А. АБРАМОВ
И. ФРОЛОВ

САМОДЕЛЬНАЯ ПАРОВАЯ ТУРБИНА

ДЕТИЗДАТ ЦК ВЛКСМ 1936

А. АБРАМОВ и И. ФРОЛОВ

САМОДЕЛЬНАЯ ПАРОВАЯ ТУРБИНА

ЦК ВЛКСМ
ИЗДАТЕЛЬСТВО ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1936 ЛЕНИНГРАД

scan
AAW

ДЛЯ СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА

Научный ред. проф. *А. Зонненштраль.*
Ответств. редактор *И. Нюренберг.*
Техредактор *И. Семеновская.*
Корректор *С. Локшина.*
Сдано в производство 22 V 1936 г.
Подписано к печати 14/IX 1936 г.
Детиздат № 741. Индекс Д-7.
Формат 62 x 91¹/₁₆. 2 п. л. (1,45 авт. л.).
Уполномоченный Главлита Б-26203.
Тираж 50 000. Заказ 1991.

Фабрика детской книги изд-ва детской литературы ЦК ВЛКСМ. Москва, Сущевский вал, д. 49.

ВЫБОР ДВИГАТЕЛЯ

При постройке всякой действующей модели очень серьезный вопрос — выбор двигателя. Двигатель должен быть легким, мощным и действовать продолжительное время.

Есть легкие двигатели, работающие сжатым воздухом. Но их трудно изготовить, и неудобно иметь на модели большие баллоны. С маленькими баллонами двигатель работает недолго.

Резиномотор, который чаще всего ставится на различные модели, тоже работает очень недолго, и от него можно добиться работы модели только в течение— самое большее — одной минуты. Если устроить шестереночную передачу, можно увеличить время действия резиномотора, но при этом сильно уменьшается мощность.

Очень хороши для установки на модели электромоторы, но не всегда удается решить вопрос с источником тока. Гальванические элементы громоздки и не дают большой силы тока; аккумуляторы достать трудно, и они так тяжелы, что, установив их, трудно добиться от модели хороших результатов. Можно пользоваться городским током, но при этом модель «связывается» проводами.

Конечно, при постройке моделей, идущих по рельсам, например модели трамвая, аэропоезда или шаропоезда, самый лучший двигатель для них — электромотор.

Для приведения в движение таких моделей можно пользоваться городским током, можно подвести к электромотору ток большой мощности, и модель будет работать прекрасно.

Но, пользуясь городским током, нельзя осуществить постройку модели автомобиля или какого-нибудь судна. Тут уж поневоле приходится ставить двигатель с независимым питанием. Можно построить, например, поршневую паровую машину. Но по сравнению с электромотором поршневые паровые машины довольно трудно изготовить точно, не пользуясь токарным станком. Из-за неточного изготовления они расходуют так много пара, что приходится ставить большие котлы. Большой котел заставляет сильно увеличивать размеры модели, утяжеляет ее, и при этом выясняется, что мощность машины недостаточна.

Правда, для большой модели парохода вес котла не имеет особенного значения, но сухопутную модель с паровой машиной осуществить значительно труднее. А построить модель глиссера с поршневой паровой машиной невозможно: глиссер должен быть легким, а машина его — мощной; тут большой котел испортит все дело.

За последние пятьдесят лет в «настоящей» технике поршневые паровые машины все быстрее вытесняются. Другой паровой двигатель — турбина — прошел победный путь. Настоящие паровые турбины создали Карл-Густав-Патрик де-Лаваль в Швеции и Чарльз-Альджерно Парсонс в Англии. Турбины оказались много выгоднее поршневых машин. Сейчас во всем мире нет ни одной мощной электростанции, на которой генераторы электрического тока вращались бы поршневыми паровыми машинами.

Основная разница между турбиной и поршневой машиной в том, что поршневая дает, как говорят инженеры, прямолинейно-возвратное движение, которое нужно преобразовать в непрерывное вращательное, а турбина сразу обращает энергию пара

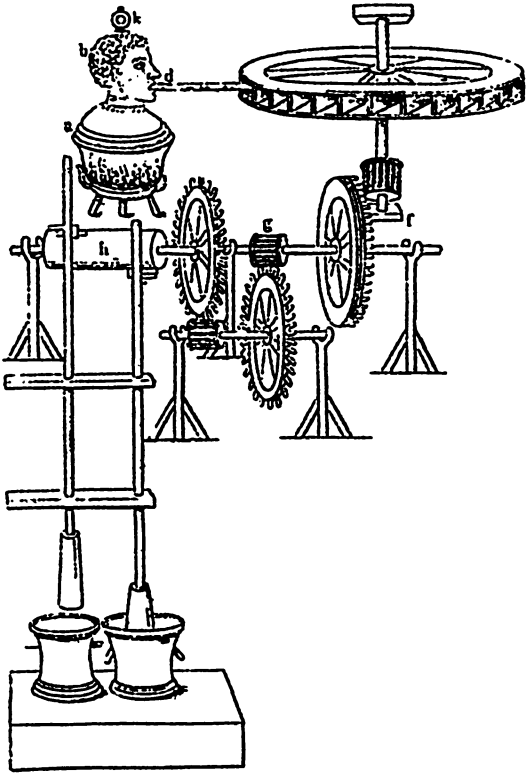

Рис. 1.

во вращательное движение без дополнительных передач.

Интересно, что первый двигатель, придуманный и осуществленный человеком, был ближе всего по конструкции именно к турбине. В самом деле, простейшая турбина — это колесо с лопатками, на которые «дует» пар, а самый старый двигатель — водяное колесо — тоже колесо с лопатками, приводимое в движение струей воды.

И паровая турбина была придумана раньше поршневой машины. Итальянский инженер Джованни Бранка в своей книге о машинах, вышедшей больше трехсот лет тому назад, в 1629 году, описывает ори-

гинальную толчею. Она должна приводиться в движение струей пара, ударяющей на лопатки колеса (рис. 1). Конечно, турбину Бранка осуществить нельзя было потому, что она расходовала бы слишком много пара, но идея Бранка оказалась воплощенной в современных паровых турбинах.

Современные паровые турбины строятся огромных мощностей. Ленинградский механический завод им. Сталина построил уже турбины мощностью свыше 65 000 лошадиных сил, а скоро специальный Харьковский турбогенераторный завод будет выпускать турбины мощностью почти в 300 000 лошадиных сил. Никакой другой двигатель не в состоянии развить такую огромную мощность в одной машине.

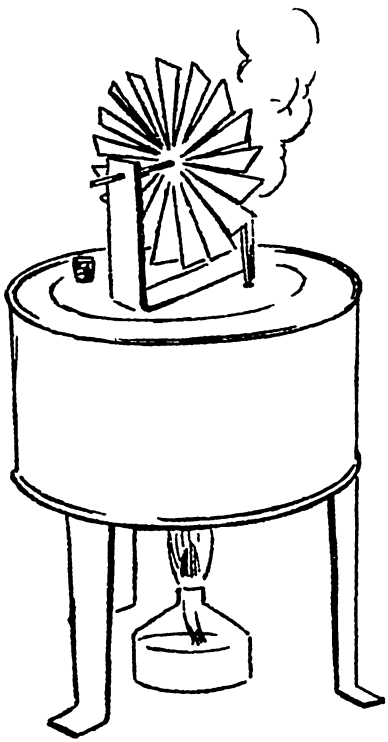

Рис. 2.

И для многих моделей лучше всего делать именно паровые турбины. Если посмотреть на чертежи простой одноколесной турбины, поршневой машины и электромотора, сразу видно, что турбина проще всех. Но не только у нас в Союзе, а и за границей модели с паровыми турбинами почти не строились. Почему? Потому что при кажущейся простоте, оказывается, очень трудно изготовить хорошее колесо турбины. Нельзя же считать турбиной детскую игрушку, показанную на рис. 2. Эта «турбина» только сама себя вертит, а привести в движение какую-нибудь модель ей не под силу.

Значит, трудность задачи в том, чтобы разработать

28 полосок 7×17 *мм*. Постарайтесь вырезать их как можно точнее.

Положите одну из полосок на обрезок фанеры и заколотите 9 гвоздиков без шляпок так, как показано на рис. 6 (слева). Эта фанерка—сборочный шаблон лопаток.

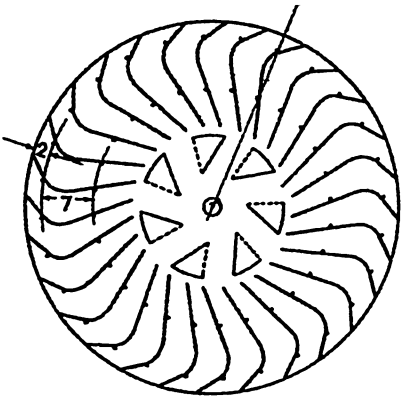

Рис. 5.

Все лопатки должны плотно входить между гвоздиками. Вдвиньте одну лопатку в шаблон и наложите на нее два обрезка медной звонковой проволоки без изоляции (рис. 6, внизу). Диаметр звонковой проволоки — 0,8 *мм*. Обе проволочки слегка припаяйте к лопатке и вытащите ее из шаблона. Таким же образом заготовьте все лопатки, и благодаря тому, что они все сделаны в одном и том же шаблоне, они получатся совершенно одинаковыми.

Из другого обрезка фанеры выпилите по рис. 6 (в середине и справа) второй шаблон. На этом шаблоне изогните все лопатки и беритесь за диски колеса.

Диаметр колеса турбины — 50 *мм*. Для него нужно вырезать два диска диаметром по 50 *мм* и очень точно пробить в них отверстия для сборки. Сначала вычертите диск в натуральную величину на бумаге, разделите окружность его на 28 частей и проведите 28 радиусов. Затем прочертите еще две окружности— первую радиусом 16 *мм* и вторую радиусом 23 *мм*.

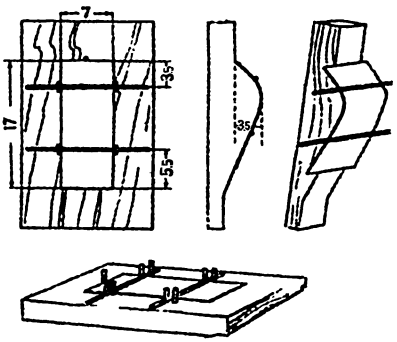

Рис. 6.

Точки пересечения этих окружностей с проведенными 28 радиусами дадут места проколов для проволочек лопаток.

Для выхода пара из колеса на обоих дисках нужно сделать вокруг оси отверстия. Но лучше не вырезать отверстия совсем, а только прорезать две стороны и отогнуть. Места и фигуры этих отверстий видны на рис. 5. Их тоже вычертите на бумаге.

Готовый чертеж наложите на листок жести или тонкой латуни и, придерживая рукой, чтобы он не сдвинулся, отметьте острым шилом центр, все отверстия для сборки лопаток и углы отверстий для выхода пара.

Центр и дырочки для проволочек аккуратно проткните шилом. Тонким, узким зубилом прорубите отверстия для выхода пара и отогните «дверцы» их. Места загибов показаны на рис. 5 пунктиром.

Два готовых диска наденьте на ось — толстую хорошо закаленную иглу — и вставьте все лопатки. Когда соберете, припаяйте диски к оси, затем откусите выступающие концы проволочек, оставив кончики длиной по 1,5—2 *мм;* кончики проволочек большего радиуса можете загнуть, чтобы прижать диски вплотную к лопаткам.

Готовое колесо турбины поместите в кожух. Размеры его показаны на рис. 7. Конструкция кожуха так проста, что ее можно не описывать.

Загнутые края кожуха придают ему жесткость. На фото турбины видно, что на концы кожуха напаяны треугольные «косынки». Это сделано тоже для увеличения жесткости.

Если ось будет вращаться в стенках кожуха турбины, отверстия очень быстро увеличатся, и колесо турбины станет болтаться. Нужно сделать специальные подшипники. Мы их сделали, как и на всех других своих моделях, проволочными. Наверните на ось голую звонковую медную проволоку по 5-6 витков с каждой стороны. Эти проволочные спиральки снимите с

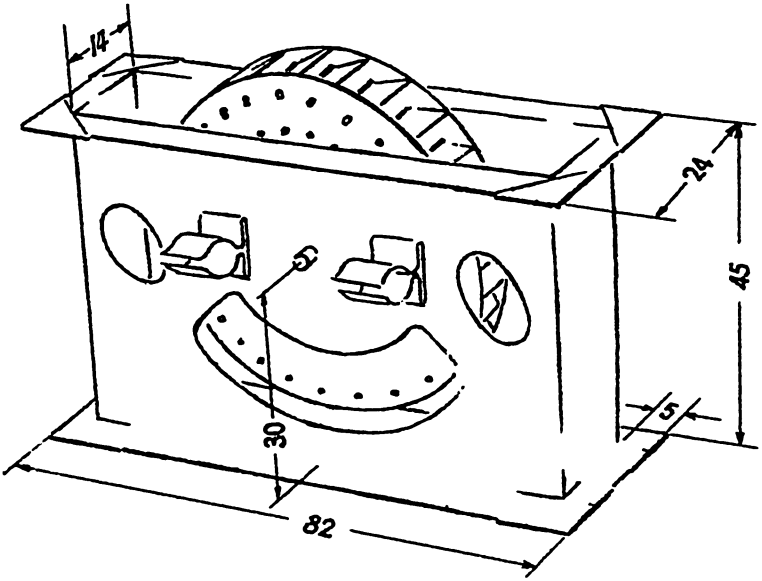

Рис. 7.

оси, оберните узенькими полосками жести и пропаяйте. Подшипники, получившиеся в жестяных трубочках, наденьте на ось и припаяйте к кожуху турбины. Оба подшипника видны на фото 3 и 4.

На рис. 7 и фото 8 турбина показана с вынутыми соплами. В нашей турбине сопла легко вынуть для прочистки и снова поставить на место. Это очень важно, так как диаметр отверстий сопел приходится подбирать опытным путем и вынимать сопла приходится много раз. На фото 8 видно, что осуществить это нетрудно. С одной стороны кожуха прорежьте овальные отверстия и припаяйте зажимы, захватывающие длинную основную трубку. С другой стороны кожуха просверлите два отверстия точно по диаметру тонких трубок с соплами. При такой конструкции сопла устанавливаются всегда в одни и те же места, и вынимать их безопасно.

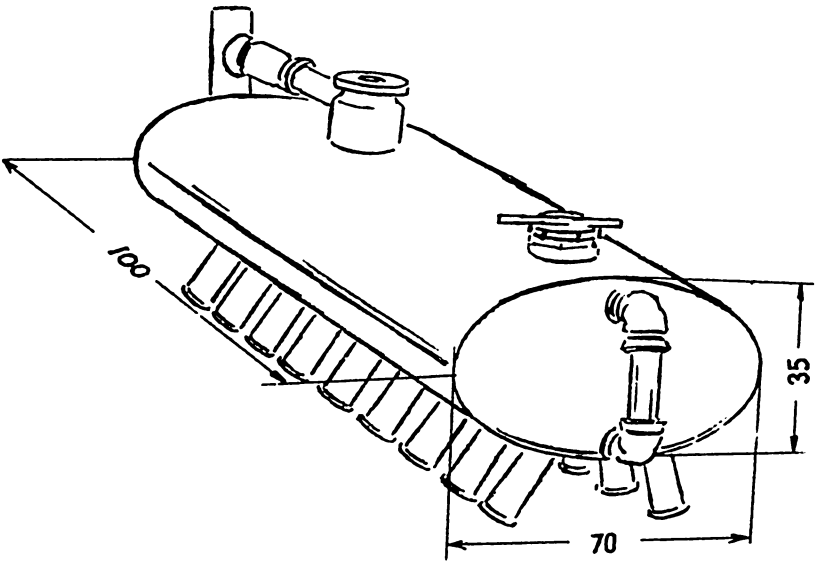

Рис. 12.

нок котла. Лучше всего заложить их, а затем в месте соединения с котлом проложить вокруг медную проволоку и хорошенько пропаять. Прокладка проволоки основательно укрепляет котел.

Сухопарник — простой обрезок патрона охотничьего ружья. Водоналивное отверстие — гайка и штепсельное гнездо. Водомерное стекло—стеклянная трубка посредине с двумя соединительными резиновыми трубками по концам.

Патрончики лучше впаяйте изнутри до свертывания котла, иначе потом трудно пробираться между ними паяльником, да и чище получается, если впаивать их изнутри. Сухопарник можете спаять из жести или подобрать обыкновенный наперсток подходящих размеров.

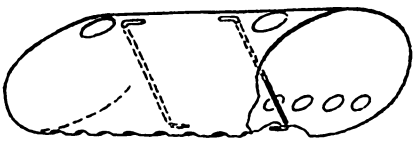

Рис. 13.

Из старого штепселя вывинтите гнездо с гайкой. Гайку припаяйте к котлу. В прорезь гнезда заложите

Когда котел и спиртовка готовы, изогните из жести П-образную часть подставки котла, хорошо видную на фото 17. В середине отверстия подставки вставляются трубки спиртовки, а боковые отверстия сделаны для подвода воздуха к фитилям спиртовки снизу. Высоту этой части рассчитайте по спиртовке так, чтобы концы трубок фитилей получились на расстоянии примерно 30 *мм* от дна котла.

РЕГУЛИРОВКА ТУРБИНЫ

Теперь можете испытать работу турбины. Налейте в котел на ⅔ воды. В спиртовку налейте спирт. Когда фитили хорошо пропитаются спиртом, можете зажигать. Вода в котле закипает быстро — в 2-3 минуты. Пока закипает вода, соедините трубку сухопарника с впускной трубкой турбины. Проще всего соединить котел с турбиной резиновой трубкой. Давление пара в котле не очень велико, и трубка не раздувается. Потом, когда окончательно установите турбину на какую-нибудь модель, сможете заменить резиновую трубку самодельной, спаянной из латуни или жести.

Как только закипит вода, пар станет вырываться из сопел и завертит турбину; на холостом ходу она вращается с огромной скоростью — в несколько тысяч оборотов в минуту.

Но как узнать, можно ли увеличить отверстия сопел, или они как раз хороши для этого котла? Узнать это нетрудно. Дайте турбине поработать 1,5—2 минуты, а затем, не гася огня под котлом, снимите резиновую трубку, подводящую пар к турбине. Если при этом пар вырвется из трубки с большой силой, значит давление в котле достаточно велико для того, чтобы пара хватило на отверстия большего диаметра. Тогда вытащите сопла из турбины, осторожно расширьте отверстия иглой, снова вставьте обратно и опять испытайте турбину. Если турбина стала работать лучше, снова попробуйте через 1,5—2 минуты снять

трубку, подводящую пар, и, судя по тому, с какой силой вырвался теперь пар из трубки, решите, можно ли еще увеличивать отверстия сопел. Такое испытание нужно проделать несколько раз.

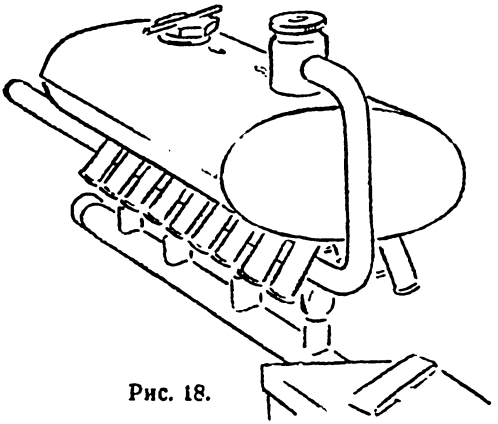

Рис. 18.

Только имейте в виду, что нельзя увеличивать отверстия сопел до тех пор, пока из снятой с турбины трубки пар не станет итти с небольшой силой. Какое-то давление должно быть в котле, иначе получится не усиление работы турбины, а наоборот, она станет работать слабее.

Если все-таки после одного из расширений сопел турбина станет хуже работать, не огорчайтесь, — это легко исправить. Осторожно запаяйте отверстия и снова проткните их иглой. При этом постарайтесь сделать отверстия такими, чтобы они были чуть меньше, чем в последний раз. Турбина, построенная нами, лучше всего работает при диаметре отверстий сопел в 0,8 *мм*. Мы узнали диаметр отверстий, вставив в них проволоку 0,8 *мм*. Она плотно вошла в отверстия. Так же можете сделать и вы.

Немного переделав этот котел, можно значительно увеличить давление пара, который он дает. Можно, как и в настоящих котлах, применить так называемый «перегрев пара». Для этого нужна медная цельнотянутая трубка внутренним диаметром в 4-5 *мм* и длиной около 200 *мм*. Впаяйте ее в сухопарник, потом изогните и проведите под дном котла, как показано на рис. 18. Пар в этой трубке будет нагреваться огнями спиртовки, температура его сильно повысится — и давление возрастет. Если сделаете котел с перегревом пара, отверстия сопел можете увеличить до 1 *мм*.

ТУРБИННОЕ СУДНО

Всего сорок лет назад, в 1896 году, было произведено официальное испытание первого в мире судна с паровой турбиной. Это была «Турбиния», построенная одним из изобретателей паровой турбины — Чарльзом Парсонсом. «Турбиния» развила неслыханную для судов того времени скорость — около 60 *км* в час. С тех пор не только на всех новых больших судах стали устанавливать паровые турбины, но даже заменили турбинами поршневые машины многих старых судов.

Но в то время как автомобили, паровозы, самолеты легко развивали скорость свыше 100 *км* в час, суда стояли на последнем месте и не добирались до 100-километровой скорости. При этом даже для хода судов со скоростью в 60 *км* в час приходилось устанавливать на них турбины чудовищных мощностей. Только лет двадцать тому назад французский инженер Реми предложил новый тип судна.

Дело в том, что вода во много раз плотнее воздуха. Поэтому «расталкивать» воду во много раз труднее, чем воздух. А так как большая часть судна помещается в воде, большая часть мощности турбины тратится на преодоление сопротивления воды.

Реми предложил другой выход: не расталкивать воду, а итти по самой поверхности воды, скользить по ней. Для этого Реми построил совсем плоскодонное судно и даже винт его установил не в воде, а над судном, в воздухе. Авиационный мотор вращал пропеллер. Но не в одном плоском дне был секрет Реми. Главное, примерно на середине дна был уступ, так называемый «редан». Дно судна было ступенчатым. Ступенька — редан — оказала существенную помощь. Когда судно разгонялось, его нос поднимался, вода нажимала на плоское дно, выпирала его на поверхность, и почти все судно выходило из воды. Только кончик редана да конец кормы были в воде, а почти все судно — в воздухе. Судно действительно скользило по воде.

По-французски «глиссэ» значит «скользить». Поэтому Реми назвал свое скользящее по воде судно «глиссер» — скользитель.

Многие думают, что глиссер — это судно с воздушным винтом. Это неверно. Все дело только в конструкции днища: если есть редан на днище, значит глиссер. А глиссеры бывают мелководные — с воздушными винтами — и морские — с водяными. Так как глиссер скользит по самой поверхности воды, он может итти по самым мелким речкам. Тут, конечно, нельзя ставить водяной винт: он запутается в тине, в водорослях, будет цеплять за дно, — приходится ставить воздушный винт. А в глиссерах, рассчитанных на работу в море, лучше ставить водяные винты, потому что водяные винты работают лучше воздушных.

Для нашего Союза глиссеры — очень важные суда. У нас много мелких речек, по которым мы организуем быстрое сообщение с помощью глиссеров. Глиссеры могут развозить почту, пассажиров; специально оборудованные глиссеры с насосами могут приезжать тушить пожары; на быстрых глиссерах удобно охранять наши границы.

Обычно на глиссерах ставят авиационные или автомобильные моторы, или просто так называемые «подвесные». Подвесные моторы с водяными винтами устанавливают на небольшие глиссеры вместо руля.

Мы попробовали установить нашу маленькую паровую турбину на небольшой корпус глиссера. Получилась очень хорошая модель паротурбинного глиссера. Для изготовления корпуса нужен только картон, немного фанеры и масляная краска.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОРПУСА

Внешний вид нашего глиссера показан на фото 19. Там видно, что верх глиссера сделан современной, хорошо обтекаемой формы. Только сильный нагрев спиртовкой внутри и выход отработавшего в турбине

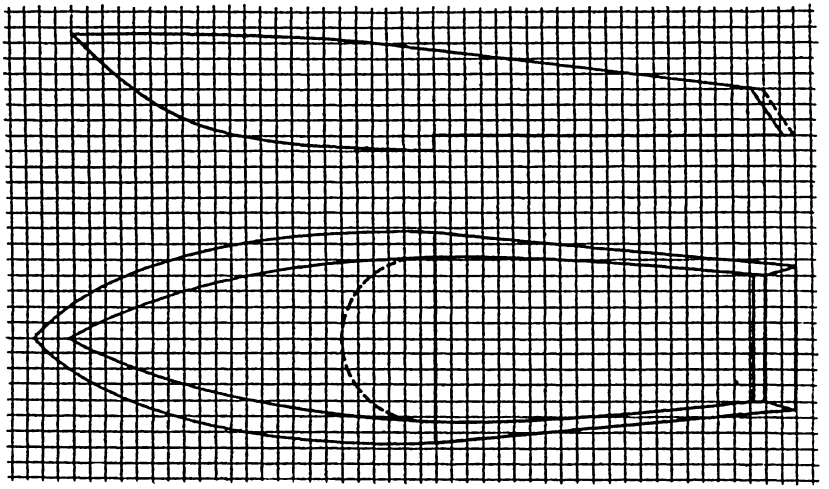

Рис. 21.

ги клетками со сторонами в 1 *см* и на эту сетку аккуратно срисовать рис. 21, следя за тем, чтобы все линии шли точно так же, как на нашем рисунке. Можно не делать сетку специально, а взять продающуюся бумагу в клетку и срисовать на нее; на продающейся бумаге сторона клетки равна 5 *мм*, — значит, нужно считать 4 клетки бумаги за одну.

Когда сделаете чертеж в натуральную величину, с него через копировальную бумагу переведите на фанеру рисунок центрального лонжерона и обводы палубы. (Помните, что обводы палубы — это внутренняя линия рис. 21, внизу.) Эти две части нужны только как шаблоны для правильного изготовления корпуса; их можно сделать из какой угодно фанеры, лучше потолще. Так же переведите на хорошую 3-миллиметровую фанеру прямую часть днища глиссера от редана до кормы — от поперечной линии нижнего чертежа по наружным обводам до кормы. На хороший картон переведите днище глиссера от той же поперечной линии по наружным обводам до носа. Когда переведете эту часть, удлините ее справа на 10 *мм*. Дальше узнаете, зачем это.

Все части вырежьте и соберите так. На центральный

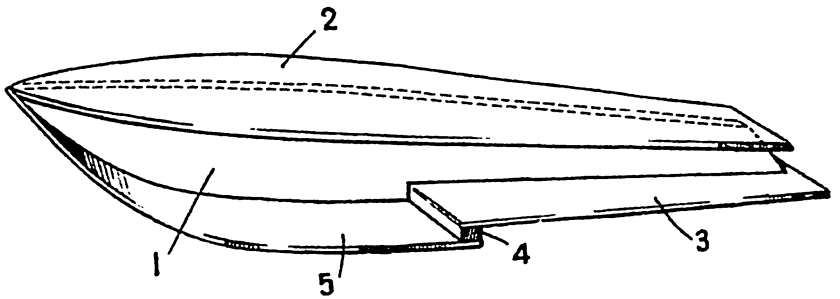

Рис. 22. *1* — центральный лонжерон, *2* — шаблон палубы, *3* — прямая часть днища, *4* – брусочек у редана, *5* — картонная часть днища.

лонжерон прибейте сверху фанерный шаблон обводов палубы (рис. 22). Снизу, на свое место, прибейте двумя гвоздиками фанерное днище от редана до кормы. Затем к этому днищу приклейте столярным или, лучше, каким-нибудь водостойким клеем маленькую деревянную планочку так, чтобы она получилась вровень с реданом лонжерона и по ширине была бы точно равна ширине днища в этом месте. К этой планочке приклейте конец заготовленной картонной части днища, изогните ее точно по центральному лонжерону и закрепите на нем 2-3 гвоздиками. Вот теперь понятно, зачем надо было вырезать переднюю часть днища: она должна накрыть планочку — редан. Теперь между днищем и шаблоном палубы образовалось место для бортов и кормы.

Для кормы выпилите дощечку толщиной в 10 *мм*, приклейте и прибейте ее к днищу. Место этой дощечки показано пунктиром на чертеже лонжерона (рис. 21), видно на чертеже обводов днища и палубы (тот же рисунок, внизу) и на рис. 22. Борты вырежьте из картона. Несколькими гвоздиками прикрепите их к шаблону палубы, а в местах соединения бортов с днищем наклейте полоски материи или бумаги. Эти полоски видны на наших фото. Ходовая часть корпуса готова. Окрасьте ее снаружи голубой масляной краской, но шаблонов не вынимайте до тех пор, пока краска не высохнет, иначе корпус сильно покоробится.

стия, оставшиеся в корпусе от гвоздей, залейте масляной краской и выкрасьте корпус изнутри. После первой покраски лучше снова заложить шаблоны в корпус, а когда краска высохнет, вынуть их и окрасить вторично. Шаблоны больше не нужны.

Верхние части корпуса тоже склеиваются из картона; их общий вид показан отдельно на фото 23. На рис. 24, сверху, дан чертеж половины боковой стенки кабины, в середине — крыша, внизу — носовая часть палубы. Эти чертежи также срисуйте на клетчатую бумагу со стороной клетки в 1 *см*. Пунктир, идущий полукругом на чертеже обводов палубы (рис. 21, внизу), показывает, до каких пор доходит кабина.

На отдельном фото верхних частей корпуса видно, что к носовой части палубы приклеены прямоугольники, а к кабине — картонные полоски по всей длине. На двух фото модели со снятым верхом видны картонные полоски, приклеенные изнутри корпуса. К корпусу приклеены только нижние части этих полосок, вверху они чуть отогнуты, и в щели между ними и корпусом вставляются выступающие части палубы и кабины. При этом способе соединения очень легко снимать с корпуса верх и снова ставить его на место.

УСТАНОВКА КОТЛА И ТУРБИНЫ

Готовый глиссер с установленным котлом и турбиной показан на фото 25. По этому фото легко разобраться во всех деталях установки. Но, для большей ясности, посмотрите еще на фото 26, где модель показана без котла, с одной турбиной. Видите, вдоль днища идет полоска жести с загнутыми вверх краями. Дело в том, что для выхода глиссера на редан центр тяжести его должен находиться на расстоянии ¾ расстояния от конца кормы до редана (рис. 27). Чтобы легко было установить самую тяжелую часть — котел с водой — в нужном месте, надо иметь возмож-

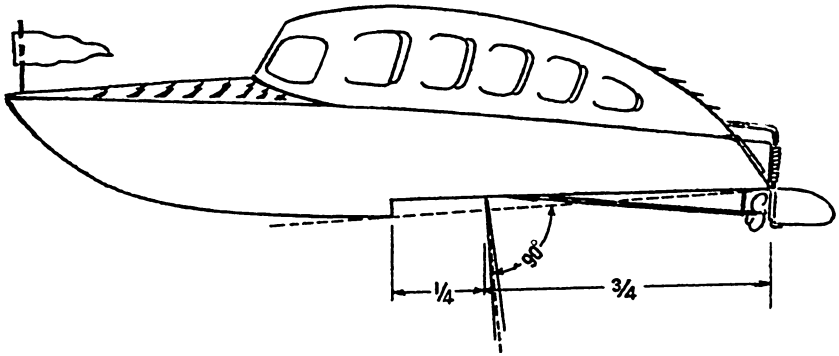

Рис. 27.

товке, перед самым испытанием. На фото 26 видно, что турбина, как и котел, укрепляется на полоске жести. Ее вал должен быть наклонен.

ГРЕБНОЙ ВИНТ

Форма и размер винта показаны на рис. 28. Изгиб лопастей, или «шаг», винта нужно подобрать при испытании глиссера. Заранее это нельзя установить, так как шаг зависит от мощности турбины. Если турбина сделана тщательно и хорошо подобраны диаметры отверстий сопел, шаг винта может быть большим. Если турбина не дает большой мощности, шаг приходится брать поменьше.

Для вала проще всего взять велосипедную спицу. Ниппель спицы разрежьте пополам, одну половину навинтите наглухо до конца нарезки, затем наденьте винт и заверните его второй половиной ниппеля. Такая установка даст возможность легко менять винт да и облегчит в дальнейшем сборку всего глиссера.

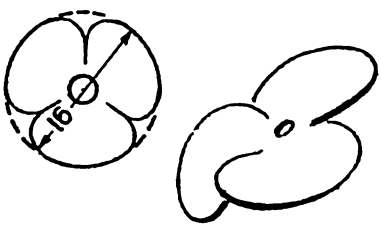

Рис. 28.

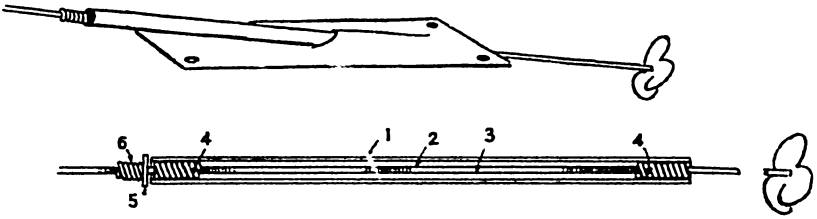

Рис. 29. *1* — дейдвудная труба, *2* — масло, *3* — вал винта, *4* — подшипники, *5* — упорная шайба, *6* — упор.

Сквозь корпус глиссера пропустите трубку, в которой будет вращаться вал винта. Это — дейдвудная труба (рис. 29). Дейдвудную трубу сверните из жести, внутрь ее с обоих концов вложите и впаяйте спиральные проволочные подшипники, свернутые на спице. Вал винта установите так, чтобы он образовал с днищем угол в 6° (рис. 30). Из жести вырежьте полоску 35 × 100 *мм*. В центре ее сделайте отверстие по наружному диаметру дейдвудной трубы. Прогните полоску у отверстия, как показано на рис. 29 и фото 31, где глиссер показан снизу. Дейдвудную трубу припаяйте к этой полоске, а полоску прибейте к днищу глиссера.

Чтобы конец вала с винтом не болтался, установите еще на корме жестяную пластинку с проволочной стойкой и спиральным подшипником — кронштейн. Конструкция кронштейна вполне понятна по отдельному фото 32, где конец кормы показан снизу. После окончательной установки винта на вал изнутри корпуса у конца дейдвудной трубы наденьте маленькую

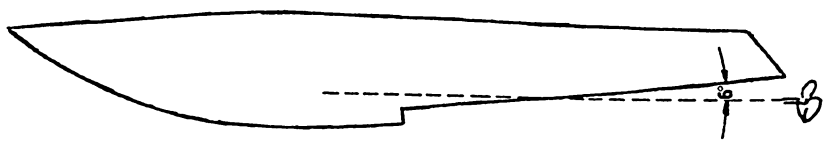

Рис. 30.

структора». Такое соединение необходимо: оно дает возможность не так тщательно устанавливать турбину. Все равно, если даже оси винта и турбины не будут продолжать одна другую, пружинка прекрасно передаст вращение валу винта.

При изготовлении дейдвудной трубы нужно иметь в виду вот что. Так как внутренний конец дейдвудной трубы получится ниже уровня осадки глиссера в воде—ниже ватерлинии,—ничто не помешает воде пройти сквозь щели подшипника внутрь дейдвудной трубы, а затем и внутрь глиссера. Чтобы этого не произошло, перед впайкой второго подшипника в дейдвудную трубу наполните ее густым маслом или вазелином. Хорошо еще, рассчитав, в какую сторону будет вращаться винт, так навернуть спирали подшипников, чтобы вал винта «выгонял» воду, вращаясь в подшипниках, будто винт в гайке.

УСТАНОВКА РУЛЯ

Теперь осталось последнее дело — изготовить и установить руль. Размеры его показаны на рис. 33. Там же и на фото 32 и 34 видна конструкция установки. Важно, чтобы руль устанавливался в любом положении. Поэтому ручка его идет по «гребенке» — толстой проволоке с неглубокими пропилами. К V-образной полоске жести припаяйте спиральный подшипник, а, чтобы руль не поднимался и не опускался, с обеих сторон подшипника к оси припаяйте упоры — несколько витков проволоки. Высота руля рас-

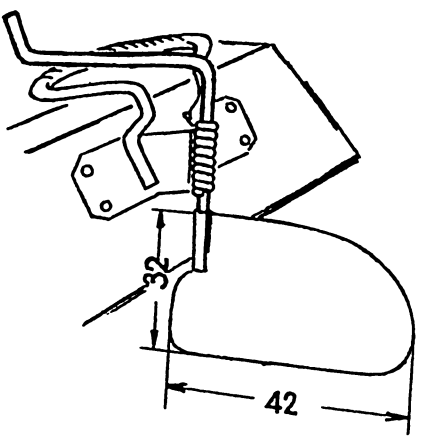

Рис. 33.

ЗА СТРАНИЦАМИ УЧЕБНИКА

SHEBA.SPB.RU/ZA

Хочу всё знать (теория)

Юный техник (практика)

Домоводство (условия)