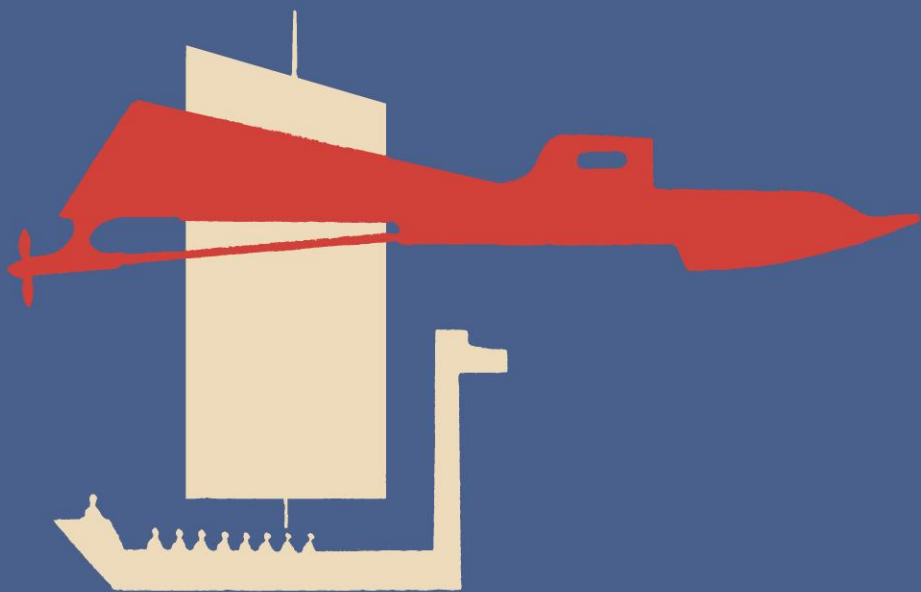


**Е. П. ВАРЛАМОВ**

**КОНСТРУИРОВАНИЕ  
СКОРОСТНЫХ  
КОРДОВЫХ  
МОДЕЛЕЙ  
СУДОВ**



**МОСКВА · 1973**

ВСЕСОЮЗНОЕ ОРДЕНА КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ДОБРОВОЛЬНОЕ ОБЩЕСТВО СОДЕЙСТВИЯ  
АРМИИ, АВИАЦИИ И ФЛОТУ (ДОСААФ СССР)

---

Е. П. ВАРЛАМОВ

**КОНСТРУИРОВАНИЕ  
СКОРОСТНЫХ КОРДОВЫХ  
МОДЕЛЕЙ СУДОВ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ  
МОСКВА—1973



## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Конструирование скоростных кордовых глыссирующих моделей . . . . .	5
Принципиальные схемы скоростных кордовых моделей . . . . .	6
Технология изготовления модели . . . . .	12
Винтомоторная группа модели . . . . .	13
Двигатель . . . . .	13
Промежуточный вал . . . . .	25
Кронштейн . . . . .	26
Топливная система модели . . . . .	28
Подбор и изготовление гребного винта . . . . .	31
Горючее для двигателей внутреннего сгорания с калильным зажиганием . . . . .	38
Топливные смеси и их характеристики . . . . .	41
Акватория для испытания скоростных моделей и условия соревнования . . . . .	43
Литература . . . . .	48

**Евгений Петрович Варламов**

### КОНСТРУИРОВАНИЕ СКОРОСТНЫХ КОРДОВЫХ МОДЕЛЕЙ СУДОВ

Редактор Л. И. Померанцева  
Художественный редактор Г. Л. Ушаков  
Технический редактор Р. Б. Хазен  
Корректор Р. М. Мощенецкая

Г-33013 Сдано в набор 2.XII-72 г. В  $\frac{0692-027}{072(02)73}$  86—72

Подп. к печ. 20.II-73 г. Изд. № 2/5727 Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>  
Бумага типогр. № 3. Тираж 23 000 экз. Цена 12 коп.  
Объем физ. п. л. 1,5 Усл. п. л. 2,52 Уч.-изд. л. 2,18

Издательство ДОСААФ, Москва Б-66,  
Новорязанская ул., д. 26

---

Типография Издательства ДОСААФ. Зак. 276  
Москва Д-424. Волоколамское шоссе. д. 88

## ОТ АВТОРА

Судомодельный спорт пользуется большой популярностью среди молодежи нашей страны. Он знакомит спортсмена с правилами черчения, с элементами теории корабля, с гидродинамикой и аэродинамикой судов. Занимаясь конструированием и изготовлением моделей судов, судомоделист приобретает теоретические познания и практический опыт, учится технически правильно решать вопросы проектирования моделей, вести работу по форсированию серийных моторов и усовершенствованию их узлов.

Изготовление модели требует от моделистов навыков работы на металлорежущих станках, умения пользоваться инструментами и приборами, а также различными строительными материалами.

Весь этот комплекс знаний и навыков помогает нашей молодежи правильно выбрать свою будущую специальность.

В брошюре описаны скоростные кордовые модели с гребным винтом и двигателем внутреннего сгорания рабочим объемом цилиндра до  $2,5 \text{ см}^3$ , от  $2,5$  до  $5 \text{ см}^3$ , от  $5$  до  $10 \text{ см}^3$ , приводится чертеж модели с двигателем  $2,5 \text{ см}^3$  с воздушным винтом, даются практические рекомендации по конструированию и постройке скоростных кордовых глиссирующих моделей судов и их двигателей.

Большой вклад в повышение результатов скоростных моделей, в дело воспитания спортивной молодежи внесли такие спортсмены-скоростники, как Р. Хабаров, И. Иванов, Г. Гонченко, К. Пачкория, П. Николаев, Г. Самарин, П. Тищенко, А. Покатино, К. Перебайлов, В. Верхоглядов, В. Субботин, и многие другие.

Проверкой технической зрелости и спортивного мастерства наших моделистов являются регулярно проводи-

мые соревнования различных масштабов. Выступая на международных соревнованиях, наши спортсмены показывают хорошие результаты, завоевывая призовые места и звания чемпионов Европы. На сегодняшний день таблица рекордов страны и Европы выглядит следующим образом:

Класс модели	Объем двигателя, см <sup>3</sup>	Скорость модели, км/час	
		СССР	Европа
А-1	До 2,5	141,7	155,5
А-2	От 2,5 до 5	173,03	173,03
А-3	От 5 до 10	182,55	182,55
В-1	До 2,5 с воздушным винтом	189,47	225,0

## **КОНСТРУИРОВАНИЕ СКОРОСТНЫХ КОРДОВЫХ ГЛИССИРУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ**

В Единой всесоюзной классификации моделей кораблей и судов большое место отводится скоростным кордовым моделям, которые различаются между собой по типу двигателя, рабочему объему цилиндра двигателя и типу движителя.

Всесоюзная классификация разрешает строить скоростную кордовую модель в любом масштабе и любой конструкции, но при этом модель должна обладать достаточной плавучестью и быть оснащена уздечкой, длина которой равна 1220 мм, считая от диаметральной плоскости модели.

При движении модель встречает сопротивление воды и воздуха, которое преодолевается с помощью двигателя.

Сопротивление трения воды, или гидродинамическое сопротивление, зависит от величины площади смачиваемой поверхности выступающих частей, скорости движения модели, а также от формы и качества отделки ее скользящих поверхностей.

На больших скоростях движения модели величина сопротивления воздуха, или аэродинамическое сопротивление, возрастает по квадратичному закону, т. е. если скорость возрастает вдвое, то сила сопротивления воздуха возрастает в четыре раза. Если учесть, что сопротивление воздуха, кроме самой модели, встречает и кордовый трос, то величина такого сопротивления будет внушительной.

Поэтому при конструировании модели необходимо серьезнейшим образом подходить к выбору площади и

качества поверхностей скольжения, к выбору площади лобового сечения модели и ее форме. Сечение кордового троса должно отвечать установленным правилам.

### ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ СКОРОСТНЫХ КОРДОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Прежде чем приступить к конструированию, необходимо выбрать схему для постройки модели. На рис. 1

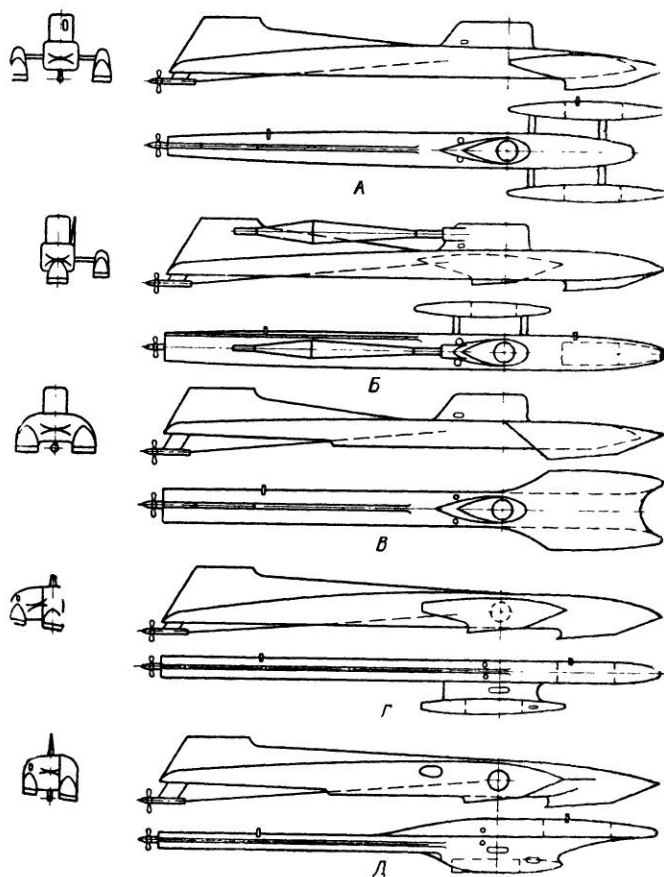


Рис. 1. Принципиальные схемы скоростных кордовых моделей с гребным винтом

даны принципиальные схемы нескольких видов кордовых моделей, которые представляют собой трехточечные глиссирующие суда с разнесенными поплавками и с поплавками, представляющими моноблок с корпусом.

Схема *A* рис. 1 имеет наибольшее распространение. Существует большое количество конструкций такого типа. Эти модели, как правило, касаются воды тремя точками: двумя поплавками и ступицей винта. Отрыв одного из поплавков от воды может осуществиться за счет центровки модели по горизонтальной плоскости, закрепляя уздечку ниже или выше на борту модели, либо за счет высоты центральной стойки корды. Такое движение неустойчиво, и возможны полеты модели; но в то же время при этом резко сокращаются потери на трение о воду, что способствует некоторому повышению скорости. Наилучшим режимом движения модели является тот, при котором оба поплавка отрываются от воды и модель скользит только на ступице винта. Такого положения рассматриваемой схемы добиться очень трудно, так как в этом случае модель должна обладать таким аэродинамическим качеством, которое способно было бы при движении ее на корде иметь подъемную силу, способную поднять поплавки в воздух; в то же время при достижении максимальной скорости эта подъемная сила не должна способствовать полету модели.

Несколько легче такое движение модели достигается на моделях с поплавками, развитыми из корпуса, за счет тоннеля, образуемого поплавками и днищем корпуса (схема *B*).

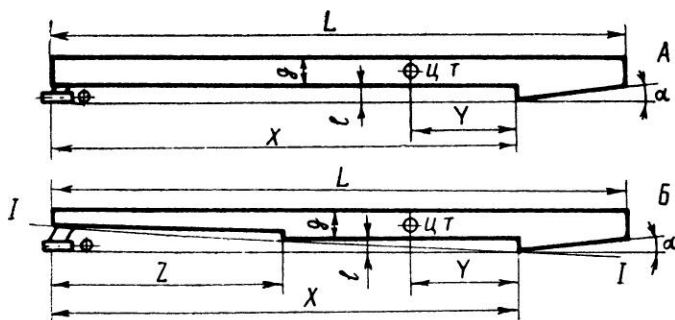


Рис. 2. Эскизное решение проекта скоростной кордовой модели



Наряду с существующими видами моделей на схемах Б, Г, Д (рис. 1) показаны возможные перспективные направления развития конструкций корпусов моделей скоростных судов.

При проектировании скоростной кордовой модели (рис. 2) необходимо задаться некоторыми ее размерами. Прежде всего необходимо определить длину модели  $L$ , расстояние от зеркала воды до днища  $l$ , высоту борта модели  $g$ , угол атаки поплавок  $\alpha$ , а также длину корпуса модели после редана поплавок  $X$ .

Для построения линии днища модели схемы В (рис. 1) нужно определить еще величину  $Z$  ( $Z \leq \frac{1}{2} X$ ).

На рис. 2, Б показана линия  $I-I$ , по которой строится линия днища этой модели. Необходимо также определить место установки двигателя. Для этого рассчитывают положение центра тяжести (ЦТ) модели, который должен находиться где-то между маховиком и осью цилиндра двигателя. Величина  $Y$ , определяющая ЦТ, находится в пределах  $0,3 \div 0,4X$ . В том случае, когда  $Y < 0,3X$ , модель имеет переднюю центровку, и наоборот. Меняя местоположение ЦТ, так же как и угла упора винта, можно получить различные режимы движения модели. Например, в случае смещения двигателя в нос

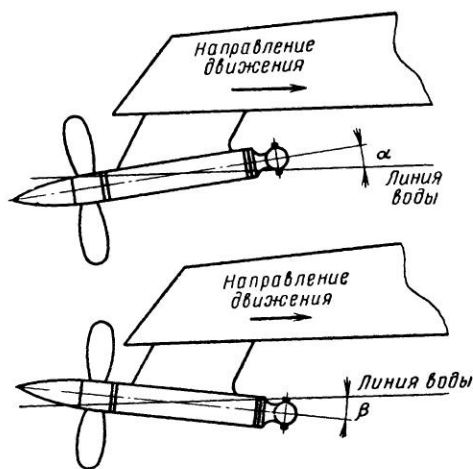


Рис. 3. Изменение угла упора гребного винта

модель будет прижиматься к поверхности воды. Если двигатель будет смещен к корме, то возможно такое положение, при котором нарушится равновесие и модель будет стремиться взлететь.

На рис. 3 показаны два положения кронштейна, определяющие угол упора гребного винта. В случае увеличения угла  $\alpha$  можно прижать модель к воде. Если изменять угол в другую сторону

( $\perp \beta$ ), можно получить неустойчивый режим движения, сопровождаемый полетами модели. Поэтому после изготовления модели необходимо тщательно отрегулировать угол наклона кронштейна, а в процессе конструирования точно определить местоположение ЦТ для того, чтобы на максимальных скоростях модель не имела тенденции к взлету или нырку, а находилась в режиме глиссирования.

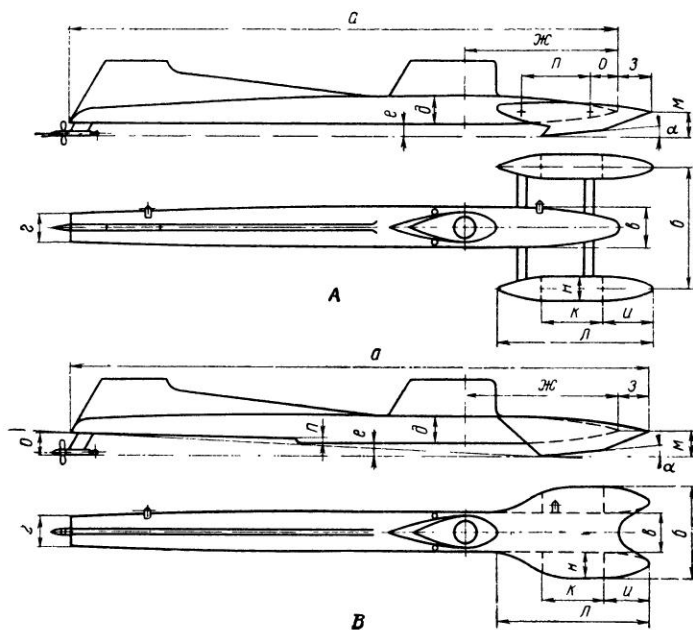


Рис. 4. Скоростные кордовые модели с гребным винтом

После того как вычерчена линия днища, достраивают чертеж по любой схеме рис. 4. В табл. 1 даны примерные величины всех размерений этих моделей, что поможет спортсмену правильно определить соотношение размеров выбранной модели.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТНЫХ КОРДОВЫХ  
МОДЕЛЕЙ

(см. рис. 4)

Разме- рения, мм	Схема А			Схема В		
	А-1 2,5 см <sup>3</sup>	А-2 5 см <sup>3</sup>	А-3 10 см <sup>3</sup>	А-1 2,5 см <sup>3</sup>	А-2 5 см <sup>3</sup>	А-3 10 см <sup>3</sup>
<i>a</i>	670	800	900	720	850	950
<i>б</i>	140	150	200	110	130÷140	150÷160
<i>в</i>	45÷48	48÷50	65÷70	45÷50	50÷60	65÷70
<i>г</i>	35÷40	40÷45	50÷55	35÷40	45÷50	50÷55
<i>д</i>	28÷30	40÷45	45÷50	28÷30	40÷45	45÷50
<i>e</i>	14÷16	16÷20	20÷22	14÷16	16÷20	20
<i>ж</i>	200	220	250	200	220	250
<i>з</i>	45÷50	50÷55	55÷60	40	45	50
<i>и</i>	60	75	80	60	75	80
<i>к</i>	80	90	100	80	90	100
<i>л</i>	190	230	250	190	230	250
<i>м</i>	25	35—37	40÷45	25	35÷37	40÷45
<i>н</i>	25	35—40	40÷45	25÷45	35÷40	40÷45
<i>о</i>	30	35	45	28÷30	32÷40	40
<i>п</i>	80	95	110	4,5	6	8
$\angle \alpha^\circ$	3	4	5	3	4	5
Вес модели, <i>г</i>	500—700	800—1100	1300— —1800	500—700	800—1100	1300— —1800



На рис. 5 приводятся чертежи кордовой модели (класс В-1, двигатель  $2,5 \text{ см}^3$  с воздушным винтом) венгерского спортсмена Я. Вердениц, который в 1969 г. установил новый рекорд Европы, показав на своей модели скорость  $211,767 \text{ км/час}$ .

### ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОДЕЛИ

Закончив чертежи, приступают к изготовлению модели. Корпус модели выполняется из бальзы, авиационной фанеры или пенопласта. В месте крепления мотора клеивают борта, изготовленные из двух пластинок миллиметровой фанеры, соединенных эпоксидной смолой через слой стеклоткани либо клеем АК-20, БФ-2 через 2—3 слоя капроновой ткани. Такие бортовые пластины имеют хорошую жесткость и прочность. В зоне крепления мотора дно желательно выполнить из поперечной миллиметровой или полуторамиллиметровой фанеры, которая придает достаточную прочность корпусу. В кормовой части клеивается дюралюминиевая пластина для крепления кронштейна, а в дейдвудной трубе корпуса — обойма для подшипника промежуточного вала.

Чтобы обеспечить устойчивое движение модели на корде, на палубу приклеивают под углом до  $1^\circ 30'$  к диаметральной плоскости стабилизатор, изготовленный из бальзы или фанеры.

Поплавки модели изготавливают из бальзы, липы или пенопласта. Поплавки из бальзы и липы делают из двух половинок, которые внутри выдалбливают и покрывают водостойким клеем, а затем склеивают друг с другом. В носовой части должно быть предусмотрено место для топливного бака и для устройства «стоп». Кроме того, в носовой части корпуса модели схемы А (см. рис. 1) должны быть установлены траверсы для крепления поплавков; скоростная модель в кормовой и носовой частях имеет приспособления для крепления уздечки. Место для крепления уздечки по высоте определяют после того, как будет собрана вся модель с двигателем и системой промежуточного вала, так как правильно выбранным местом крепления будет горизонтальная линия, проходящая через центр тяжести.

Двигатель в моторном отсеке корпуса модели закрепляется на подмоторной раме. Существуют различные способы крепления двигателя. На рис. 6 показаны два варианта крепления рамы. Первый вариант применяют тогда, когда ширину модели проектируют минимально возможной, т. е. по ширине фундамента двигателя.

После того как сборка полностью закончена, поверхность модели тщательно зашкуривают. Для придания большей прочности модель обклеивают с помощью эпоксидных смол одним слоем стеклоткани либо одним-двумя слоями капроновой ткани на клею АК-20, БФ-2. Затем поверхность шпаклюют, зачищают наждачной бумагой и обезжиривают.

После этого модель можно покрыть любой краской, не растворяющейся в метиловом спирте, и отполировать. На корпус модели необходимо нанести знаки, определяющие класс модели.

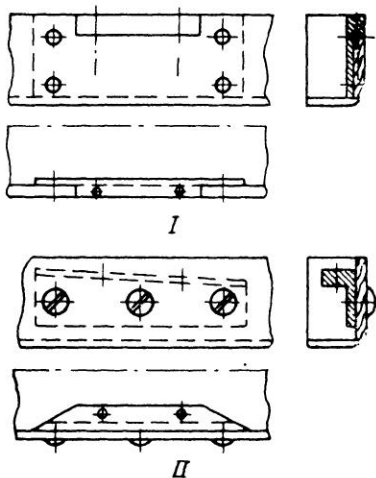


Рис. 6. Варианты креплений подмоторной рамы

## ВИНТОМОТОРНАЯ ГРУППА МОДЕЛИ

### ДВИГАТЕЛЬ

Основное влияние на достижение максимальных скоростей кордовой модели оказывают, кроме правильного выбора ее конструкции, подбор и доводка двигателя и винта, то есть влияет эффективная мощность двигателя и то, насколько целесообразно использована развиваемая им мощность.

Для скоростных глассирующих моделей применяются в основном двигатели внутреннего сгорания с калильным зажиганием, так как они при всех прочих одинаковых условиях обладают большей мощностью. Эти двигатели работают по двухтактному циклу. Рабочий цикл такого двигателя завершается в течение двух ходов поршня.

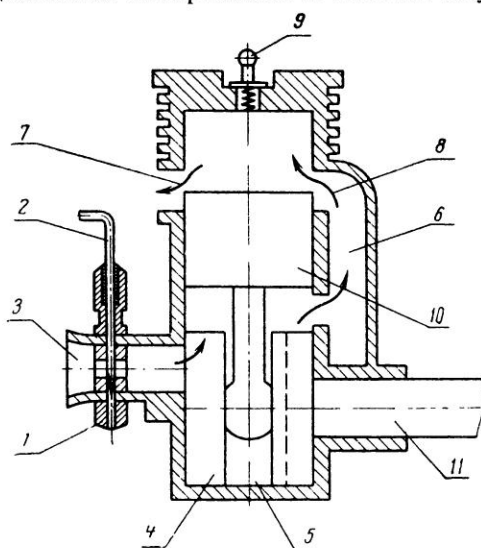


Рис. 7. Схема работы двигателя по двухтактному циклу

К штуцеру корпуса жиклера 1 (рис. 7) от топливного бака по трубке подводится топливо, дозируемое иглой жиклера 2. Воздух в результате разрежения в полости картера 5, создаваемого при движении поршня к верхней мертвой точке (в.м.т.), проходит через диффузор 3, увлекая за собой распыленное топливо, поступающее через отверстие в корпусе жиклера.

В двигателях с золотниковым распределением топлива в распыленном состоянии поступает через окно в задней крышке и золотник 4 в полость картера 5.

В двигателях с распределением топливной смеси через вал топливо в распыленном состоянии поступает через всасывающий патрубок, развитый из носка картера, и окно коленчатого вала в полость картера.

При ходе поршня вниз к нижней мертвой точке (н.м.т.) топливная смесь, заполняющая полость картера, сжимается и в момент открытия продувочного окна 8 поступает из картера по перепускному каналу 6 в полость цилиндра. В это же время происходит очистка цилиндра от продуктов сгорания рабочей смеси и заполнение его новой порцией топливной смеси. Во время последующего движения поршня к в.м.т. новая порция топливной

смеси сжимается. При достижении поршнем в.м.т. сжатая топливная смесь воспламеняется калильной свечой 9. Под действием сил давления газов, образовавшихся в результате горения, поршень, пройдя в.м.т., начнет двигаться вниз к н.м.т., совершая рабочий ход, т. е. энергия рабочей смеси в цилиндре двигателя при помощи шатунно-кривошипного механизма преобразуется в кинетическую энергию на его валу.

В конце рабочего цикла, перед н.м.т., поршень верхней своей кромкой открывает выхлопное окно 7 и продукты сгорания выходят в атмосферу. Далее цикл работы двигателя повторяется.

Во время запуска двигателя к калильной свече необходимо подключить аккумуляторы или батареи постоянного тока напряжением 2—3 в.

После того как двигатель будет запущен, аккумуляторы необходимо отключить от электрода свечи.

Двигатель состоит из следующих основных частей: картера, цилиндра, кривошипно-шатунного механизма, головки, носка, задней крышки и системы питания топливом.

Картер двигателя изготавливают из алюминиевого сплава Ал-4 литьем под давлением в металлической форме. Если картер изготавливается из целого куска металла путем проведения расточных, токарных и фрезерных работ, то для этой цели хорошо применять дюралюминий старых воздушных винтов самолетов. Выхлопной патрубок и перепускной канал развиты из корпуса картера. На верхней части его для охлаждения цилиндра размещаются ребра.

Цилиндр двигателя изготавливают из стали ШХ15 с последующей термообработкой, шлифовкой и доводкой; для его изготовления можно применять и другие износостойкие стали.

Кривошипно-шатунный механизм состоит из коленчатого вала, шатуна, поршня и поршневого пальца. Коленчатый вал изготавливается из сталей 18ХНВА, 12ХНВА, 12ХНЗА и других цементируемых сталей; после токарных работ его цементируют, термообработывают и шлифуют.

Размеры посадочных поверхностей вала под опорные шарикоподшипники должны быть выполнены по допускам скользящей посадки.



Шатун изготавливают из алюминиевого сплава АК-6. Для лучшей его работы в отверстие под коленчатый вал запрессовывают бронзовую втулку. В последнее время получили распространение шатуны, изготовленные из цементуемой стали (рис. 8). Вес такого шатуна не превышает вес дюралюминиевого, так как все его сечения намного меньше, а прочность значительно выше.

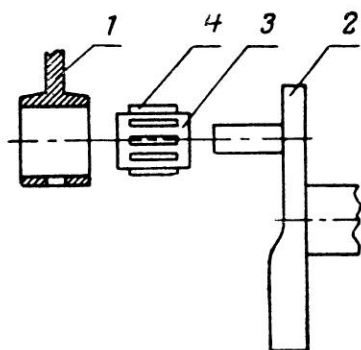


Рис. 8. Узел сочленения стального шатуна и коленчатого вала: 1 — шатун; 2 — коленчатый вал; 3 — сепаратор игольчатого подшипника; 4 — иголки подшипника

После изготовления шатуна его закаливают; цементируют только внутреннюю поверхность его отверстия под коленчатый вал на глубину 0,15—0,2 мм. В отверстие под поршневой палец запрессовывают бронзовую втулку, а нижнее отверстие под коленчатый вал притирают под игольчатый подшипник. Сепаратор игольчатого подшипника делают из дюралюминия или бронзы, а иголки нарезают из цилиндрической части швейных иголок.

Поршень является самой ответственной деталью двигателя. От качества изготовления его во многом зависит и качество самого двигателя. В зависимости от конструкций двигателя поршень может быть с кольцами и гладкий. Поршень с кольцами изготавливают из того же материала, что и картер двигателя. Поршневые кольца изготавливают из высоколегированного чугуна марки ХНВ. Гладкие поршни изготавливаются также из чугуна марки ХНВ.

Поршневой палец делают из стали марки 38ХА или У8 с соответствующей термообработкой и последующей шлифовкой. Он должен иметь заглушки из дюралюминия или бронзы или иметь фиксацию от горизонтальных перемещений, для того чтобы концы его не нарушали поверхности гильзы.

Для головки двигателя можно использовать любой алюминиевый сплав достаточной прочности. Очень

важно правильно выбрать и изготовить внутреннюю поверхность головки, образующую камеру сгорания, и соблюсти перпендикулярность поверхности прилегания калильной свечи к оси резьбы под свечу. При нарушении перпендикулярности может произойти срыв резьбы при затяжке калильной свечи.

Носок и заднюю крышку картера можно изготовить из любого алюминиевого сплава достаточной прочности и с небольшим коэффициентом расширения.

Носок картера имеет две расточки для посадки подшипников коленчатого вала. Отверстие в носке под коленчатый вал должно быть таким, чтобы при работе двигателя в зазоре между носком и валом создавалась такая масляная пленка, которая способствовала бы достаточной герметизации картера двигателя и предотвращала бы прорыв горючей смеси.

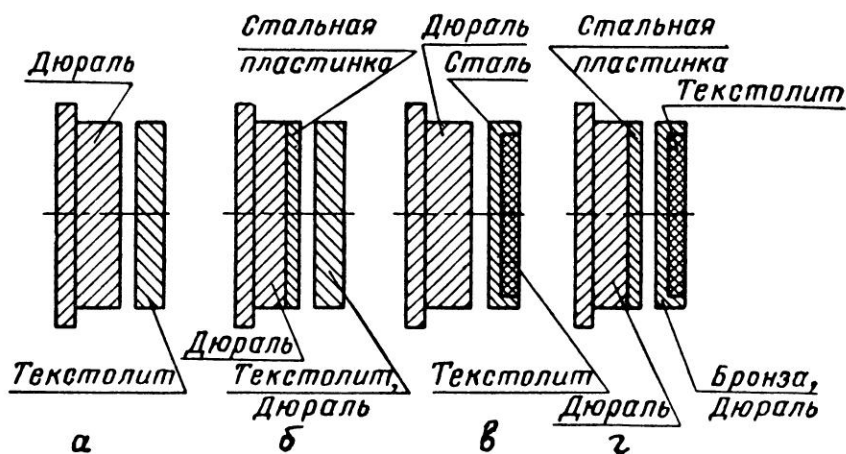


Рис. 9. Сочетания материалов для задней крышки и золотника

В двигателях с распределением топливной смеси через вал носок картера имеет патрубок для крепления диффузора с жиклером. В двигателях с золотниковым распределением топливной смеси на задней крышке крепят золотник и диффузор с жиклером. Очень важно подобрать материал золотника так, чтобы потери на тре-

ние были минимальными. С этой целью рекомендуется следующее сочетание материалов для задней крышки и золотника: дюралюминий — текстолит, дюралюминий — сталь, стальная пластина — текстолит, дюралюминий — бронза. Для облегчения золотника рекомендуется изготавливать комбинированный золотник, как показано на рис. 9, в, г.

Система питания двигателя горючим состоит из диффузора и жиклера.

Диффузор изготавливают из дюралюминия и в зависимости от конструкции двигателя он может иметь круглое или прямоугольное сечение. Площадь сечения внутреннего отверстия диффузора обуславливается способом эксплуатации двигателя. Если двигатель работает под давлением, отверстие в диффузоре должно быть большим, так как для образования рабочей смеси требуется большее количество воздуха.

Жиклер, используемый на двигателях как дозирующее устройство, может быть односторонним и сквозным. В одностороннем жиклере подвод горючего и регулирование его количества осуществляется с одной стороны. В сквозном жиклере горючее подводится с одной стороны, а регулирование расхода его осуществляется с другой.

Регулирование подачи горючего производится при помощи иглы с резьбой, увеличивающей или уменьшающей проходное отверстие, через которое поступает топливная смесь.

При изготовлении двигателя своими силами необходимо критически подходить ко всем его узлам, имеющим различные решения, и выбирать такие, которые наиболее соответствуют целям применения двигателя, учитывая при этом все то лучшее, что достигнуто на сегодняшний день в практике мотостроения.

При использовании на скоростных моделях серийного двигателя необходимо для достижения лучших результатов провести работы по его форсированию, т. е. за счет правильного подбора фаз газораспределения, увеличения степени сжатия, улучшения наполнения цилиндра рабочей смесью, повышения числа оборотов коленчатого вала и уменьшения потерь на трение добиться максимальной мощности двигателя.

В этом случае прежде всего необходимо правильно определить объем этих работ и производить их в стро-

гой последовательности. Все эксперименты, проводимые на двигателе, необходимо проверять с четкой фиксацией результатов. Прежде чем приступить к форсированию, желательно снять диаграмму внешней характеристики серийного двигателя и диаграмму фаз его газо-

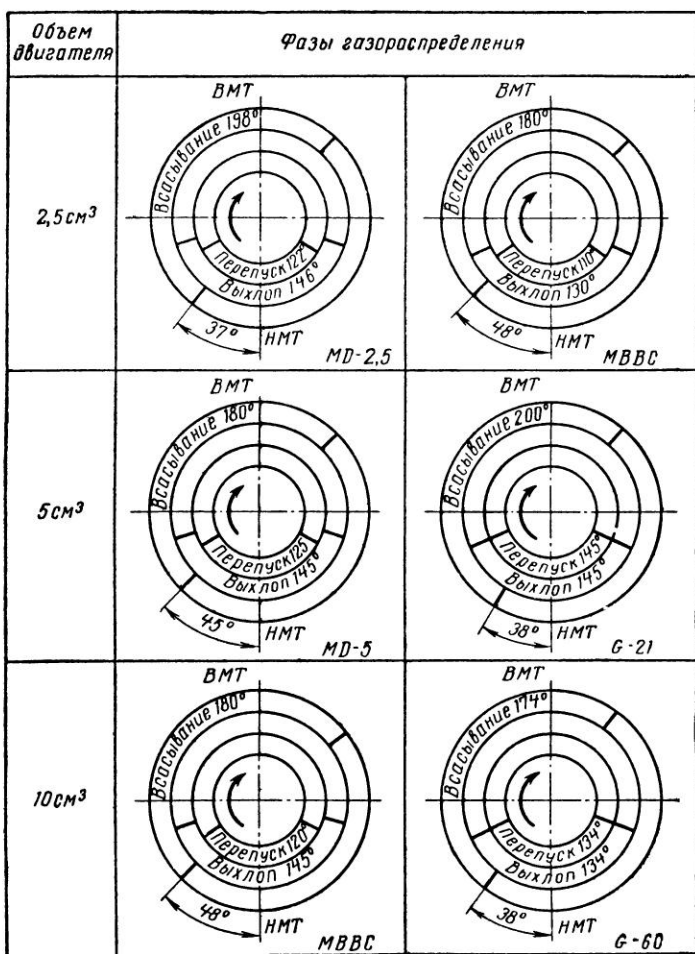


Рис. 10. Фазы газораспределения отечественных и некоторых зарубежных двигателей

распределения. Все это позволит в результате оценить характеристику форсированного двигателя по отношению к характеристикам серийного двигателя.

Для того чтобы проверить соответствие действительных фаз газораспределения требуемым, на коленчатом валу двигателя закрепляют диск с делениями на  $360^\circ$  так, чтобы при положении поршня в н.м.т. стрелка отсчета стояла бы против нулевого деления диска. Стрелку можно изготовить из проволоки и закрепить винтом на основании мотора. Проворачивая коленчатый вал по ходу вращения, определяют в градусах начало и конец фаз всасывания, выхлопа и перепуска, а также продолжительность этих фаз. Получив эти данные, можно изобразить характеристику двигателя в виде диаграммы фаз газораспределения (рис. 10). В случае несоответствия фаз газораспределения необходимым нужно произвести доработку всех деталей двигателя, от которых зависит исправление этого дефекта.

Проверив фазы газораспределения двигателя и приведя их в соответствие с требуемыми, необходимо собрать двигатель, запустить и замерить тахометром число оборотов с точностью до 10 об/мин. Рекомендуется пользоваться часовым тахометром «СК» типа 751, точность показаний которого соответствует предъявляемым требованиям.

При форсировании двигателя нельзя забывать о том, что нижняя часть двигателя работает как насос. Поршень, поднимаясь к в.м.т., создает под собой разрежение, способствующее лучшему поступлению горючей смеси в нижнюю часть картера двигателя. Учитывая это, необходимо принять все меры для уменьшения свободного объема в нижней части картера. Уменьшить свободный объем можно или за счет применения стального шатуна, или за счет коленчатого вала и поршня. Для этого вырезанные секторы коленчатого вала заполняют легким материалом. Внутренняя полость поршня тоже имеет большой объем. Если бы удалось подобрать легкий и термостойкий материал для заполнения этого объема, исключая зону качания шатуна, это дало бы большой эффект.

При доработке гильзы внешние кромки перепускных окон, кроме верхней образующей, и нижнюю часть гильзы, расположенную против перепускных окон, необходи-

мо закруглить, так как острые углы создают дополнительное сопротивление поступлению горючей смеси в цилиндр. Кроме того, с помощью притира и абразивного порошка или пасты нужно растереть нижнюю часть внутреннего цилиндра гильзы (до выхлопных окон) таким образом, чтобы создалась небольшая конусность к низу гильзы.

При доработке жиклера следует обточить в форме эллипса ту его часть, которая перекрывает отверстие диффузора. Длинная сторона эллипса должна быть направлена по оси отверстия, через которое осуществляется поступление горючего.

При форсировании двигателя необходимо отполировать весь путь, по которому проходит топливо к камере сгорания.

Описанные выше работы по форсированию серийного двигателя носят общий характер и не зависят от его конструкции. При определении объема работ по форсированию двигателя конкретной конструкции необходимо учитывать также его отличительные свойства.

Степень сжатия двигателя подбирается экспериментальным путем. При этом нужно учитывать состав горючего, так как при применении присадок двигатель работает в более жестком температурном режиме, что приводит к уменьшению степени сжатия. Современные конструкции двигателей работают со степенью сжатия в пределах от 7 до 12.

Степень сжатия двигателя замеряется следующим образом: выворачивают свечу и устанавливают поршень в в.м.т. Затем медицинским шприцем объемом  $1 \text{ см}^3$  заполняют камеру сгорания касторовым маслом или горючей смесью до тех пор, пока на резьбе под свечу не появится заполняющая жидкость. По делениям шприца определяют количество жидкости, залитой в камеру сгорания, что будет соответствовать ее объему.

После этого эффективную степень сжатия подсчитывают по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{V_p + V_c - V_n}{V_c},$$

где  $E_{\text{эф}}$  — эффективная степень сжатия;  
 $V_p$  — рабочий объем двигателя,  $\text{см}^3$ ;  
 $V_c$  — объем камеры сгорания,  $\text{см}^3$ ;

$V_{\text{п}}$  — доля потеряннного рабочего объема цилиндра за счет выхлопных окон.

Хороший эффект дает работа двигателя с баком под давлением. Основное достоинство такой системы заключается в том, что происходит постоянное увеличение давления в баке. Это позволяет получить стабильную работу двигателя во время движения модели на корде.

Для осуществления такой системы полость картера с помощью штуцера соединяется трубкой с верхней частью бака. Дренаж и заправочная трубка герметически перекрываются. Штуцер ввертывается или впрессовывается в крышку или тело картера против отверстия золотника. Диаметр отверстия в штуцере рекомендуется в следующих пределах для двигателя объемом:

2,5 см <sup>3</sup>	—0,5 ÷ 0,6 мм
5,0 »	—0,7 ÷ 0,8 »
10,0 »	—1,0 ÷ 1,1 »

Схемы соединения различных конструкций двигателя с баком и места установки штуцера показаны на рис. 11.

От качества калильной свечи зависит нормальная работа двигателя. Серийные свечи имеют ряд недостатков.

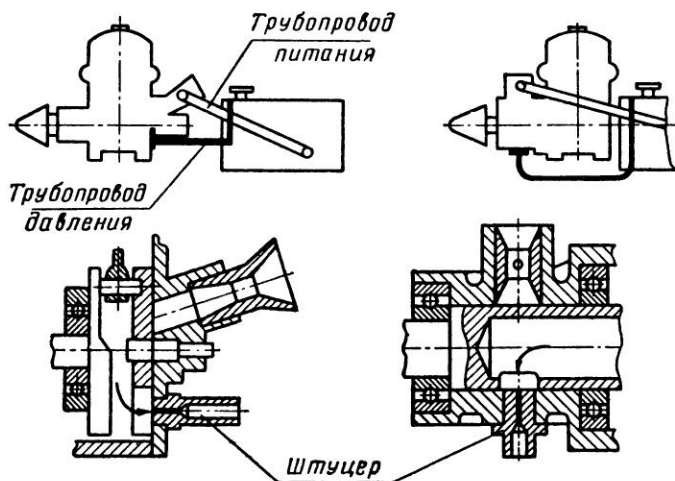


Рис. 11. Схемы соединения двигателя с баком, работающим под давлением

Поэтому желательно применять свечи, изготовленные по чертежам рис. 12. Такие разборные свечи создают надежную герметизацию камеры сгорания. Кроме того, при перегорании спирали эти свечи легко разбираются и ремонтируются. Удлиненный корпус свечи с миллиметровой проточкой по середине гайки дает возможность применять различные контактные приспособления.

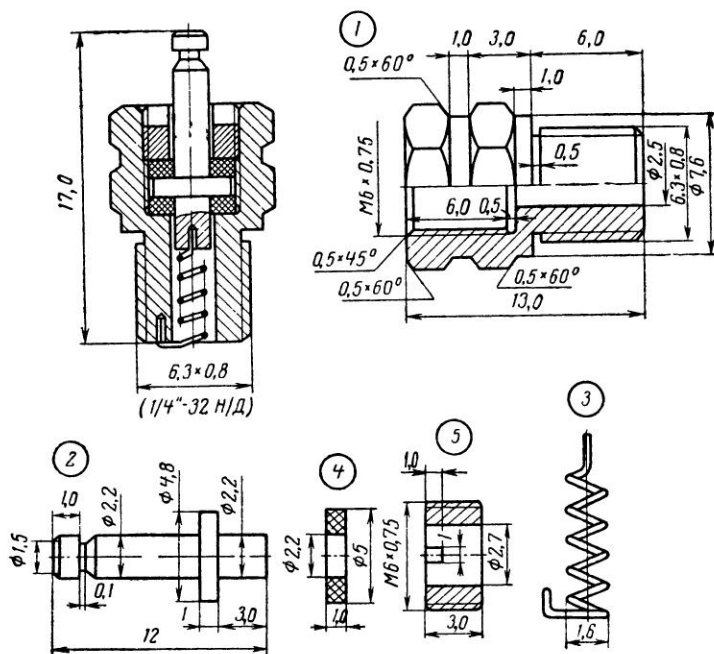


Рис. 12. Разборная калильная свеча: 1 — корпус свечи; 2 — электрод; 3 — спираль; 4 — прокладка; 5 — гайка

Корпус разборной свечи изготавливают из стального шестигранника размером под ключ 8 мм. Электрод и гайку делают из латуни, а прокладку — из слюды или паронита. Для спирали лучше всего использовать проволоку платиноиридиевого сплава, нихрома или фехрала. Диаметр проволоки должен быть 0,22÷0,30 мм, что зависит от рабочего объема двигателя.



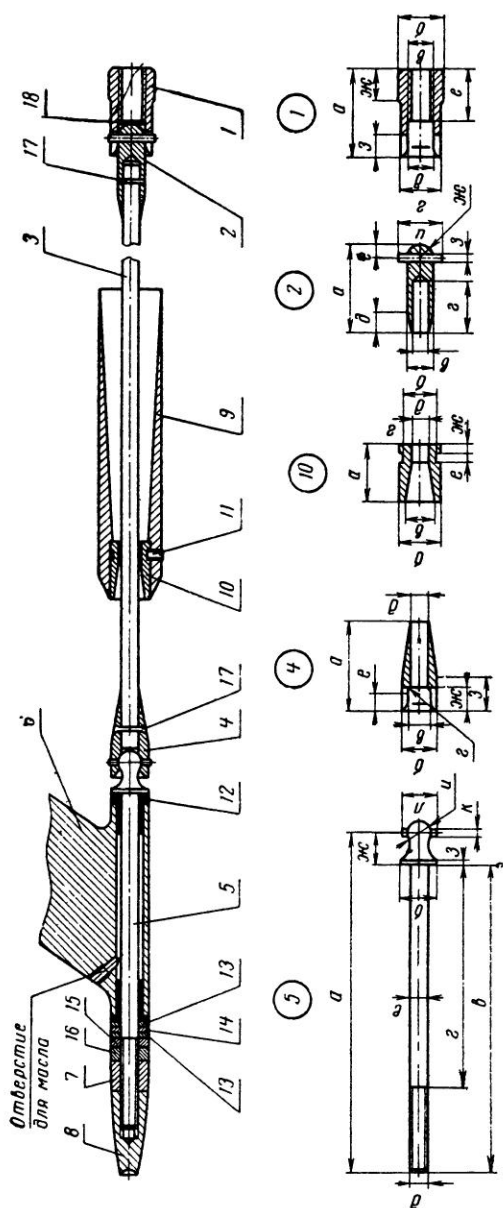


Рис. 13. Детали промежуточного вала и кронштейн:

1 — гайка крепления маховика; 2 — наконечник; 3 — промежуточный вал; 4 — чашка; 5 — гребной вал; 6 — кронштейн; 7 — ступица вента; 8 — обтекатель; 9 — обойма (крепится в дейдвудной трубе модели); 10 — опорный подшипник; 11 — стопорный винт опорного подшипника; 12 — втулка кронштейна; 13 — шайба упорного подшипника; 14 — сепаратор упорного подшипника; 15 — гайка; 16 — контргайка; 17 — штифт; 18 — резиновая прокладка

## ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ВАЛ

Промежуточный вал (рис. 13, табл. 2) скоростной кордовой модели представляет собой длинный стальной пруток с напрессованными на концах его чашкой и наконечником. Перед напрессовкой этих деталей на вал надевается опорный подшипник, который затем крепят винтом в обойме, установленной в дейдвудной трубе корпуса модели.

От качества промежуточного вала и его деталей во многом зависит передача максимальной мощности двигателя на гребной винт, поэтому его изготовлению следует уделить максимум внимания.

Для промежуточного вала используют стальную проволоку марки ОВС или какую-либо другую пружинную высокопрочную сталь. Заготовка вала берется несколько большей длины и диаметра, тщательно рихтуется; затем на шлифовальном бесцентровом станке доводится до необходимого размера по диаметру. После этой операции можно быть уверенным, что вал достаточно прямой. Концы вала обрезают до необходимой длины и снимают фаски.

Чашку и наконечник вала можно изготовить из стали 30ХГСА, 20ХГСА, У7—У12 на токарном станке с одной установкой и последующей полировкой их поверхностей. Затем эти детали подвергают термообработке. В поперечное отверстие наконечника запрессовывают штифт из стальной проволоки марки ОВС.

Для опорного подшипника можно использовать любую марку чугуна или другой материал, имеющий высокую прочность и небольшой коэффициент трения.

После изготовления всех деталей промежуточного вала и проверки их качества производят его сборку.

После запрессовки чашки и наконечника на вал необходимо зафиксировать их с помощью штифта. Для этого просверливают поперечные отверстия, проходящие через тело чашки и вала и через тело наконечника и вала. В эти отверстия вставляют штифты из мягкой проволоки и расклепывают их концы с обеих сторон. Такое соединение деталей вала будет работоспособно в любых условиях эксплуатации модели.

Промежуточный вал и двигатель соединяют гайкой, которая крепит маховик двигателя. Эту деталь изготов-

РАЗМЕРЫ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМЫ  
ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ВАЛ — КРОНШТЕЙН

(см. рис. 13)

Раз- мер, мм	Гребной вал (5)			Чашка (4)			Опорный подшипник (10)			Наконечник (2)			Гайка крепл. маховика (1)		
	А-1	А-2	А-3	А-1	А-2	А-3	А-1	А-2	А-3	А-1	А-2	А-3	А-1	А-2	А-3
a	67	84,5	95	13,5	20,5	24	10	13	15	17,5	20	24	14	20	22
б	7	8	9	6	8	9	8,2	10,2	12,2	5	6	8	8	10	12
в	60	75	85	4 <sup>+0,1</sup>	+ 0,15	6 <sup>+0,2</sup>	6	8	10	3 <sup>-0,02</sup>	4 <sup>-0,02</sup>	5 <sup>-0,02</sup>	М5	М6	М8
г	45	55	60	2	2,5	3	3,15	4,5	5,5	11	12	15	8	9	12
д	МЗ	М4	М5	3 <sup>-0,02</sup>	4 <sup>-0,02</sup>	5 <sup>-0,02</sup>	7	9	11	5	5	5	5 <sup>+0,1</sup>	6 <sup>+0,15</sup>	8 <sup>+0,2</sup>
е	3	4	5	2,5	3,5	4	2	2	2	2,5	3	4	8	12	12
жс	5	7	7	4	5,5	6	2	2	3	2,5	3	4	5	7	8
з	1	1	1	5,5	7,5	9	—	—	—	1,5	2	2,5	4	5	6
и	4	5	6	—	—	—	—	—	—	8	10	12	—	—	—
к	1	1,5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
л	7	8	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания: 1. Шлиц под шпильку в деталях 1 и 4 выполнить по ширине на 0,2 мм больше, чем диаметр соответствующей шпильки. 2. Размер б детали 1 дан как размер ключа под гайку.

ливают из стали 30ХГСА или 20ХГСА на токарном станке с одной установкой. Внутренняя полость гайки полируется. Затем гайку подвергают термообработке.

### КРОНШТЕЙН

Кронштейн изготавливают из дюралюминия Д16Т (рис. 13). Для уменьшения сопротивления движению модели поперечное сечение его должно быть обтекаемым, а поверхность тела кронштейна отполированной. Кронштейн имеет два отверстия: одно — для установки гребного вала, другое — для нагнетания в полость гребного вала масла. В качестве смазывающего материала лучше всего применять графитную смазку. В отверстие для гребного вала с обеих сторон кронштейна запрессовывают втулки из бронзы или чугуна. Втулки делают с несколько меньшим отверстием, чем диаметр гребного вала. После запрессовки втулок в кронштейн эти отверстия проходят разверткой с одной стороны для того, чтобы оси этих отверстий лежали на одной линии. Гребной вал изготавливают из стали 40ХНВА, 18ХНВА, 12ХНВА. Шаровую поверхность доводят до нужных размеров, сверлят поперечное отверстие под шпильку и полируют. Затем гребной вал подвергают цементированию и термообработке. После этого его цилиндрическую часть шлифуют до нужных размеров. В поперечное отверстие впрессовывают шпильку из стали ОВС. Резьбу на конце вала во избежание эксцентрисности желательно выполнить на резьбошлифовальном станке.

Для уменьшения трения между ступицей гребного винта и втулкой кронштейна следует установить шарикоподшипник. Такой подшипник нетрудно изготовить самому. Для этого из стали ШХ-15 вытачивают две шайбы, которые подвергают термообработке. Твердость их поверхности должна быть  $H = 55-60$  ед.

Сепаратор изготавливают из бражмы или латуни следующим образом. В патрон токарного станка зажимают заготовку, торцуют и вытачивают втулку с необходимым внутренним и наружным диаметром. Затем в резцодержатель соосно с выточенной втулкой зажимают цанговый патрон с гибким приводом от электродрели. В цан-

говый патрон зажимают сверло, по диаметру несколько большее, чем шарик, и производят сверление в торце втулки. Повернув на определенный угол патрон станка, производят следующее сверление и т. д. После этой операции отрезают от втулки шайбу, несколько меньшую по толщине, чем диаметр шарика. Сепаратор готов. После этого на гребной вал надевают стальную шайбу, сепаратор с шариками, вторую шайбу и закрепляют подшипник гайкой и контргайкой таким образом, чтобы гребной вал имел люфт порядка  $0,2 \div 0,3$  мм.

### ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИ

В топливную систему модели входят бак для топлива, устройство для остановки модели и трубки, соединяющие бак с двигателем. Важнейшим звеном системы является топливный бак. От его конструкции зависит стабильная подача топлива к жиклеру двигателя, а следовательно, равномерная и устойчивая работа двигателя. Если рассматривать различные формы бака в статическом положении, то наиболее стабильное истечение жидкости при всех прочих равных условиях происходит из плоского бака. Но так как модель движется по кругу, то условия стабильного истечения меняются. Расположение зеркала горючего в баке на различных режимах движения модели показано на рис. 14.

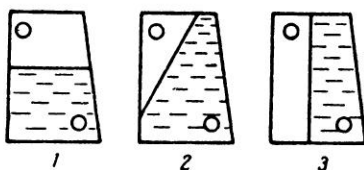


Рис. 14. Расположение горючего в баке на различных режимах движения модели: 1 — модель на старте; 2 — модель во время набора скорости; 3 — модель движется с максимальной скоростью

При движении модели на корде с большой скоростью возникает центробежная сила, за счет которой топливо в баке прижимается к внешней стенке бака и зеркало топлива занимает вертикальную плоскость. Поэтому для создания стабильного истечения топлива из бака к жиклеру двигателя при

движении модели на корде необходимо бак сделать узким и высоким и установить его вдоль продольной оси модели.

Расположение топливного бака по отношению к жиклеру двигателя является важным фактором, влияющим на работу двигателя.

Когда модель находится в состоянии покоя, все топливо, которое находится в баке выше жиклерного отверстия, вытекает через топливопровод самотеком, а топливо, находящееся ниже, остается в баке.

При движении модели уровень горючего вследствие центробежной силы перемещается не сверху вниз, а слева направо и, следовательно, все то горючее, которое находится в баке левее жиклерного отверстия, самотеком поступает в карбюратор двигателя. Горючее же, находящееся правее жиклерного отверстия, поступает за счет подсоса, т. е. разрежения, образующегося в полости картера при работе двигателя.

Таким образом, при проектировании скоростных моделей желательно предусмотреть такую установку бака, чтобы он находился несколько выше жиклерного отверстия, что будет способствовать легкому запуску двигателя, и несколько сдвинутым за ось жиклера к центру вращения модели, что позволит двигателю на первых кругах движения работать на топливе, поступающем самотеком. Последнее важно и потому, что после набора моделью скорости и отработки топлива, поступающего самотеком, наступает момент обеднения топливной смеси, и обороты двигателя повышаются.

При конструировании модели желательно также предусмотреть возможность перемещения топливного бака в обе стороны от линии жиклера для того, чтобы выявить оптимальное положение для его установки во время тренировочных запусков.

Наиболее простой формой бака является емкость прямоугольной формы с несколько наклонной внешней стенкой из латунной фольги или жести толщиной 0,2—0,3 мм. Примерное соотношение размеров бака показано на рис. 15.

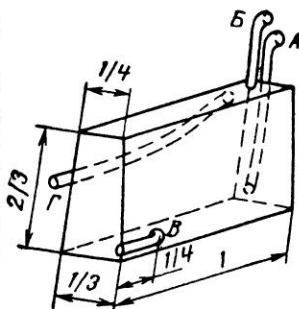


Рис. 15. Примерное соотношение размеров топливного бака:

А — заправочная трубка; Б — дренажная трубка; В — питательная трубка; Г — трубка давления из картера двигателя

Целесообразно изготовить бак со скругленными переходами с одной плоскости на другую для уменьшения вспенивания топлива при вибрации модели.

В переднюю часть бака впаиваются заправочная и дренажная трубочки. Для того чтобы во время заправки в баке не было пены, заправочная трубка вставляется у самого дна бака. Если предусматривается работа бака под давлением, то в верхнем левом углу передней части бака вставляется специальная трубка для соединения его со штуцером, установленным на картере двигателя. В этом случае заправочная и дренажная трубки либо перекрываются резиновой трубкой, либо следует предусмотреть специальное герметизирующее устройство.

В нижней части внешней стенки на  $1/4$  ее длины от конца бака впаивают питательную трубку, диаметр которой должен быть по возможности большим, чтобы со-

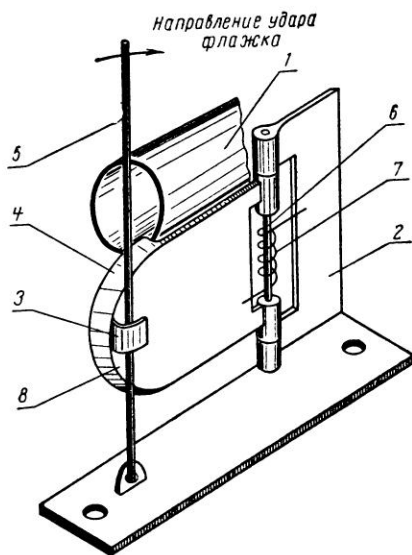


Рис. 16. Устройство «Стоп», основанное на прекращении доступа воздуха в диффузор двигателя:

1 — диффузор двигателя; 2 — основание; 3 — заслонка; 4 — защелка; 5 — губчатая резина; 6 — ось заслонки; 7 — возвратная пружина; 8 — антенна

противление движению топлива по этой трубке не сказывалось на работе двигателя в различных режимах. При установке бака на модель нужно также стремиться к тому, чтобы все топливопроводы были как можно короче. Материал топливопровода должен быть эластичным и не растворяться в метиловом спирте и других присадках, применяемых в топливе.

При определении объема бака необходимо учитывать расход топлива во время старта, набора скорости и прохождения дистанции. Для успешного прохождения пятисотметровой дистанции запас топлива (объем ба-

ка) для модели класса В-1 должен быть 20—30 см<sup>3</sup>, для класса А-1—20—30 см<sup>3</sup>, А-2—40—50 и А-3—70—80 см<sup>3</sup>.

По прохождении дистанции модель должна быть остановлена. Это необходимо для того, чтобы сохранить ресурс работы двигателя, а также для экономии времени и горючего. Поэтому на скоростных моделях всех классов с водяным винтом устанавливают специальные устройства для остановки двигателя. Для этого необходимо либо закрыть доступ воздуха в диффузор, либо отключить подачу горючего к жиклеру. Для двигателя с калильным зажиганием желательно применять лишь те устройства, которые прекращают доступ воздуха в диффузор (рис. 16). Установка устройства, основанного на прекращении подачи горючего к жиклеру, приводит к значительному обеднению горючей смеси и, как правило, к перегоранию спирали калильной свечи.

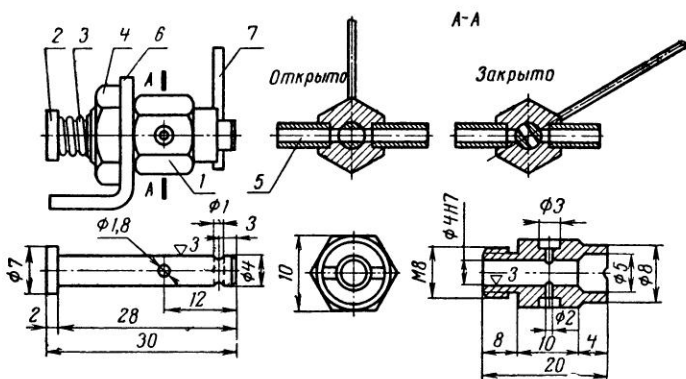


Рис. 17. Устройство «Стоп», основанное на отключении подачи топлива к жиклеру двигателя:

1 — корпус крана; 2 — вал; 3 — пружина вала; 4 — гайка крепления крана; 5 — питательная трубка; 6 — кронштейн крепления устройства; 7 — антенна

На рис. 17 показано устройство «Стоп», основанное на отключении подачи горючего к жиклеру двигателя. Оно представляет собой кран, при повороте антенны которого перекрывается питательная трубка и прекращается подача горючего. Двигатель останавливается. Наиболее простым является устройство, основанное на пережатии резинового питательного топливопровода.



## ПОДБОР И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ГРЕБНОГО ВИНТА

Ответственной деталью скоростной модели является гребной винт, от правильного подбора и качества изготовления которого во многом зависит скорость модели.

Гребной винт — это часть винтовой поверхности, разделенной на несколько лопастей, укрепленных по радиусу на ступице винта на равных угловых расстояниях. Лопасти гребного винта создаются винтовой поверхностью, которая получается при вращении ее образующей и перемещением ее вдоль оси.

Устройство гребного винта во многом напоминает устройство воздушных винтов. Диаметр гребного винта значительно меньше воздушного винта, так как вода, в которой он работает, в 800 раз плотнее, чем воздух.

Лопасти гребного винта при вращении захватывают воду и отбрасывают ее назад, что создает упор гребного винта, способствующий перемещению модели. Усилия, возникающие при вращении винта, показаны на рис. 18. Винты характеризуются направлением вращения, диаметром и шагом винта, числом, размерами и формой лопастей и другими параметрами.

По направлению вращения гребные винты делятся на правые и левые. Правым называется винт, который при

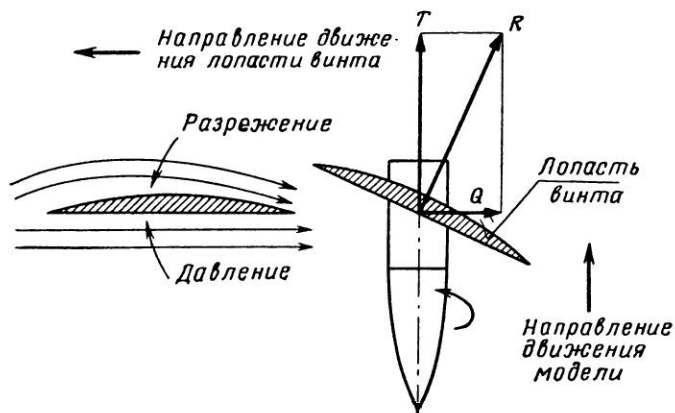


Рис. 18. Силы, возникающие при вращении лопасти гребного винта:

$T$  — сила упора гребного винта;  $Q$  — сила, затрачиваемая на вращение винта;  $R$  — результирующая сила

переднем ходе вращается по часовой стрелке, если при этом смотреть с кормы на нос судна; левым называется винт, вращающийся при тех же условиях против часовой стрелки.

Гребные винты имеют следующие параметры:

$H$  — геометрический шаг винта — расстояние, на которое продвинется винт за один оборот, если бы он вращался в неподатливой среде. А так как вода очень податливая среда и отступает при малейшем давлении на нее, то фактически за один оборот гребной винт проходит расстояние по отношению к среде меньшее, чем геометрический шаг. Это расстояние называется поступью винта и обозначается буквой  $h$ . Разность между геометрическим шагом гребного винта и его поступью называется скольжением винта и обозначается буквой  $S$ ;

$P$  — шаговое отношение, т. е. отношение геометрического шага к диаметру винта:

$$P = \frac{H}{D} ;$$

$A$  — площадь поверхности всех лопастей гребного винта;

$A_d$  — площадь диска винта, или площадь круга, образуемая крайними точками лопастей винта;

$\Theta = \frac{A}{A_d}$  — дисковое отношение;  $z$  — число лопастей;

$d$  — диаметр ступицы;  $l$  — длина лопасти;  $b$  — максимальная ширина лопасти;  $n$  — число оборотов винта (двигателя).

От правильного подбора винта, т. е. от соответствия его параметров мощности двигателя, числу оборотов гребного вала и скорости движения модели зависит возможность максимального использования мощности двигателя для движения модели.

Качество работы гребного винта характеризуется коэффициентом полезного действия (к.п.д.). Другими словами, чем меньше мощности требует гребной винт и чем большую мощность он отдаст в виде упора, тем больше его эффективность. Коэффициент полезного действия показывает, какая мощность, затрачиваемая двигателем, расходуется бесполезно. Эти потери даже при хорошо подобранных и изготовленных винтах имеют весьма значительную величину. В лучшем случае к.п.д. гребных

винтов скоростных моделей достигает 50%, т. е. половина мощности двигателя бесполезно теряется на гребном винте.

Теперь ясно, как важно правильно подобрать винт и хорошо его изготовить. Подбор наилучшего гребного винта для заданной мощности двигателя требует большого опыта и терпения. Сложность расчета винта определяется большим количеством факторов, влияющих на его работу. Наиболее трудно определить расчетную скорость, которую может развить судно с данным двигателем. В практике расчетов больших судов для определения скорости движения корабля пользуются сложнейшими гидродинамическими подсчетами. Для определения скорости модели лучше всего обратиться к статистике построенных и испытанных моделей и по опытным данным определить расчетную скорость проектируемой модели.

Опыт является основным решающим фактором при проектировании, а эксперименты — при окончательном выборе винта. После выбора основных размеров предполагаемого винта изготавливается несколько винтов, близких к предполагаемым размерам, а затем с каждым из них проводят ходовые испытания. Несложные наблюдения и замеры (скорость движения модели) позволяют уверенно выбрать подходящий винт. Такой путь подбора винта является наиболее надежным.

При проектировании гребных винтов важнейшими факторами являются: шаг и диаметр винта, форма лопасти и число оборотов винта (двигателя).

**Шаг и диаметр винта.** Шаг винта  $H$  зависит от предполагаемой скорости модели  $v$ , числа оборотов двигателя  $n$  и скольжения винта  $S$ :

$$H = \frac{1000 - v}{60 n} \quad (м).$$

Если учесть, что величина скольжения гребного винта достигает 30%, то результат, полученный по этой формуле, несколько изменится.

Это одна из важнейших причин несовпадения расчетных данных с экспериментальными. При получении же ориентировочных данных эта формула вполне удовлетворяет требованиям.

Пределом изменения шага при данном диаметре винта является шаговое отношение  $P$ , равное отношению геометрического шага винта  $H$  к его диаметру  $D$ . Для двигателей, применяемых на скоростных моделях, гребной винт должен иметь шаговое отношение порядка 2,8. Таким образом, подобрав шаг винта, мы можем определить ориентировочно диаметр винта, поделив величину шага винта на величину шагового отношения.

**Форма лопасти.** Учитывая то обстоятельство, что у ступиц винта лопасть почти не работает и только создает дополнительное сопротивление его вращению, то в этом месте ее нужно делать по возможности уже.

Наибольшую работу производит средняя часть лопасти и поэтому в этом месте она имеет наибольшую ширину. На конце лопасть опять сужается, что необходимо для более легкого выхода потока воды с нагнетающей стороны винта. В сечении лопасть должна иметь клиновидную форму, нагнетательная сторона ее может быть прямой или с небольшим прогибом.

Табл. 3 соотношений размеров лопасти винта поможет спортсмену найти нужную форму лопасти для всех классов скоростных моделей; чертеж на рис. 19 поясняет правила пользования таблицей.

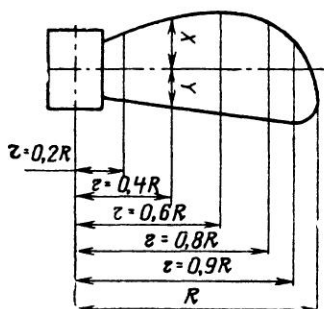


Рис. 19. Форма лопасти:  
 $R$  — радиус гребного винта;  
 $r$  — промежуточные радиусы гребного винта;  
 $X$  — размер влево от вертикальной оси;  
 $Y$  — размер вправо от вертикальной оси

Таблица 3  
 СООТНОШЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЛОПАСТЕЙ ВИНТА

$r$	$X$	$Y$	$s^*$
$0,2R$	$0,185R$	$0,115R$	$0,300R$
$0,4R$	$0,245R$	$0,160R$	$0,405R$
$0,6R$	$0,260R$	$0,205R$	$0,465R$
$0,8R$	$0,190R$	$0,250R$	$0,440R$
$0,9R$	$0,107R$	$0,270R$	$0,377R$

\*  $s = x + y$  — ширина лопасти; толщина лопасти на радиусе  $r = 0,6 R$  равна  $0,6$  максимальной ее толщины.

**Число оборотов гребного винта.** Для скоростных моделей предпочтительны высокие скорости вращения гребного винта, так как это дает возможность применить винты с большим шаговым отношением.

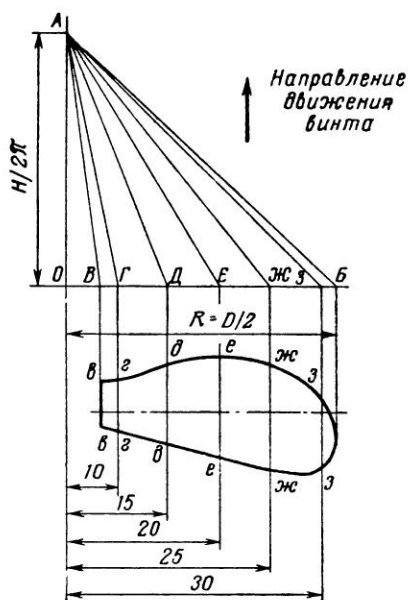


Рис. 20. График углов наклона лопасти в различных ее сечениях

на величины, кратные числу 5, откладывают на горизонтальной оси от точки начала координат отрезки, равные этим величинам, и получают точки Г, Д, Е и т. д.

Соединив точку А со всеми точками на горизонтальной оси, получаем график углов наклона лопасти в соответствующих сечениях.

По этому графику изготавливают угловые шаблоны из металлической фольги для проверки правильности погиба лопасти винта, которая производится с помощью специального кондуктора (рис. 21).

В центре шлифованной металлической пластины, сверлят отверстия и нарезают резьбу. В это отверстие ввертывают шпильку. Затем из дюрала вытачивают кольца

**Изготовление винта.** Выбрав основные параметры винта, т. е. диаметр и геометрический шаг винта, необходимо построить график (рис. 20), определяющий углы наклона лопасти в различных ее сечениях. Для этого на вертикальной оси в масштабе откладывают величину ОА, полученную из выражения:

$$AO = \frac{H}{2\pi} .$$

На горизонтальной оси из точки начала координат откладывают величину ОВ, равную радиусу винта; затем величину ОВ, равную радиусу ступицы винта; разделив радиус винта

толщиной несколько меньше 5 мм для того, чтобы между ними можно было вставить угловые шаблоны. После этого на центральную шпильку навинчивают винт, в па-

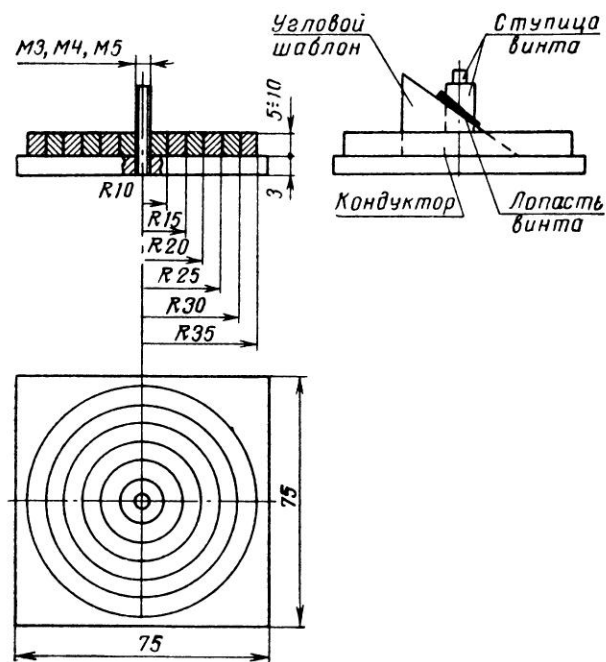


Рис. 21. Кондуктор для проверки погиба лопастей гребного винта

зы между кольцами вставляют угловые шаблоны и проверяют погиб лопасти гребного винта. Проверку погиба лопасти необходимо проводить тщательнейшим образом, так как от этого будет зависеть и скорость модели во время соревнований.

Изготавливать гребной винт лучше всего из целого куска металла, так как в этом случае после погиба лопастей и проверки их на точность его можно будет подвергнуть термообработке. Для гребного винта можно использовать такие стали, как Ст. 45, 65Г, 60С2А, и титановые сплавы.

В том случае, когда винт изготавливают из отдельных деталей, т. е. ступицы и лопастей, пайку лопастей к ступице необходимо выполнить медным или серебряным припоем. Термообработку таких винтов делать нельзя, так как температура закаливания сталей выше температуры плавления припоев, удерживающих лопасти винта на его ступице.

Для облегчения работы по подбору гребного винта для скоростной модели приводится табл. 4, составленная на основании опытных данных, полученных ведущими мастерами судомодельного спорта.

Таблица 4

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ ДЛЯ  
СКОРОСТНЫХ КОРДОВЫХ МОДЕЛЕЙ СУДОВ

Класс модели	Диаметр винта $D$ , мм	Геометрический шаг винта $H$ , мм	Шаговое отношение $P = \frac{H}{D}$	Дискозное отношение $\theta = \frac{A}{Ad}$	Число лопастей $z$	Диаметр ступицы винта $d$ , мм
А-1	38÷45	105÷130	2,4÷2,8	0,2	2	6÷7
А-2	45÷52	120÷155	2,4÷2,8	0,2	2	7÷8
А-3	55÷65	150÷180	2,4÷2,8	0,2	2	8÷10

**ГОРЮЧЕЕ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ  
С КАЛИЛЬНЫМ ЗАЖИГАНИЕМ**

Для того чтобы правильно оценить качество топлива и подобрать процентный состав его компонентов, необходимо знать некоторые общие сведения о свойствах горючего и его компонентах.

**Теплотворная способность.** Теплотворной способностью топлива называется количество тепла (в калориях), выделяемое одним килограммом топлива при полном сгорании. В цилиндре двигателя находится смесь топлива с воздухом, кислород которого способствует

сгоранию топлива. Поэтому количество калорий, выделяемых при сгорании одного килограмма смеси топлива с воздухом, оказывается меньше. В зависимости от состава топлива для его полного сгорания требуется различное количество воздуха.

Теплотворная способность метилового спирта, основного топлива, применяемого для двигателей с калильным зажиганием, равна 5365 кал/г.

**Температура самовоспламенения.** Низшая температура, при которой топливо воспламеняется без действия постороннего источника, называется температурой самовоспламенения. Величина этого параметра является особенно важной для горючего, применяемого в компрессионных двигателях.

**Антидетонационные свойства.** Одним из методов увеличения мощности двигателя является повышение степени сжатия. Но при этом резко возрастает давление и температура горючей смеси и сгорание ее сопровождается взрывом. Скорость горения в этом случае достигает  $2000 \div 3000$  м/сек вместо обычных  $20 \div 30$  м/сек. Такое сгорание топлива называется детонационным. Чтобы этого избежать, в двигателях с калильным зажиганием к основному топливу добавляют присадки, обладающие антидетонационными свойствами. В качестве таких присадок используют нитробензол, бензол.

При приготовлении топлива спортсмену следует учитывать ряд физических свойств его компонентов.

**Касторовое масло.** В качестве смазывающего материала для двигателей с калильным зажиганием применяется касторовое масло, которое входит в состав топлива в количествах от 20 до 33 %.

Касторовое масло — прозрачная, бледно-желтая, не сохнущая вязкая жидкость. В смеси со спиртом касторовое масло образует эмульсию. Оно является прекрасным смазывающим веществом, обладает большой вязкостью, хорошей липкостью к металлам и сохраняет при больших температурах надежную масляную пленку.

Высокая кислотность касторового масла вызывает коррозию при длительном соприкосновении с металлом.

При наличии колец на поршне длительная работа двигателя на касторовом масле приводит к накоплению клейкого вещества в кольцевых канавках, которое мо-



жет быть одной из причин заклинивания колец в канавках.

При обкатке двигателя к метиловому спирту добавляют одну треть касторового масла. Когда двигатель обкатан, то содержание касторового масла уменьшают до 25%. Этот состав топлива хорошо использовать для холостой проработки двигателя после применения топлива с ядовитыми и корродирующими металл присадками. При низкой температуре воздуха количество касторового масла может быть уменьшено до 20—22%.

**Нитрометан** — бесцветная жидкость с приятным запахом, напоминающим запах ацетона. Очень ядовит, горит голубоватым пламенем, при долгом хранении на солнечном свете становится бурого цвета, поэтому хранить его нужно в темном и прохладном месте.

Этот компонент ускоряет и улучшает процесс сгорания топлива в цилиндре, позволяет использовать свечи со спиралью из фехрала и константана; его применение дает возможность двигателю с калильным зажиганием работать в большом диапазоне степеней сжатия. При добавлении в топливо 8—10% нитрометана мощность двигателя повышается на 5—10%; если добавить 30—40%, то мощность двигателя достигает максимальной величины.

**Бензол** — бесцветная прозрачная жидкость с неприятным запахом, ядовит. В присутствии других веществ, особенно непредельных углеводородов, способен осмоляться.

**Нитробензол** — бесцветная ядовитая и взрывчатая жидкость с запахом горького миндаля. Он употребляется в качестве присадки при детонации или преждевременной вспышке топлива. При повышенной влажности воздуха имеют место случаи частого перегорания спирали калильной свечи; если в топливо добавить около 10% нитробензола, можно предупредить сгорание спирали.

Приготовление топлива требует соблюдения определенного порядка и мер предосторожности, особенно при работе с ядовитыми и огнеопасными веществами.

Перед началом составления смеси необходимо приготовить посуду с герметическими пробками, мерный сосуд, воронку и фильтр.

Горючее необходимо смешивать и заливать как можно аккуратнее, чтобы уменьшить его соприкосновение с воздухом. Основной компонент топлива — метиловый спирт поглощает влагу из атмосферы, что ухудшает его свойства.

Фильтрации топлива необходимо уделить особое внимание, так как некоторые его компоненты растворяются только в определенных пропорциях.

Для ответственных запусков модели исходное топливо (метиловый спирт + касторовое масло) необходимо приготовить за два-три дня до соревнований. Топливо приготавливают на  $\frac{1}{3}$  больше, чем его нужно для запусков.

Затем эту смесь в герметичной посуде тщательно перемешивают и дают ей отстояться. После двух-трех дней отстаивания осторожно сливают  $\frac{2}{3}$  части топлива, содержащие максимальное количество легких фракций спирта. За несколько часов до старта в топливо добавляют необходимые присадки.

Для двигателей с калильным зажиганием компоненты горючей смеси необходимо соединять в следующем порядке: касторовое масло соединяется с метиловым спиртом, затем после фильтрации и отстоя добавляют нитрометан и другие присадки.

## ТОПЛИВНЫЕ СМЕСИ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

(в %)

1. Масло касторовое	— 25
Метиловый спирт	— 75
2. Масло касторовое	— 25
Метиловый спирт	— 55
Нитрометан	— 20
3. Масло касторовое	— 17
Этиловый спирт 96 %-ный	— 65
Нитрометан	— 18
4. Масло касторовое	— 25
Этиловый спирт 96 %-ный	— 50
Нитрометан	— 25
5. Масло касторовое	— 24

Метиловый спирт	— 60
Нитрометан	— 15
Амилнитрит	— 1
6. Масло касторовое	— 30
Метиловый спирт	— 70
С добавлением ко всему составу 10% бензола или 15% нитробензола	
7. Масло касторовое	— 22
Метиловый спирт	— 35
Нитрометан	— 33
Амилацетат	— 2
Нитробензол	— 8
8. Масло касторовое	— 20
Метиловый спирт	— 25
Нитробензол	— 10
Нитрометан	— 40
Амилацетат	— 5
9. Масло касторовое	— 22
Метиловый спирт	— 54
Нитрометан	— 22
Амилнитрит	— 2
10. Масло касторовое	— 25
Метиловый спирт	— 75
С добавлением ко всему составу 10% бензола или 5% ацетона	
11. Масло касторовое	— 25
Метиловый спирт	— 45
Нитрометан	— 20
Нитробензол	— 10
12. Масло касторовое	— 25
Метиловый спирт	— 37,5
Нитрометан	— 37,5

Топливо № 1 используется для работы двигателя на стенде при обкатке, а также с целью промывки двигателя после применения ядовитых и корродирующих металлов горючих.

Топливо № 2, 3, 4 и 5 целесообразно применять для скоростных моделей. Запуск двигателей легкий, работа устойчивая, ровная, сгорание топлива полное. При нор-

мальных метеорологических условиях выхлоп сопровождается запахом горелого касторового масла без дыма. Обильное выбрасывание касторового масла из выхлопных окон означает обогащенную смесь. При обеднении появляется оранжевый цвет спирали калильной свечи, в этом случае двигатель сбавляет обороты, возможны случаи сгорания спирали. Все это означает высокую влажность воздуха или высокую степень сжатия. Такой двигатель целесообразно запустить на горючих № 6, 7 и 8.

Топливо № 9, 10, 11, 12 применяется для достижения высоких скоростей и получения максимальной мощности двигателя. Эти горючие обладают очень высокой скоростью горения. При этом значительно повышается температура двигателя и усложняется его запуск. На этих топливах двигатели достигают своих максимальных мощностей после определенного времени работы его, которое необходимо для хорошей приработки всех трущихся деталей.

## **АКВАТОРИЯ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ СКОРОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ И УСЛОВИЯ СОРЕВНОВАНИЯ**

Ходовые соревнования скоростных кордовых моделей проводятся на корде, раздельно для каждой группы моделей (по рабочему объему двигателя и движителю).

Общая длина ведущего троса от центра штанги корда по диаметральной плоскости модели должна быть равной 15,92 м. При этом длина одного круга будет равна 100 м. Следовательно, для прохождения дистанции 500 м модель должна сделать пять зачетных кругов.

Основной корд должен иметь длину 14,571 м. Его закрепляют на поводке, укрепленном на штанге корда. Длина поводка от центра штанги до места закрепления корды должна быть равной 0,150 м (рис. 22).

Скоростная модель любого класса должна иметь уздечку длиной 1,220 м от диаметральной плоскости модели до карабина, которым ее прикрепляют к основному корду.

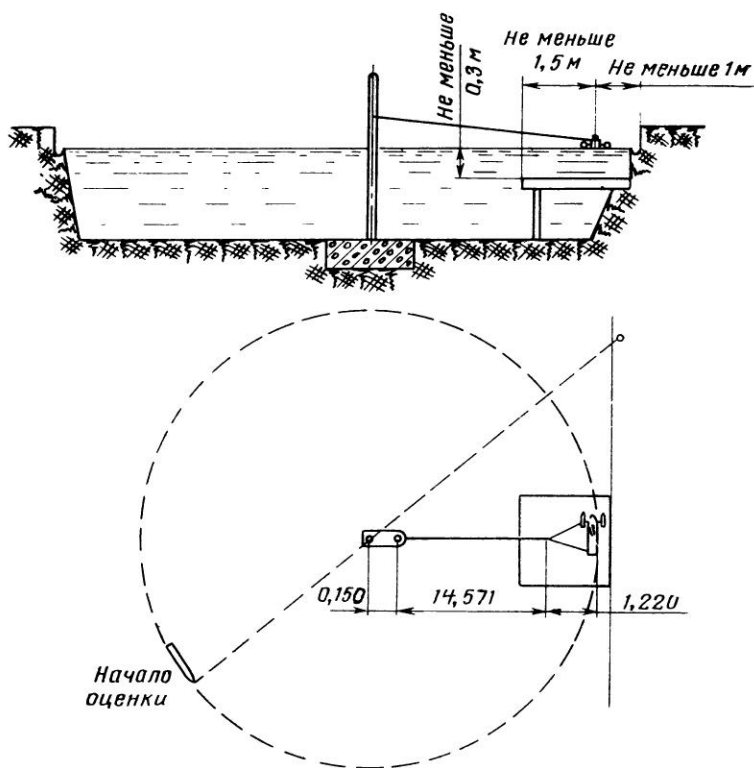


Рис. 22. Схема устройства акватории для скоростных кордовых моделей

Для каждого класса скоростных моделей должна применяться кордовая нить определенного сечения. Международными правилами организации «Навига» определены размеры сечений кордовой нити для моделей класса: А-1 и В-1 — 0,35 мм, А-2 — 0,6 мм, А-3 — 0,8 мм.

Простейшая конструкция штанги корды показана на рис. 22. Она состоит из двух металлических труб различного диаметра, вставленных одна в другую. Нижняя труба диаметром 50—60 мм является основанием конструкции и забивается в дно пруда; верхний конец этой трубки расчаливается с трех сторон стальными тросами диаметром 5—6 мм.

Верхняя трубка диаметром 40—45 мм вставляется в нижнюю и с помощью стопорного винта ее можно устанавливать на различной высоте; это дает возможность регулировать высоту подъема кордовой нити в дозволенном правилами соревнований диапазоне.

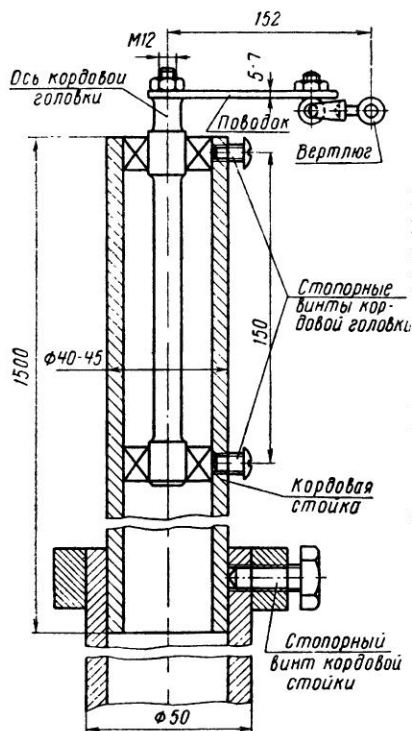


Рис. 23. Устройство штанги корды для скоростных моделей

Верхняя трубка является основанием подшипников головки корды. Головка корды собирается на оси, на которую напрессовывают два подшипника. В верхней части ось протачивают до диаметра 12 мм и нарезают резьбу. На проточенную часть оси надевают поводок и затягивают его гайкой. Поводок изготавливают из листового дюралюминия толщиной 5—7 мм и оснащают вертлюгом для закрепления корды.

Головку корды вставляют в верхнюю трубку и закрепляют двумя винтами в местах посадки подшипников.

По правилам соревнований спортсменам предоставляется право сделать три попытки с рабочим временем по 3 минуты каждая. В течение одной попытки спортсмен может сделать только один бросок. Если модель благополучно возьмет старт, спортсмен, используя рабочее время, ждет, пока модель достигнет максимальной скорости, и дает отмашку судьям для определения скорости прохождения моделью дистанции.

ТАБЛИЦА  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ МОДЕЛИ (км/час)  
НА ДИСТАНЦИИ 500 м НА КОРДЕ

Сек.	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	Сек
7	257,1	252,8	250,00	246,60	243,20	240,00	236,84	233,76	230,76	227,84	7
8	225,00	222,22	219,51	216,86	214,28	211,76	209,30	206,89	204,54	202,24	8
9	200,00	197,80	195,65	193,54	191,48	189,47	187,50	185,56	183,67	181,81	9
10	180,00	178,21	176,47	174,75	173,07	171,42	169,81	168,22	166,66	165,13	10
11	163,63	162,16	160,71	159,29	157,89	156,52	155,17	153,04	152,54	151,26	11
12	150,00	148,76	147,54	146,34	145,16	144,00	142,85	141,73	140,62	139,53	12
13	138,46	137,40	136,36	135,33	134,32	133,33	132,35	131,38	130,43	129,49	13
14	128,57	127,65	126,76	125,87	125,00	124,13	123,28	122,44	121,82	120,80	14
15	120,00	119,20	118,42	117,64	116,88	116,12	115,38	114,65	113,92	113,20	15
16	112,50	111,80	111,11	110,42	109,75	109,09	108,43	107,78	107,14	106,50	16
17	105,88	105,26	104,65	104,04	103,44	102,85	102,27	101,69	101,12	100,55	17
18	100,00	99,44	98,90	98,36	97,82	97,29	96,77	96,25	95,74	95,23	18
19	94,73	94,24	93,75	93,24	92,78	92,30	91,83	91,37	90,90	90,45	19
20	90,00	89,55	89,10	88,66	88,23	87,80	87,37	86,95	86,53	86,12	20
21	85,71	85,30	84,90	84,50	84,11	83,72	83,33	82,94	82,56	82,19	21
22	81,81	81,14	81,08	80,71	80,35	80,00	79,64	79,29	78,94	78,60	22

Cek.	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	Cek.
23	78,26	77,92	77,58	77,25	76,92	76,59	76,27	75,94	75,63	75,31	23
24	75,00	74,68	74,38	74,07	73,77	73,46	73,17	72,87	72,58	72,28	24
25	72,00	71,71	71,42	71,14	70,86	70,58	70,31	70,03	69,76	69,49	25
26	69,23	68,96	68,70	68,44	68,18	67,92	67,66	67,41	67,16	66,91	26
27	66,66	66,42	66,17	65,93	65,69	65,45	65,21	64,98	64,74	64,51	27
28	64,28	64,05	63,82	63,60	63,30	63,15	62,93	62,71	62,50	62,22	28
29	62,06	61,85	61,64	61,43	61,22	61,01	60,81	60,60	60,40	60,20	29
30	60,00	59,80	59,60	59,40	59,21	59,01	58,82	58,63	58,44	58,25	30
31	58,06	57,87	57,69	57,50	57,32	57,14	56,96	56,78	56,60	56,42	31
32	56,25	56,07	55,90	55,72	55,55	55,38	55,21	55,04	54,87	54,71	32
33	54,54	54,38	54,21	54,05	53,89	53,73	53,57	53,41	53,25	53,09	33
34	52,94	52,78	52,63	52,47	52,34	52,17	52,02	51,87	51,72	51,57	34
35	51,42	51,28	51,14	50,99	50,84	50,70	50,56	50,42	50,27	50,13	35
36	50,00	49,86	49,72	49,58	49,45	49,31	49,18	49,04	48,91	48,78	36



## ЛИТЕРАТУРА

1. Камышев Н., Качурин М. МОДЕЛИСТАМ О ДВИГАТЕЛЯХ МД-5 И МД-2,5. М., Изд-во ДОСААФ, 1964.

2. Васильченко М. ГОРЮЧИЕ И СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МИКРОЛИТРАЖНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. М., Изд-во ДОСААФ. 1964.

---

**Цена 12 коп.**