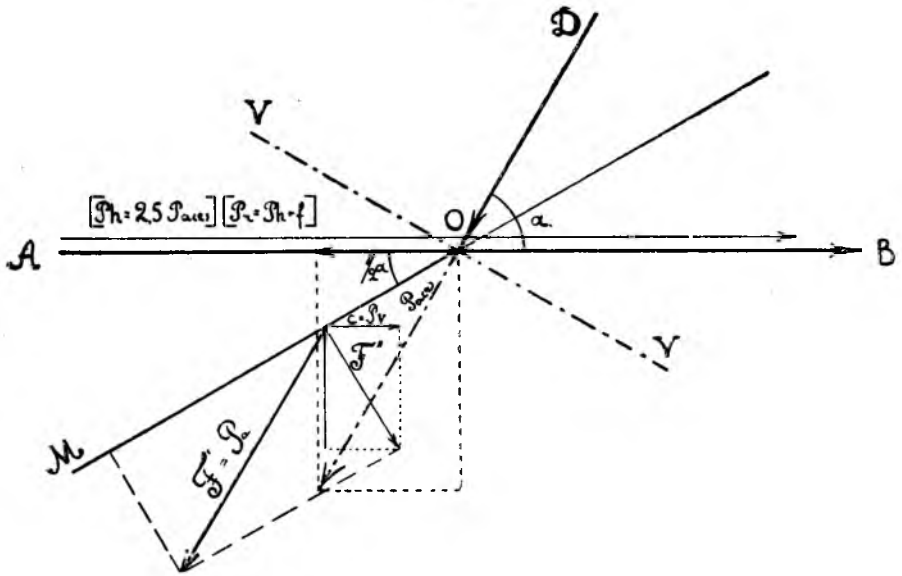


Рис. 1. — Чертеж разложения и тригонометрического расчета сил при работе парусов, в сравнении с работой ветряных двигателей. Сила f , не показанная на чертеже, будет горизонтальной составляющей силы P_a (2).

$$\text{Таким образом: } P_v = P_a \sin^2 \frac{\alpha}{2}.$$

Использование паруса (коэффициент использования) выразится для различных углов:

$$\frac{P_v}{P_a} = \sin^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1 - \cos \alpha}{2} \dots \dots \dots (1)$$

последнее получается после простейших тригонометрических превращений.

Теперь, чтобы сравнить на математической основе качество парусов и крыльчатого ветряного двигателя на том же корабле, и при тех же условиях, надо вывести на таких же основаниях формулу, и следовательно и коэффициент использования для крыльчатого ветряного двигателя при различных углах ветра с направлением корабля.

Кроме уже принятых обозначений добавлено на схеме, соединенной для наглядности на том же чертеже 1, следующие обозначения:

P_a (2), давление на единицу поверхности VV крыла ветряного двигателя расположенную перпендикулярно к направлению (относительному) ветра;

f , составляющая этого давления, по направлению оси корабля, положительная, или отрицательная, в зависимости от величины угла курса с ветром, бошей, или меньшей прямого;

P_h , давление, всегда положительное, от работы винта, погруженного в воду и приводимого в действие от ветряного двигателя;

P_r , алгебраическая сумма давлений по оси корабля (в направлении вперед).

P_r очевидно равно, по смыслу определения, алгебраической сумме $P_h + f$ (в случае, как на чертеже, f вычитается из P_h).

Заменяя в этой сумме оба слагаемые выражениями, где входит величина P_a (2), т.е. давление ветра на крыло, и деля затем обе части на эту величину получим, как и в первом случае с парусом, отношение использования давлений ветра, но в случае двигателя (крыльчатого, ветряного).

Таким образом можно будет сравнивать оба результата при всех углах хождения корабля с направлением ветра.

Чтобы добиться такого результата исследователям пришлось произвести продолжительные опыты с моделями, а затем с небольшими судами (размером катера).

Выяснилось, что давление работающего в воде винта, вращаемого ветряным двигателем, составляет в среднем:

2,5 давления ветра на ветряной двигатель, по оси его вращения.

Этот важный результат разрешает вообще спор о возможности передвижения на водной поверхности, против ветра, посредством ветряных крыльчатых двигателей. И разрешает в благоприятную сторону.

Опыты, которыми это соотношение было выведено, изложено в дальнейшем.

$$\text{Таким образом } P_h \cdot 2,5 = P_a \text{ (2)} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{а } f = P_a \text{ (2)} \cos \alpha, \text{ что ясно из чертежа.}$$

Формула для алгебраической суммы давлений от винта и крыльев, т.е. P_r будет весьма простого вида.

$$P_r = P_a \text{ (2)} (2,5 \cos \alpha).$$

Достаточно знать только давление (прямое) ветра на крылья и угол ветряного двигателя (кажущегося) к курсу корабля, чтобы определить величину полезного давления всей системы по направлению движения (точнее киле) корабля. Дрейф здесь не принимается в расчет.

Отношение суммы давлений к давлению ветра на крылья выразится так:

$$\frac{P_r}{P_a \text{ (2)}} = 2,5 - \cos \alpha \dots \dots \dots (3)$$

Теперь, пользуясь формулами 1 и 3, можно уже сравнивать использование рабочей площади при работе ветра по каждой из двух разбираемых систем.

Использование рабочей площади при крыльях лучше, чем при парусах и потому поставим работу крыльев P_r/P_a на первое место, на верх, в числитель дроби, выражающей это отношение.

$$\frac{P_r : P_a \text{ (2)}}{P_v : P_a} = \frac{P_r \cdot P_a}{P_v \cdot P_a \text{ (2)}} = \frac{(2,5 - \cos \alpha) \cdot 2}{1 - \cos \alpha}$$

или после сокращения на P_a и $P_{a(2)}$, которые равны между собой, как выражения абсолютного давления того же ветра на единицу поверхности, и перпендикулярно к ней, и после упрощения второй части, получается:

$$\frac{P_r}{P_v} \text{ (т.-е. полезное давление от работы крыльев)} = \frac{5 - 2 \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \dots (4)$$

$\frac{P_r}{P_v}$ (т.-е. полезное давление от парусов)

Рассматривая эту формулу ясно видно, что преимущество в пользу крыльев перед парусами увеличивается по мере того, как путь корабля приближается к противоположному к направлению ветра.

- При *попутном ветре* преимущество в 1,5 раза.
 „ *боковом ветре* „ 5 раз.
 „ *почти противном ветре* (около 45°) „ 14 раз.
 „ *совершенно противном ветре* (0°) в бесконечное число раз.

Последнее понятно из того, что парус при встречном ветре конечно никакой пользы оказать не может.

Во время хода корабля эти отношения будут еще изменяться в пользу крыльев, по крайней мере для всей половины горизонта по направлению к ветру, так как движение корабля значительно усилит скорость (т. называемую „кажущуюся“ — на самом деле действительную для крыльев) ветра, ударяющего в крылья. При попутных ветрах давление будет конечно несколько уменьшаться, но оно будет уменьшаться также и для парусов.

На основании выведенной и рассмотренной только что формулы (4) вычислены отношения полезной работы крыльев и парусов для различных характерных углов и полученные весьма интересные цифровые величины собраны в таблицу (I—стр. 194).

Кроме отношений использования при равных площадях двигателя и паруса (столбцы первый и второй) высчитаны отношения при крыльях в $2/3$ площади парусов (столбцы третий и четвертый); далее — при $1/3$, и наконец при $2/9$ (0,22).

Половинная кажущаяся площадь, наиболее близка к действительному отношению будущей практики, так как хотя заполнить крыльями половину площади парусности и затруднительно в конструктивном отношении, не усложняя всей системы и не отяжеляя слишком такелажа, но как известно из теории ветряных двигателей, работающие крылья двигателя представляют по отношению использования ветра, как бы увеличенную площадь. Такое увеличение во многих случаях доходит до 1,5 раза. Таким образом площадь крыльев в $1/3$ парусности должна быть приравнена к половине парусности, так как $1/3$ помноженная на $3/2$ равна $1/2$.

Заменить же *одну треть площади* существующей на корабле *парусности крыльями* ветряного двигателя всегда в конструктивном отношении *доступно*.

Для сомневающихся в этой возможности высчитаны два последних столбца в таблице I, и там действительная площадь крыльев принята лишь в 0,22 площади парусности. Выполнить это уже не представится трудным даже для самых осторожных конструкторов.

Кажущаяся площадь во время работы двигателя, будет составлять одну треть парусности (так как $2/9$, помноженные на $3/2$ равны $1/3$).

ТАБЛИЦА 1.

Отношения полезных давлений по оси корабля при работе ветряного крыльчатого двигателя и парусов

при тех же условиях ветра (силы и направления).

Кажущаяся полезная площадь крыльев принята равной 1,5 действительной площади, при условии больших просветов между крыльями.

Отношения полезных давлений при различных соотношениях площади крыльев к площади парусов (P_r/P_v).

УГЛЫ ВЕТРА С ОСЬЮ КОРАБЛЯ	При действительных площадях:							
	1 1		2/3		1/3		2/9 (0,22)	
	крыльев, сравнит. с парусами							
	Расчитывая по площади:							
	Действ. 1,0	Кажущ. 1,3	Действ. 2/3	Кажущ. 1/1	Действ. 1/3	Кажущ. 1/2	Действ. 0,22	Кажущ. 1/3
0°	—	—	—	—	—	—	—	—
30	24,37	36,55	16,25	24,37	8,12	12,18	5,42	8,12
45	12	18	8	12	4	6	2,60	4
60	8	12	5,33	8	2,66	4	1,77	2,66
67,5	6,85	10,28	4,43	6,85	2,21	3,42	1,48	2,21
70	6,57	9,85	4,38	6,57	2,19	3,28	1,46	2,19
80	5,61	8,42	3,74	5,61	1,87	2,80	1,25	1,87
90	5	7,5	6,33	5	1,67	2,5	1,11	1,67
135	3,7	5,55	2,47	3,7	1,23	1,85	0,82	1,23
180	3,5	5,25	2,33	3,5	1,16	1,75	0,77	1,16

Из рассмотрения этой таблицы можно вывести, что при углах с ветром в 90° и меньше, выгода безусловно на стороне крыльчатого ветряного двигателя, даже при такой незначительной площади крыльев, как в $0,22$ от площади парусности.

При этом замечании имелась ввиду только действительная, а не кажущаяся площадь крыльев, ввиду того, что при работе крыльев двигателя, если корабль двухтакелажный, такелаж парусной оснастки представит добавочное вредное сопротивление, которое и может поглотить, допустим, как раз выгоду кажущейся площади.

По мере уменьшения угла с ветром преимущество двигателя перед парусами быстро растет и напр. при $67,5^\circ$ достигает при $0,22$ площади — $1,48$, а при равной площади ($1/1$) — $6,85$. Затем быстро идет дальнейшее увеличение.

Этот угол в $67,5^\circ$ взят для сравнения потому, что при прямом вооружении корабля и при двойном такелаже, только с этого угла, как начального наибольшего, должно начинать пользоваться ветряным крыльчатым двигателем, в связи с тем, что наибольший поворот рей, и под таким же углом одновременно-ветряного двигателя, удобно доводить только до этого угла. Следовательно при углах, превосходящих $67,5$, и если такелаж двойной, приходится идти под парусами.

При *косом* вооружении наибольший угол увеличится очень мало, не более как на 10° , хотя бы парусный такелаж и мог быть совершенно убран; поворот плоскости двигателя, его махов, все равно встретит препятствие в вантах соседней мачты и в стоячем такелаже, убрать который весь окажется конечно невозможным.

Продолжая сравнение выгодности, следует еще помнить, что если принять в расчет, что перехватывает ветер не площадь паруса, а лишь площадь проекции паруса на плоскость, перпендикулярную ветру, то надо помножить площадь паруса на \sin угла встречи с ветром, т.-е. на $\sin a/2$, или по общепринятому в технике, на $\cos (90 - a/2)$, т.-е. на \cos угла между ветром и перпендикуляром к парусу. Тогда при углах курса с ветром: в 60° выгодность увеличивается для крыльев еще вдвое, т. к. $\cos 60^\circ$ равен $0,5$; в 30° — в *пятеро*, т. к. $\cos 75^\circ$ равен $0,2$, но это добавочное преимущество только указывается, но не вводится в расчет.

Практически, чтобы паруса могли спорить в этом отношении с крыльями ветряного двигателя, нужно бы увеличивать плоскость парусов по мере уменьшения угла паруса с ветром, и в отношении обратно пропорциональном упомянутому уменьшению.

При *одно-такелажном* устройстве, лишь с ветряным двигателем, и с полным отказом от парусов, *поворот* двигателя к ветру может быть устроен *круговым*.

Так и было сделано на опытных установках малого размера, но это допустимо только при одной мачте. Кроме того, как видно из таблицы, — это и малоцелесообразно, т. к. при больших углах с ветром относительная величина (площадь) ветряного двигателя

должна быть увеличена. Отношение $0,22$ уже было бы недоста точно, и пришлось бы переходить к $0,33$ или еще выше, что усложнило бы и утяжелило конструкцию.

Надо принять следовательно за основу для всякого сколько нибудь *значительного тоннажа*, что *ветряной двигатель будет дополнительным к парусам, будет действовать при углах ос. корабля с ветром от 0 до $67,5$; паруса же от 45° до 180° .*

Таким образом, в промежутке от 45 до $67,5$, на протяжении $22,5$ остается достаточно *широкий угловой переход* от одного способа к другому. Можно во многих случаях комбинировать курсы так, чтобы без надобности не переходить от ветряного дви

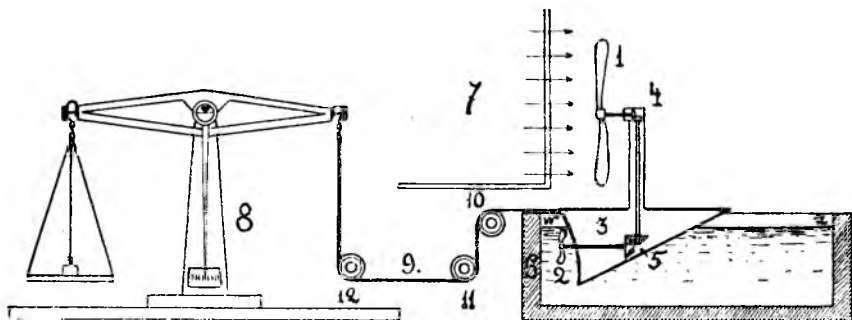


Рис. 2. — Чертеж (схема) постановки опыта отдачи ветряного двигателя на погруженный в воду винт, в смысле тяги винта по направлению движения корабля. Этими опытами был выведен средний коэффициент тяги винта, сравнительно с давлением ветра по оси ветряного двигателя, — в $2,5$.

1, ветряной двигатель. — 2, погруженный в воду винт. — 3, поплавок изображающий корабль. — 4 и 5, зубчатые конические передачи на винт. — WL, ватерлиния уровень воды в деревянном ящике 6. — 7, дутье воздуха, через направляющую ребристую решетку для уменьшения вихревых движений. — 8, весы, определяющие добавочную тягу погруженного винта, передаваемую тросом 9 через ролики 10 — 12.

гателя к парусам и обратно, т. к. каждый такой переход вызвал бы конечно усиленную работу команды и некоторое замедление на курсе.

Теперь следует ознакомиться с ходом лабораторных и затем практических опытов с малым тоннажем, которые послужили толчком к занятиям этим вопросом во Франции и в других странах, с новой энергией.

Для лабораторного опыта был взят крыльчатый ветряной двигатель в 40 см. диаметром, на поплавке в 1 метр длины и в 18 см. ширины (рис. 2), причем давление погруженного вполне, водяного винта, которое в данном случае прибавлялось к давле-

нию ветра на аппарат, измерялось весами после включения винта.

Весы уравнивались сначала на давление только ветра, и разница гирь показывала давление водяного винта. Водяной винт брали, для различных скоростей, от 6 до 8 см. диаметром, и все подшипники были на шариках. Скорость ветра, по желанию,—от 4 до 12 метр. в секунду.

Путь, которым выведено указанное выше соотношение давлений водяного винта (P_h) к давлению ветра на крылья двигателя (P_a) в 2,5, — следующий:

Называя общее давление винта и ветра по одному направлению, P_r , получим:

$$P_r = P_a + P_h$$

откуда

$$\frac{P_r}{P_a} = 1 + \frac{P_h}{P_a},$$

или называя первую часть равенства U ,

$$U = 1 + \frac{P_h}{P_a},$$

и эта величина U , т.-е. отношение общего давления ветра на крылья и винта на воду (суммы их), к давлению ветра на крылья во время их работы, выразилось, как среднее из целой серии опытов при различной скорости ветра от 4 до 12 метров в секунду, числом 3,5.

Следовательно отношение давления погруженного винта на корпус корабля, к давлению ветра на крылья выражается числом 2,5, которое и введено в формулу (2), как основание для сравнения двух способов передачи силы ветра на море для движения корабля.

Практические испытания были сделаны пока на судах малого водоизмещения: около 2 тонн. Осторожность вполне понятная в таком новом деле, и когда надо выработать не только детали, но и основы конструкции, вполне самостоятельно без накопленного еще запаса данных от других подобных работ.

Катер в 6 м. длиной по ватерлинии (рис. 3), водоизмещением в 1,75 тонны, снабжен был ветряным двигателем в 5 метров диаметром, первоначально двухкрылым, как на рис., а затем 4-х крылым — для лучшего использования ветра по всей площади круга.

Двигатель установлен на верху слегка конической колонки-мачты высотой 3,2 метра и может быть поставлен против ветра по всему горизонту от руки. Это достигается поворотом особого рулевого колесика, как на автомобиле, и пользуясь помещенным на мачте указателем кажущегося направления ветра.

Другое колесико позволяет изменять угол наклона крыльев к ветру и, следовательно, изменять полезную площадь.

Этим предохраняют крылья от поломки при слишком сильном ветре, а заодно, увеличением угла, избегается слишком быстрое вращение крыльев, с увеличением попутно вращающего момента.

Чтобы использовать увеличенный вращающий момент введена в механическую передачу на водяной винт небольшая коробка перемены передач, вроде автомобильной, или скорее мотоциклетной.

Подшипники все на шариках, что действительно необходимо при той маленькой мощности, которой можно располагать

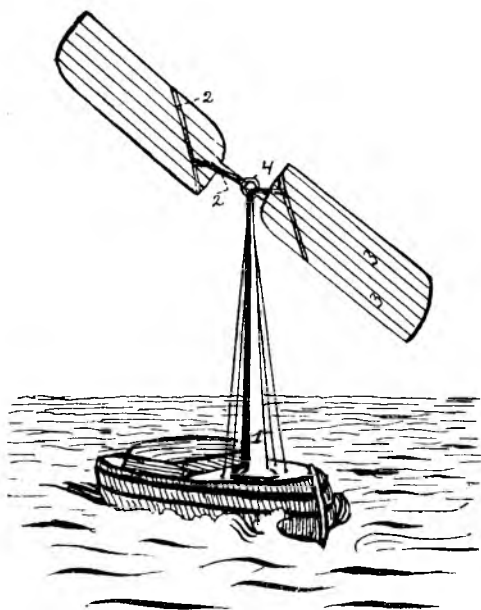


Рис. 3. — Шестиметровый катер, 1,75 тонны водоизмещением, служивший во Франции для опытов с ветряным двигателем на воде посредством передачи на погруженный винт. Два крыла, общей площадью 5 кв. метр., при диаметре двигателя также в 5 метров, развивали при 7 метровой скорости ветра, 1,3 л. с. — 1, трубчатая коническая мачта-столб, высотой 3,2 метра, сопротивляющийся и растянутый одинаково по всем направлениям. — 2, рычаги, изменяющие угол к ветру отдельных планок 3,3, составляющих площадь крыла. — 4, конические зубчатки, передающие работу вниз к погруженному винту. Конструкция Constantin (Константен) и его сотрудников.

при площади крыльев в 5 кв. метров, — всего 1,3 л. с. при скорости ветра в 7 метров; при скорости в 4 метра — лишь 0,25 л. с. С добавлением еще двух крыльев, мощность увеличилась почти вдвое, и при 7 метрах достигала 2,5 л. с.

Если произвести подсчет на основании таблицы I, то окажется, что двигатель с крыльями в 10 кв. метров равносильен при боковом ветре парусности в 50 кв. метров, т.е. большей парусности, чем какую может свободно нести 6 метровый катер

Если же привести к ветру на 45° , то мощность ветряного двигателя, оставаясь такой же (на самом деле она несколько увеличилась бы), равнялась бы, на основании таблицы I парусности в 120 кв. метров, — площади, очевидно не допустимой для этого водоизмещения.

На самом деле сравнение еще больше в пользу двигателя, так как привод к ветру увеличивает относительную скорость ветра, что более выгодно для двигателя, чем для паруса, и кроме того уменьшает проекцию парусов перпендикулярно ветру, о чем уже упоминалось.

Катер был назван механическим именем Дрезинетт (Drèsinette), и для полной механизации на нем был поставлен маленький запасный двигатель внутреннего сгорания с механизмом сцепления на тот же винт, а также перемена направления вращения винта зубчатым механизмом.

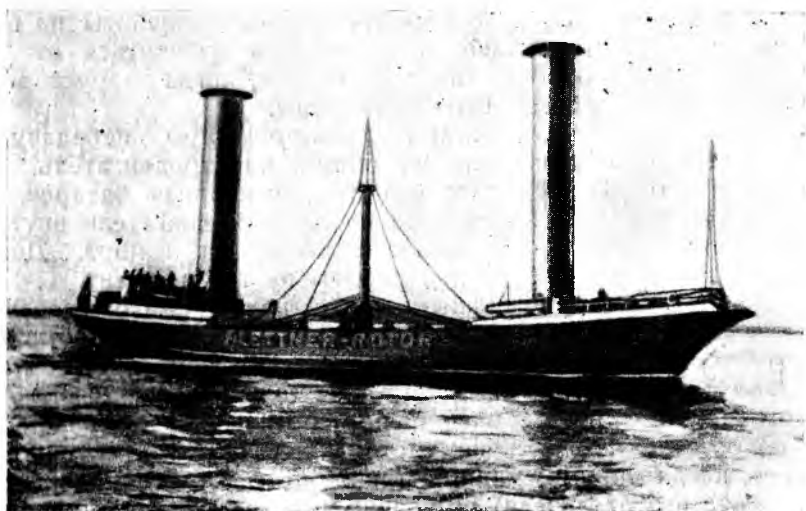


Рис. 4. — Корабль системы Флеттнера с вращаемыми посредством двигателя вертикальными цилиндрами. Получается боковое давление относительно направления ветра.

Выяснилось, между прочим, что по ветру ход слабее, чем против ветра, если не переменять относительных скоростей вращения крыльев и винта, но и с такой переменной попутный ветер не дает преимуществ. Это подтверждает высказанное раньше о желательности сохранения парусов для попутного ветра. Может быть, на большой волне, на открытой воде, результаты сгладятся вследствие ударов волн при противном ветре. Первые же опыты произведены были на реке Луаре (Loire) и частью на реке Эрдр (Erdre) во Франции, и большой волны там не могло быть.

Опыт с несколько большим ветряным крыльчатим двигателем, диаметром в 9 метров, был сделан затем на реке Сене, близ Парижа (у моста Сен-Клу). Конструкция как предыдущая, только установке крыльев против кажущегося ветра помогал электрический указатель внизу, соединенный с верхним указателем ветра.

III. Виды на развитие применения ветряных крыльчатых двигателей на судах.

Успех этих двух опытов побудил конструкторов заняться в Тулоне применением их системы для морских судов более значительного тоннажа, повидимому с намерением выполнить в большем масштабе конструкцию полной замены парусов ветряными двигателями.

Как уже раньше говорилось, отказываться от парусов при попутном и даже при боковом ветре, — нет оснований, тем более, что при нескольких ветряных двигателях на большом корабле возникает вопрос о передаче общей их работы на винт. Потери при этом неизбежны и желательно избавиться от этих потерь по крайней мере на тех курсах, когда паруса могут с выгодой и с удобством быть оставлены.

Конструкторы предлагают *электрическую* передачу от каждого ветряного двигателя на общий электродвигатель. При этом должна быть предусмотрена аккумуляторная батарея, как запас и как буфер, и кроме того небольшой двигатель внутреннего сгорания (дизель) для штиля и для входа в порт. Дизель должен быть приспособлен для работы на тот же винт.

Предполагался возможным запас в виде сжатого воздуха, но едва ли целесообразно так усложнять систему, а кроме того отдача сжатого воздуха очень мала вследствие потери тепла в период сжатия. Восполнить потерю можно бы подогреванием сжатого воздуха при его расширении, но нужен расход горючего и еще большее усложнение системы. Аккумуляторы, конечно, удобнее, когда динамо-машина (в виде того же электродвигателя, при работе его от дизеля) все равно уже имеется. Возможна подзарядка аккумуляторов, пользуясь временем стоянок на якоре, чтобы не затрачивать совершенно топлива, — ветряные крыльчатые двигатели будут прекрасно работать и на якоре.

Таким образом изменяя в значительной степени проект, предложенный тремя названными уже конструкторами и разработанный подробнее инж. Эдм. Маркоттом (Edmond Marcotte) для морских судов, можно считать наиболее удобным и наиболее осторожным при настоящем состоянии этого вопроса, *остановиться на следующем проекте:*¹⁾

Корабль идет под парусами до угла к ветру в $67,5^\circ$, начиная от галсов с попутными ветрами. Затем, если курс не предполагается менять в ближайшие часы на более близкие к ветру, чем 45° , или же ветер начинает отходить от курса, — то следует продолжать идти *под парусами* до предельного наименьшего угла к ветру, принятого для этого корабля.

¹⁾ Проект — собственность автора этого труда. Рисунки для этого проекта (№№ 5, 6 и 7 на стр. 202 — 205) исполнены в 1926 г. женой автора художницей Верой Дмитриевной Орлозской, урожд. Семеновой Тянь-Шанской.

Если же ветер неожиданно все же начинает переходить через этот предельный угол в 45° , приближаясь к направлению хода корабля (курса), то пускают в ход ветряные двигатели, убирая постепенно паруса.

В случае же, при подходе к $67,5^\circ$ известно, что вскоре придется менять курс на более близкий к ветру, или же ветер подходит к курсу, то переход на ветряные двигатели начинают сейчас же, не дожидая сближения курса с ветром до 45° .

Также и в обратном порядке при отклонении курса более, чем на 45° от ветра.

Возможно при этих переходных минутах положение, когда одна мачта будет работать парусами, а другая крыльями двигателя. Конструкция должна предусматривать возможную краткость такого переходного состояния, чтобы меньше стеснять маневрирование.

Механическая часть передачи работы крыльчатых ветряных двигателей должна состоять, кроме динамо-машин у каждой мачты и электродвигателя (или нескольких электродвигателей) у гребных валов, — из одного, а лучше из двух винтов, совершенно под'емных, и с карданными валами, наклонно опускающимися за кормой, но не выходя за крайние обводы юта; последнее для большей безопасности от повреждений винтов и валов в портах.

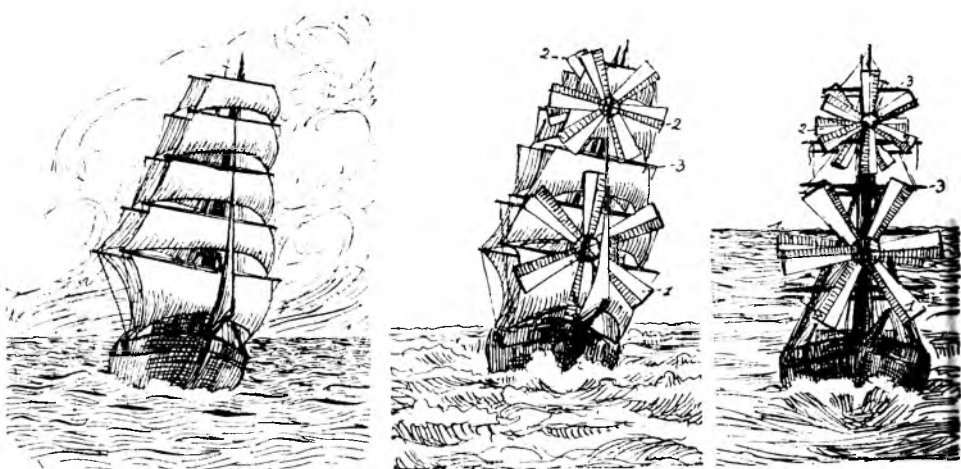
Вспомогательные двигатели внутреннего сгорания, предназначенные для штиля и для входа в порт, по одному на каждый вал, действуют посредством сцепления с валом, на который действует электродвигатель (т.-е. практически — с валом электродвигателя), образуя электромеханическую группу, по системе, принятой например в подводных лодках. Это позволит как использовать аккумуляторы при входе в порт (или при выходе), так и заряжать их от дизеля при продолжительном штиле, или при стоянке в безветренном порту.

Кроме того *аккумуляторы* полезны и даже почти необходимы на больших парусных судах, если нет другого постоянно готового к действию механического приспособления, для управления парусами, а так же для безопасного освещения, для судовых работ и т. п.

Два гребных вала предпочтительнее одного, как вследствие сравнительной легкости под'ема из воды двух боковых винтов меньшего размера, чем одного большого центрального, так и вследствие возможности давать задний ход без сложных зубчатых механизмов и без заменяющего эти механизмы способа перемены вращения двигателя в обратном направлении.

И то, и другое увеличивало бы стоимость всего устройства. Зубчатый планетарный механизм кроме того легко подвержен порче, пуск же двигателя в обратном направлении, если почему-либо не будет без отказа в нужный момент осуществлен, может оказаться причиной аварии.

Если же валы будут вращаться, при обычном ходе вперед, один обратно по отношению к другому, то простейшая цепная, или даже канатная передача, включаемая с одного вала на другой фрикционным сцеплением, с одновременным выключением продолжения своего вала, даст обратное вращение обоих валов, без остановки и даже без замедления вращения двигателя. Небольшое замедление может получиться только на самое короткое время, на несколько секунд, вследствие большего сопротивления на лопастях винта при начале обратной работы винта, но оно не сможет остановить двигателя. В дальнейшем замедление будет такое же, как и при паровой машине на обратной работе винта по отношению к ходу корабля.



А

Б

Рис. 5 (А и Б). — Конструкция ветряных двигателей совершенно самостоятельная, добавочная к парусному такелажу; общие — только мачты. А — вид при ветре с кормы, т. е. при „попутном ветре“. — Б, вид при ходе против ветра, ранее называвшемся „противным“, а при этом устройстве — также „попутным“.

1, крылья нижних ветряных двигателей. — 2, крылья — верхних. — 3, рен, всегда остающиеся при этом типе устройства на своих местах. Слева для сравнения обычный парусный корабль, несущий столько же парусов.

Такое обратное вращение требуется на весьма непродолжительное время, и тогда такие способы передачи допустимы при меньших диаметрах, чем обычно принятые для передачи такой же мощности при фабричных установках, предназначенных для многочасовой работы в день. Канатная передача упоминается лишь как более обеспечивающая от внезапного разрыва, чем ремень, и даже цепь.

Остается еще важный вопрос о выполнении ветряного крыльчатого двигателя, не уничтожая парусного такелажа.

Говорилось уже о слабых сторонах установки ветряного двигателя с полным отказом от парусов.

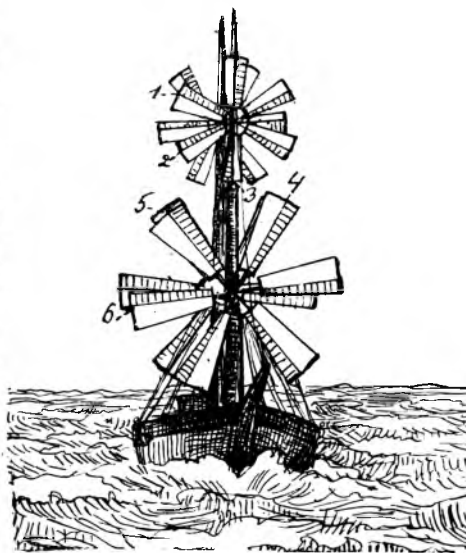
Предоставляется таким образом выбирать, или:

А) Конструкцию с совершенно самостоятельным механизмом крыльев, лишь пользующуюся теми же мачтами, как опорой, и в дополнение к обычному полному парусному такелажу (рис. 5, А и Б); или же:

Б) соединенную конструкцию, где махи ветряного двигателя, — те же рей, несколько приспособленного сечения, исполняющие двойное назначение (рис. 6, А и Б).



А



Б

Рис. 6 (А и Б). — Конструкция ветряных двигателей с использованием рей в качестве махов для двигателей. При шести крыльях на каждом из двух ветряных двигателей одной мачты должно быть шесть рей. А, — вид при ветре с кормы. Б, — вид при ходе против ветра. Оба ветра — „попутные“. 1 — 2 — 3, верхний комплект одинаковых по длине рей, составляющих махи верхнего ветряного двигателя; 4 — 5 — 6, нижний комплект одинаковых по длине рей — махов нижнего двигателя.

Сравнение обеих этих конструкций приводит к выводам:

А. Отдельный ветряной двигатель (рис. 5, А и Б) может быть сконструирован ближе к требованиям аэродинамики, и потому коэффициент полезного действия той же площади будет больше, но вес добавочных махов и осей вращения отяжелит такелаж. Кроме того при встречном ветре каждая рея будет вредным сопротивлением. При ходе под парусами ветряной оста-

новленный двигатель, хотя и не будет давать добавочного вредного сопротивления, так как всегда будет иметь ветер сзади, но может быть в раскрытом виде легче поврежден шквалом, а отчасти будет мешать бегучему такелажу. Обе эти причины заставили бы еще усложнить механизм, для возможности сближения крыльев остановленного двигателя, так чтобы уменьшить площадь.

Б. Использование же частей одного такелажа для другого (рис. 6, *А* и *Б*), усложняя несколько конструкцию и, может быть, работу команды при переходе с одного такелажа на другой, даст экономию в весе всей конструкции и меньшее сопротивление встречному ветру.

Как в том, так и в другом случае крылья ветряного двигателя должны иметь изменяющуюся площадь, иначе свежего ветра, а тем более шквала, им не выдержать. Нельзя к тому же рассчитывать, как это применяется иногда на суше, на мельницах и других устройствах, на остановку крыльев для уменьшения давления на них ветра, так как именно в свежий ветер работа двигателя необходима, в особенности ввиду берега. Не было бы вообще никакого смысла и никакой цели применять новое усовершенствование, от которого при каждом шквале и даже при каждом свежем ветре приходилось бы переходить опять, даже на своем галсе, на паруса.

Нужно получить такую конструкцию, где можно было бы по парусному *„брать рифы“* и даже *„убирать верхние паруса“*, конечно другим более подходящим способом, быстро и без остановки крыльев и без вызова всех наверх.

Изменение угла наклона целого крыла, или частей его, более или менее крупных, неудобно, потому что пришлось бы слишком далеко отдвигать крылья от мачт, рей и стоячего такелажа. Можно бы сделать поворотными мелкие узкие планки по радиусам двигателя, и вместе с тем, или исключительно, применить систему закрывания одного крыла другим, и таким образом одновременно будет достигаться уменьшение площади в два-три раза и, такое-же увеличение прочности соединенного крыла.

Несколько уменьшится в сдвинутом положении полезная отдача крыла, так как сечение его будет толще и не будет вполне соответствовать правильной аэродинамической форме, но к уменьшению площади придется обыкновенно прибегать при таких скоростях ветра, когда будет избыток мощности.

На больших парусных кораблях, ныне плавающих, как впрочем и на малых, едва ли стоит терять время и затрачивать деньги на приспособливание ветряного двигателя в той, или иной комбинации, к существующим мачтам и реям.

Надо рассчитывать и ставить все заново, так как мачта должна сопротивляться почти одинаково в обе стороны: вперед и назад. Число рей должно быть изменено и они должны быть расположены в несколько иных расстояниях одна от другой;

число их на каждой мачте должно быть четным, и они должны быть всего двух определенных длин, чтобы составлять из них два двигателя с 6 крыльями каждый; реи должны быть тоньше обычных и другого профиля.

При соединенном такелаже каждые три реи должны бы составлять отдельную систему трех махов для ветряного двигателя, и верхняя — опускаться, нижняя — подниматься для соединения с валом, на котором вращается средняя из трех рей, когда реи действуют как махи ветряного двигателя.

Повторением этой системы служат верхние три реи, превращающиеся в ветряной двигатель меньшего диаметра.

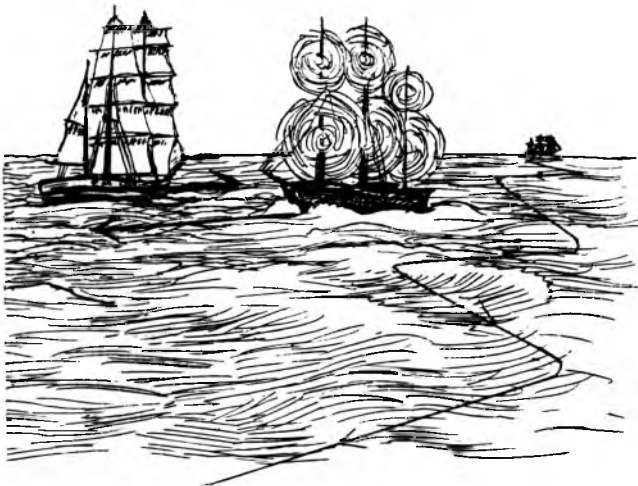


Рис. 7. — Расхождение двух судов встречными курсами, двигающихся исключительно помощью ветра, при чем одно идет почти по ветру (*под парусами*), а другое — почти против ветра (на фордевинд) *под ветряными двигателями*, с применением рей в качестве махов; на горизонте — далеко отставший лавирующий против ветра корабль под обыкновенными парусами.

По мере увеличения баллов, сначала одна из рей заходит, посредством механического поворота ее на нужный угол на своей оси, за другую, основную, и несколько более прочную, и получается двигатель с четырьмя крыльями; а затем и третья рея будет повернута подобным же образом.

Тогда останется двух-крылый двигатель с площадью несколько большей, чем у одной пары крыльев до их соединения, так как закрыть совершенно одно крыло другим окажется невозможным ввиду толстого сечения, если не отставлять один мах от другого по длине оси вращения на соответствующее, довольно значительное расстояние. Впрочем незакрытая часть заходящего сзади крыла будет невелика, около 10—15% всей его площади.

Из этого описания следует, что не только *мачты и реи*, но и *бегучий такелаж* должны быть *соответственно изменены*, чтобы кроме обычной уборки парусов, можно было быстро сближать и разводять реи, и кроме того, или превращать паруса в площадь крыльев (частично), или же убирать паруса внутрь пустотелых коробчатых рей, когда нужно превращать рею в мах для двигателя.

Хорошей можно будет назвать конструкцию только тогда, когда уборка парусов будет требовать не больше времени, чем теперь, включая и закладку парусов внутрь рей, или покрытие ими крыльев, а передвижение рей, для соединения их с осью вращения двигателя, будет производиться механической силой, электрическим двигателем, управляемым снизу у мачты, или даже с центрального поста. Электродвигателями могут быть те же динамо-машины, которые поставлены у каждой мачты для принятия энергии каждого ветряного двигателя, или всех ветродвигателей одной мачты.

Надвинутые своим вырезом на клин на оси средней реи каждого двигателя, верхняя и нижняя рея должны закрепляться на месте нажимом от червячного приспособления, преимущественно также механической силой, хотя бы и с помощью управления соответствующим прибором вахтенным на марсе.

На дополнительном рисунке (рис. 7) даны для сравнения: вид двух судов, расходящихся встречными курсами. Одно, обычное парусное, идет попутным ветром, а другое новой системы — встречным ветром, при чем для него встречный ветер также „*попутный*“.

Остается *единственный враг* — *штиль*, но и тот *отчасти побеждается* небольшим двигателем внутреннего сгорания.

IV. В ы в о д ы.

Не останавливаясь здесь дольше на возможных и необходимых деталях конструкции ветряного двигателя, и в особенности двойного такелажа, и не разрабатывая подробно маневров перехода, связанных естественно с системой такелажа, можно пожелать, чтобы нашлись конструкторы и средства для воплощения в жизнь рационального использования бесконечной, сравнительно с потребностью людской, мощности ветра на земном шаре, — для передвижения по водной поверхности.

Тогда меньше будут опасаться неизбежно надвигающегося угольного голода, а чтобы дольше оттянуть его появление, — не мешало бы и на суше культивировать ветряные двигатели, уделяя им больше внимания, чем это делалось до сих пор.

Пример маленькой страны, Дании, показывает, что и при современной еще недостаточной разработанности ветряных двигателей, они могут во многих случаях начинать соревнование с двигателями тепловыми и водяными.

СОЧИНЕНИЯ ТОГО ЖЕ АВТОРА

АВТОМОБИЛЬ, его устройство и обращение с ним, с указ. особ. применения автомоб. двигателя в тракторн., мотоц. и авиац. дел. Основн. курс, вполне достат. для ознакомл. и для подгот. к испыт. в автомоб. школах и на шофера. **Изд. VI**, перераб. и знач. дополн. отделом: **Практ. сов. шоферам**. 250 стр. с 170 рис. и черт. 26 г. Ц. 3 р. (в перепл. — 3 р. 40 к.).

ПОДРОБНЫЙ КАТЕХИЗИС автомобиля, трактора и мотоцикла. Техника и практика. 1.200 вопр. и отв. **Изд. II**. 26 г. 275 стр. убористого шрифта удобного формата. В переплете 2 р. (в обложке 1 р. 75 к.).

ТРАКТОРНОЕ ДЕЛО; ТРАКТОР ФОРДСОН. Подробн. описание и наставление по уходу и текущ. ремонту, также: газогенераторные тракторы; 55 больш. рис., 140 стр. и 2 прикл. листа. 26 г. Ц. 1 р. 85 к. (в перепл. 2 р. 20 к.).

ЗАЖИГАНИЕ смеси в цилиндре автомоб., авиац., мотоцикл., лодочн. и подобных им. двиг. внутр. сгор. Добавлено объяснение электрич. явлений. Также **ЭЛЕКТРОПУСКИ и ОСВЕЩЕНИЕ**. Подробно рассмтр. аккумуляторы и уход за ними. **Изд. II**, знач. расширенн. 240 страниц, 160 рис. и черт. 26 г. Ц. 2 р. 80 к.

КАК УСТРОЕНА МОТОРНАЯ ЛОДКА и ее двигатель и как обращаться с ними. **Изд. VI**, пересоставл. и дополн. гл. о ветрян. двигателях вместо парусов. 210 стран. 165 рис. 27 г. Ц. 2 р. 75 к. (в переплете: папке — 3 р. 10 к.; колени. с тисн. зол. 2 р. 75 к. + 60 к. = 3 р. 35 к.).

ПИТАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ, КАРБЮРАТОРЫ и КАРБЮРАЦИЯ. Для **АВТОМОБ., АВИАЦ., мотоц., лодочн.** и тракт. двиг. с отд. по ремонту и уходу. Свойства жидк. топлив. 50 стр., 90 рис. **Изд. III**. Ц. 1 р. 50 к.

МЕХАНИЗМЫ СЦЕПЛЕНИЯ и передача работы в автомобиле от двиг. на колеса. Условия, которым они должны удовлетворять. 48 стр., 40 рис. Ц. 50 к.

УСТРАНЕНИЕ НЕМОПРАВНОСТЕЙ, **автом., тракт. и мотоцикл. СОВЕТЫ АВТОМОБИЛИСТАМ**. 27 г. 200 стр. карм. форм. 75 к. (в перепл. 1 р.).

ИСКУССТВО ХОРОШО УПРАВЛЯТЬ АВТОМОБИЛЕМ. Основы управления, перемены хода, скорости, тормож., предупр. скольжения и правила безоп. и экон. польз. автомоб. Доп. о мотоц. **Изд. III**. 115 стр. 40 рис. 23 г. Ц. 1 р.

ПОКУПКА АВТОМОБИЛЕЙ, прод. по случаю. Указания, облегч. определять сост. пригодности автомоб. 50 стр. уборист. шрифта, 14 рис. **Изд. III**. 23 г. 40 к.

ПРОБЕГ ЛЕНИНГРАД—ТИФЛИС. Техн.-спорт. игра. Весь путь в красках, с колоритом местности для взрослых и юнош.; с упрощением правил — для детей. Картина раскладн. больш. формата, в картон. перепл. 26 г. Ц. 1 р. 40 к.

КТО и КАК МОЖЕТ СТАТЬ ИЗОБРЕТАТЕЛЕМ. Необходимые способности и развитие в себе этих качеств. С частью исторической и с примерами для закрепления за собой изобретений у нас и в других странах. Ц. 1 р.

РАДИО. Что может дать наиболее чувствительный детекторный приемник и как его изготовить. Понятное объяснение всех явлений в радио. Ц. 75 к. в перепл. 1 р.

ТРУД ПО ФИЗИКЕ И АСТРОНОМИИ:

НОВОЕ ОБЪЯСНЕНИЕ СИЛЫ ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ (тяжести, притяжения). Добавление: новая модель атома; строение вещества и эфира. 26 г. Ц. 1 р. 40 к. (в перепл. 1 р. 75 к.).

ПРОДАЖА В КНИЖНЫХ МАГАЗИНАХ ПОВСЕМЕСТНО.

В случае ненахождения — справл. у автора: Петра Александровича Орловского Лнгр., Вас. Остр., Средний проспект, 54 кв. 6. — Телефон 191-15.

Обращающиеся непосредственно к автору — не платят за пересылку.

1927 г.