

# АЗБУКА

СУДО-  
МОДЕ-  
ЛИЗМА



А.Н. ДРЕГАЛИН

# АЗБУКА

---

## СУДОМОДЕЛИЗМА

И  
Д  
Х  
А  
У  
У  
У  
С  
С  
Т  
Н  
Т  
В  
У  
В  
И

  
**act**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО ПОЛИГОН  
МОСКВА САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2004



УДК 629.5.001.572  
ББК 39.42в6  
Д73

*Оформление А.А. Кудрявцева*

Подписано в печать с готовых диапозитивов 24.05.04.  
Формат 84×108<sup>1</sup>/32. Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 10,08. Тираж 3000 экз. Заказ 1416.

*Охраняется Законом РФ об авторском праве.  
Воспроизведение всей книги или любой ее части  
запрещается без письменного разрешения издателя.  
Любые попытки нарушения закона будут преследоваться  
в судебном порядке.*

**Дрегалин А.Н.**

Д73 Азбука судомоделизма / А.Н. Дрегалин. — М.: ООО «Издательство АСТ»; СПб.: ООО «Издательство Полигон», 2004. — 191, [1] с.: ил.

ISBN 5-17-025508-X (ООО «Издательство АСТ»)  
ISBN 5-89173-185-1 (ООО «Издательство «Полигон»)

Книга является учебным пособием для начинающих моделлистов. Она позволит тем, кто еще не имеет собственного опыта в судомоделировании, избежать многих ошибок и добиться наилучших результатов.

УДК 629.5.001.572  
ББК 39.42в6

© А.Н. Дрегалин, 2002

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Написать эту книгу автора заставило впечатление от двух выставок моделей судов, прошедших в Москве почти одновременно. На одной из них были представлены работы опытных судомоделистов, на другой — их юных коллег. Модели школьников были выполнены с большим старанием и любовью, но — увы, по уровню мастерства они конечно несопоставимы. Автор хорошо знаком с литературой по судомоделизму, экспериментировал при работе над моделями с различными материалами и технологиями и знает, что только многолетний опыт позволит начинающим моделистам выйти на уровень мастеров. А сами мастера, приобретя этот опыт, к сожалению, весьма неохотно делятся им с молодежью. Следует признать, что и в судомодельной литературе не встречается подробного описания технологии постройки модели, выполненной каким-либо российским мастером мирового класса. Технология изготовления классной модели остается пока для всех неким корпоративным секретом.

В данной книге, написанной как учебное пособие, автор попытался приоткрыть завесу этой тайны. Хорошо ли это получилось — судить читателям. При работе были использованы материалы из книги Дитера Йоханссона «Технология судомоделизма» (см. литературу в конце каждой главы) и из журналов «Моделист-конструктор», «Локотранс», «ЮТ для умелых рук», «Modellbau heute» (Германия), «Modelarz» (Польша). В III части книги описаны в основном авторские технологии.

Автор выражает глубокую благодарность Е. Л. Каллистовой за помощь, оказанную при подготовке рукописи.

### От корабля к модели

Равнодушный человек сделать модель корабля не сможет, да и не захочет. Моделист — это прежде всего романтик, человек, влюбленный в море, чувствующий красоту корабля, ведь модель не имеет утилитарного назначения. Это своего рода произведение искусства сродни живописи, скульптуре. Прототип этой модели когда-то бороздил океан, может быть, он и сейчас находится где-то в море: это либо военный корабль, либо танкер, сухогруз, рыболовный траулер, морской паром, лоцманский катер и т. п. Это творение рук человеческих, и по-своему очень красивое. Вот эту-то красоту и должен воссоздать судомоделист. Но в то же время создание модели очень сложный технологический процесс, требующий большого терпения, аккуратности и точности.

Вот перед моделистом лежит чертеж корабля, фотографии, вырезки из журналов и другие материалы, собранные для того, чтобы сделать понравившуюся ему модель. Путь от чертежа к готовой и удавшейся модели всегда тернист. Особенно для новичков, собравшихся построить свою первую модель. Многим из них помогает опыт, приобретенный в соответствующей профессии. Но юноши и школьники еще не имеют собственного опыта, хотя некоторые и умеют работать с различным инструментом. Эта книга даст возможность работать над моделью, избегая многих ошибок, и, благодаря использованию опыта других моделистов, несмотря на нехватку собственного, добиваться

лучших результатов от модели к модели. В нашей стране еще не выпускалось подобного учебного пособия для моделистов, — все они работают методом проб и ошибок, основываясь на накопленном личном опыте. Но им очень не хватает информации. А сравнивать результаты своей работы моделисты могут только на соревнованиях. Ошибки, которые их более опытные коллеги-судомоделисты уже давно не делают, начинающие допускают довольно часто. В основном это работа с непригодными материалами и применение рабочих технологий, ведущих к неудачам и разочарованиям.

Для моделей, участвующих в соревнованиях, стендовая оценка обязательна. В правилах проведения соревнований, разработанных европейской организацией судомоделистов NAVIGA, метод стендовой оценки определен однозначно. Пятеро судей оценивают следующие параметры модели: масштабность, общее впечатление, степень сложности и объем работы, количество отдельных деталей и качество окраски. Стараясь быть насколько это возможно объективными, они ориентируются при этом на самые высшие достижения мирового судомоделизма.

Итак, моделист принял решение, что он будет делать, а как сделать модель, чтобы получить на «стенде» высокую оценку, подскажет эта книга. Но, говоря словами Козьмы Пруткова, «нельзя объять необъятное». Даже в очень толстой книге невозможно представить все правила изготовления моделей. Здесь обсуждаются только главные проблемы, вызывающие наибольшие трудности у начинающих моделистов. Да и жизнь приносит все новые достижения и технологии, применяемые и в судомоделизме. Очень советуем начинающим судомоделистам побольше экспериментировать с разными материалами, читать соответствующую литературу по технологии и думать, и тогда конечным результатом будет отлично сделанная модель корабля. Самый главный секрет успеха судомоделиста при постройке высококлассной модели — его терпеливый, целеустремленный поиск лучших методов ее изготовления и применяемых материалов.

### Требования качества в судомоделизме

Прежде чем говорить о технологии постройки модели, изготовления деталей и применяемых материалах, нужно все-таки уяснить, что входит в понятие качества изготавливаемой модели. В масштабной модели плохое качество означает, что дефект, видимый на модели, увеличивается во сто крат по сравнению с настоящим кораблем. Например, при отбивке ватерлинии на модели отклонение от прямой очень заметно, и это сразу снижает общее впечатление от нее, а на настоящем корабле это не так важно, поскольку он по ватерлинию погружен в воду. И чем меньше масштаб модели, тем более тщательно она должна быть сделана. Особенно высокое качество требуется при изготовлении стендовой модели — ею будут любоваться с близкого расстояния. Самое большое влияние на качество оказывает окраска. Любой дефект покраски (потеки, отслаивание краски и т. п.) сразу портит модель. Не надо забывать, что строится модель корабля, которая должна максимально отвечать прототипу — настоящему кораблю. Поэтому ее стендовая оценка очень важна. Прекрасно выполненная модель приносит удовлетворение и самому моделисту.

Что же будет влиять на качество? В первую очередь — опыт моделиста. Для того чтобы изготовить модель корабля, моделист должен знать, как работать с деревом, металлом, пластмассой, уметь работать на станках, обладать навыками работы с клеями и красками, хорошо паять и т. д. и т. п., то есть быть специалистом во многих областях.

Важнейшее значение для получения отличного качества имеют применяемые материалы, приемы работы и технологии. Например, большую сложность для начинающего моделиста имеет сверление отверстий диаметром менее 0,5 мм в лсерных стойках. Да и опытному моделисту нужно проявлять при этом большое терпение. Но применение новой технологии — электроискровой обработки металлов — значительно облегчает эту работу. Кроме того, она позволяет делать в металле отверстия любой формы поперечного сечения. Настоящий станок моделисту приобрести трудно, такие станки встречаются даже не во всех кружках. Но если

ознакомиться с книгой В. Г. Бастанова «300 практических советов», то вполне возможно сделать небольшой станок для электроискровой обработки металлов самому.

Применение стеклоткани для изготовления корпуса значительно повысило его качество по сравнению с деревянным. При изготовлении такелажа на маленьких моделях использование ниток из синтетических материалов — капрона, лавсана и т. п. более предпочтительно. В отличие от льняных и шелковых ниток эти материалы достаточно прочны и поэтому дают возможность использования более тонких ниток, что улучшает масштабность модели.

Как же все-таки моделисту самому оценить качество модели? В периодических изданиях по судомоделизму часто печатаются репортажи с выставок и соревнований судомоделистов с подробными фотографиями моделей-победителей, которые и будут эталоном, помогающим оценить качество собственной модели.

В заключение этой главы позвольте дать несколько практических советов:

- Прямые, острые кромки, прямые углы, ровные поверхности, круглые отверстия и точеные детали на модели надо выполнять особенно точно и тщательно. Все это является основой хорошего качества модели.

- Сложные детали для модели необходимо изготавливать не в единственном экземпляре: вторые — всегда лучше первых, третьи — лучше, чем вторые.

- Если от маленькой детали не требуется большая прочность, то лучше сохранить масштабность детали, чем увеличивать ее прочность (соответственно и размеры).

- Всегда нужно учитывать, что небольшие дефекты при изготовлении детали можно исправить шпаклевкой перед окраской. Детали на модель лучше всего ставить уже окрашенные.

И еще одно маленькое, но важное замечание: побольше самокритики в своей работе. Лучше сделать новую деталь вместо испорченной, чем ставить на модель плохую. В данном случае можно испортить модель целиком.

## ОБЗОР ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

### Глава 1

#### ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ

**П**одготовительные операции начинающие моделисты обычно пропускают, а зря: в дальнейшем это сэкономит много сил и времени. Начинают работу с того, что разбивают чертеж модели на сборочные единицы, сборочные узлы и детали. Затем для каждой детали выбирается способ изготовления, соответствующий возможностям моделиста, наличию материалов, оборудования и инструментов. С такой же операцией начинается работа над новым изделием и на любом промышленном предприятии. Но моделист, в отличие от промышленного рабочего, может менять технологию изготовления деталей непосредственно в процессе работы над моделью. Существует множество вариантов изготовления, у моделиста появляется опыт, им приобретаются новые инструменты и т. п.

#### Оценка различных вариантов изготовления деталей

Для некоторых деталей на эскизах нужно построить несколько вариантов их изготовления. При этом сталкиваются с первыми проблемами. Например, готовая деталь может плохо монтироваться на свое место, сборочный узел может не входить в отверстие и т. п. При проработке вариантов изготовления детали моделист одновременно выбирает и материал, из которого он будет делать эту деталь.

#### Планирование времени и выбор материала

Прежде чем начинать работу инструментом и раскраивать материал, необходимо подумать, как по возможности экономнее обойтись с материалом и со временем. Для этого проводится предварительное планирование. Когда моделист продумал технологию изготовления деталей и узлов, он может уже представить себе, сколько времени займет изготовление всей модели. При этом можно обнаружить детали, изготовление которых очень схоже. Тогда эти детали изготавливаются все вместе, серией, что очень экономит время.

#### Серийное и групповое изготовление деталей

Что такое серийное изготовление деталей, понятно без пояснений. На модели могут встретиться десятки одинаковых деталей, например, плафоны внешнего освещения, лафеты пушек и пушки старинных парусников и т. п. Но предположим, что моделисту нужно изготовить для модели 4 различных лебедки. По внешнему виду они могут значительно различаться, но у них может быть одинаковый фундамент, блоки подшипников, валы, зубчатые шестерни, шкивы, головки шпилей, тормоза и моторы. Даже когда эти детали различаются размерами, они изготавливаются одинаково. Безусловно, и качество будет выше, если вы изготовите один за другим 6 фундаментов, 10 головок шпилей, 6 моторов и т. д. Эти детали в технологии называются группой.

Как уже указывалось ранее, при изготовлении серии и группы первую и вторую деталь отбраковывают, так как они не совсем безупречны. Далее изготавливается вся серия или группа. Таким образом можно сделать все лебедки, все вентиляторные головки, все орудия и т. д. Следовательно, на первый взгляд сухое и «теоретическое» планирование оборачивается значительной экономией времени и улучшением качества модели.



### Преимущества изготовления сборочных узлов

Работа со сборочными узлами облегчает изготовление модели, экономит время и позволяет добиться качественной окраски. Так, сборочный узел может целиком подвергаться механической обработке, шлифовке и покраске аэрографом. Следующий шаг в создании модели — монтаж сборочных узлов. Но сборка — это еще не все. Каждый моделист знает, что на модели в процессе изготовления или эксплуатации может что-нибудь сломаться. Поломка может быть и незначительной, однако демонтаж сломанной детали, ее ремонт и повторная покраска могут вызвать значительные затруднения и занять много времени. Поэтому моделисту необходимо продумывать способы монтажа сборочных узлов таким образом, чтобы можно было их в случае необходимости легко демонтировать, отремонтировать, покрасить (возможно, весь сборочный узел) и опять легко вернуть на свое место.

### Монтаж сборочных узлов и деталей

Здесь перед моделистом открывается множество возможностей. Но чаще всего применяется соединение деталей винтами или гайками. В этом случае достигается плотная фиксация соответствующих деталей. При этом надо

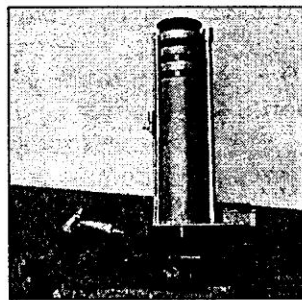


Рис. 1. Деталь палубы из полистирола с монтажными отверстиями (слева); узлы и детали с монтажными винтами и штифтами

предусмотреть такое расположение длинных выступающих винтов, чтобы они при монтаже и демонтаже не могли поцарапать окрашенные поверхности. У небольших деталей обычно бывает один фиксирующий винт, а у больших деталей и сборочных узлов — два и даже больше (рис. 1). Для крепления деталей и узлов моделисту лучше всего применять винты и гайки из латуни.

### Самостоятельное изготовление крепежных деталей

Бывают случаи, когда подобрать подходящий латунный винт не удастся. Но изготовить необходимый моделисту крепеж совсем не трудно. Для этого нужно взять латунную проволоку диаметром 2—5 мм, обрезать до необходимой длины и нарезать плашкой резьбу с обеих сторон проволоки. Потом от листового металла отрезается небольшой кусок квадратной или прямоугольной формы, посередине его сверлится соответствующее отверстие и метчиком нарезается резьба, равная диаметру проволоки. По обеим сторонам от центрального отверстия сверлятся еще два отверстия для крепления пластинки на предназначенное для нее место. Один конец изготовленной шпонки закручивается в пластинку так, чтобы его можно было там расклепать (рис. 2). Теперь крепежный винт будет закреплен в отверстии прочно и вращения его при монтаже не произойдет.

### Возможности рекомендуемого метода монтажа

Пластину с торчащим винтом нужно закрепить на своем месте на модели. Сделать это необходимо максимально аккуратно и точно, иначе возникает перекося или смещение сборочного узла (детали). После

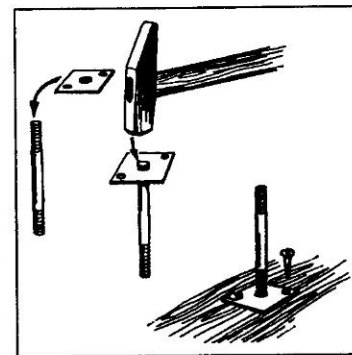


Рис. 2. Изготовление и установка крепежного винта



установки всех крепежных деталей получается модель, у которой из палубы и надстройки торчат винты. К ним привинчиваются орудийные башни, прожекторные площадки, якорные шпили и другие сборочные узлы, имеющие в соответствующих местах отверстия, в которые входит винт, и узел прочно закрепляется гайкой на своем месте. Далее все зависит от моделиста, от того, как он будет крепить сборочный узел. В орудийной башне, вентиляторной головке, фундаменте мотора — во всех таких деталях гайки должны быть спрятаны. Можно нарезать резьбу непосредственно в детали, если позволяет материал. Когда придется делать ремонт, вы почувствуете, что его сделать легче, используя этот метод монтажа.

Несколько слов о ремонте. Можно ли предотвратить поломки модели? Да, но для этого нужен большой опыт и знание причин возникновения повреждений.

#### *Дополнительная литература*

Справочник машиностроителя / Под ред. Э. А. Сатяля. — М.: Машгиз, 1963. Т. 5, гл. XIII.

## Глава 2

### РАБОТА С ДРЕВЕСИНОЙ

#### Повреждения модели

Разговор о крупных поломках пока оставим в стороне. Рассмотрим те, которые на первый взгляд почти незаметны и коварны. На готовой модели появляются трещины, детали коробятся, между ними возникают щели. Причины возникновения таких повреждений деревянных деталей часто недооцениваются. Древесина при постройке моделей все еще применяется, а во многих случаях просто незаменима. В судомоделизме она часто используется совместно с металлом, пластмассой и другими материалами. Моделист может работать над моделью в любое время года: зимой и летом, осенью и весной, когда за окном льет дождь или ярко

светит солнце. Вот тут и подстерегает начинающего моделиста коварство древесины как технологического материала. Если в процессе изготовления и хранения деталей из древесины в помещении меняются температура и влажность, то это может вызвать в деревянных деталях появление значительных напряжений, которые, как следует из закона Гука, и станут причиной деформаций, ведущих к возникновению повреждений.

#### Влияние на древесину температуры и влажности

Для работы моделист должен взять хорошо просушенную, выдержанную древесину. Если доски или брусья были недосушены, модель или деталь наверняка будет испорчена.

Любой материал при повышении температуры изменяет свои размеры. Но металл и пластмасса делают это равномерно по всем направлениям (говорят об изотропности этих материалов). С древесиной же все иначе. Ее слоистость вызывает анизотропию свойств, и удлинение вдоль волокон будет больше, чем поперек.

Влажность воздуха не оказывает на металл никакого воздействия (кроме поверхностной коррозии), на пластмассу — минимальное. А древесина и в этом случае доставит нам хлопоты. Когда она сухая, то имеет минимальный объем, а при увеличении влажности воздуха ее объем увеличивается. Если при этом еще изменится температура, то внутренние напряжения могут вызвать разрушение готового изделия. Применение фанеры вместо древесины позволит уменьшить влияние температуры и влажности на деревянные детали модели. Также уменьшит влияние внешних факторов применение олифы, грунтовок и красок.

В процессе изготовления моделей или деталей из древесины моделист должен быть готов к указанным выше неприятностям. Сказанное, однако, не означает, что моделист должен вовсе отказаться от такого замечательного материала, как дерево. Просто он должен постоянно помнить о влиянии внешних условий на деревянные детали и всегда продумывать правильное применение древесины.

### Изготовление деревянной палубы

В этой книге вопросы изготовления корпуса модели обсуждаться не будут. В современной литературе по моделизму уже существуют подробные описания этого процесса (например, в книге О. Курти). Замечу только, что, несмотря на то что сейчас часто корпуса моделей делаются из стеклопластика, а детали — из термопластов методом глубокой вытяжки, древесина еще долгое время будет оставаться материалом для изготовления корпусов старинных судов, потому что это красивый материал.

Большинство палуб судов (за исключением современных военных кораблей) имеют деревянное покрытие или целиком сделаны из древесины. Сымитировать деревянную палубу окраской очень трудно. На модели это сразу заметно. Поэтому при изготовлении палубы древесина просто незаменима.

У начинающих моделистов есть два самых популярных метода изготовления палубы. Из куска фанеры выкраивается палуба или ее часть, и затем на ней имитируется палубный настил за счет нанесения прямых линий твердым карандашом или чертилкой. Также используют шпон с очень четким продольным рисунком. Затем этот шпон наклеивается на фанерную палубу. Но примитивно сделанная палуба на модели и выглядит примитивно. Такие палубы годятся разве что для моделей, выполненных для учебных целей.

Настоящая палуба имеет скос в сторону борта для слива воды через шпигаты. В поперечном сечении она представляет собой сегмент круга большого радиуса. Поэтому палубу лучше собирать из отдельных реек. Но в этом случае из-за изменения температуры и влажности воздуха могут появиться трещины в палубе. При воздействии прямых солнечных лучей это произойдет наверняка. Чтобы так не случилось, рейки надо наклеить на фанеру. Продольные и поперечные слои фанеры компенсируют возникающие напряжения сдвига, и появление трещин в палубе становится маловероятным. Таким образом, получается комбинированная конструкция из фанерной палубы и палубы, сделанной из реек. Фанера в данном случае используется в качестве основы палубы. Еще один аргумент в пользу этого способа

изготовления палубы — это наличие на настоящей палубе фигурных брусьев для крепления досок палубы у борта и обвязок на месте надстроек и люков. На фанерном основании такие детали закрепить намного легче, чем на палубе, сделанной только из реек. Таким образом, изготовление деревянной палубы включает в себя следующие этапы (рис. 3):

- Из фанеры толщиной 0,5—1 мм выкраивается палуба или ее деталь с припуском 3—5 мм. Середина детали или диаметральной плоскости точно маркируется по всей длине.
- Из мелкослойной древесины (клен, ясень, груша) выпиливаются на циркулярной пиле палубные рейки. Ширина реек выбирается исходя из масштаба модели. Вплоть до XVII в. палубные доски на настоящем корабле были разной ширины, но на одном корабле ширина досок была примерно одинакова. В XIX и XX вв. применяли в основном доски шириной 100—150 мм.

### Размеры палубных реек

Указанную выше ширину досок палубного настила нельзя рассматривать как абсолютную норму. Всегда надо помнить о хорошем впечатлении, которое должна производить модель. И если при взгляде на палубу начинает рябить в глазах, ширину реек следует увеличить. Если ширина досок палубы моделисту неизвестна, то нужно принять среднее значение. В масштабе 1:50 при ширине досок палубы 100 мм нужно напилить рейки шириной 2 мм. Толщина реек выбирается из расчета, что палуба имеет скос к бортам. Ее поперечное сечение показано на рис. 3. Высота реек получается

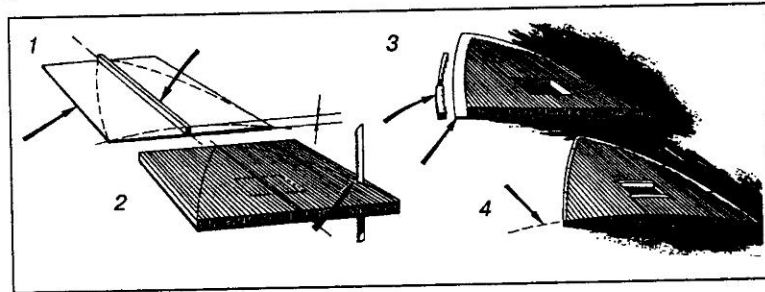


Рис. 3. Изготовление деревянной палубы

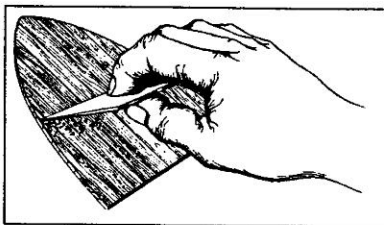


Рис. 4. Выравнивание палубы циклей

равной 4 мм ( $h=4$  мм). Таким образом, с учетом небольшого припуска необходимо нарезать рейки сечением  $2 \times 4,5$  мм. Самая первая палубная рейка тщательно приклеивается точно по средней линии фанерной заготовки палубы. Правые и левые рейки приклеивают-

ся друг к другу поочередно. Самая первая приклеенная рейка задает симметричность палубного настила и не позволяет рейкам уходить в сторону от диаметральной плоскости. Приклеивается палубный настил (рейки) клеем ПВА. А чтобы лучше были заметны швы между рейками, в клей нужно подмешать черный порошкообразный краситель до получения светло-серого цвета (поскольку сам клей белого цвета). Тогда после высыхания клея швы будут окрашены в черный цвет. (Можно не окрашивать клей, а сбоку каждой рейки наклеить полоски черной копировальной бумаги.)

Теперь этим окрашенным клеем необходимо приклеить все рейки, поочередно правую и левую, по всей ширине палубы. Рейки надо плотно прижимать друг к другу, чтобы свести зазор между ними до минимума. Если шов между «досками» палубы слишком широкий, настил выглядит неестественно. Рейки надо плотно приклеивать к фанерной основе, чтобы не было выпуклостей. При этом учитывается и седловатость палубы. Когда по всей ширине палубы рейки будут наклеены и клей высохнет, верхнюю ее сторону необходимо тщательно выровнять. Это делается циклей (рис. 4) и наждачной бумагой. Гладкая поверхность необходима для разметки точного контура палубы, люков, вырезов, спонсонов и т. п. И этот контур, и все вырезы выпиливаются лобзиком, а затем обрабатываются напильником:

- на подготовленную таким образом палубу снизу опять наклеить вырезанный точно по ее контуру слой из 1—1,5-мм фанеры;

Этот слой должен плотно входить в корпус. Теперь необходимо подогнать и вклеить фигурное обрамление палубных досок по борту, рамы и обрамления люков (рис. 3);

- дать клею полностью высохнуть и обработать палубу по шаблону, придав ей скосы в сторону бортов в соответствии с ее поперечным сечением. Зачистить мелкой наждачной бумагой и покрыть лаком.

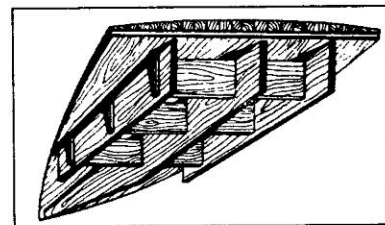


Рис. 5. Подкрепления палубы

Чтобы придать палубе дополнительную жесткость, желательно снизу сделать подкрепления (рис. 5). В результате получается жесткая конструкция палубы, имеющая необходимые седловатость и поперечное сечение и прекрасно имитирующая досчатое покрытие.

В соответствии с масштабом модели и учитывая свой опыт моделист также может симитировать длину досок, наклеивая короткие рейки одинаковой длины, и гвозди, которыми доски палубы крепятся к бимсам, — вставив в рейки (по чертежу) кусочки стальной проволоки диаметром 0,3—0,5 мм и длиной, равной высоте реек  $h$ .

### Применение древесины на модели

Хотя в судомоделизм пришло множество современных материалов, возможности древесины, как материала для изготовления модели, не истощились. Если даже на современных кораблях во многих случаях применяются деревянные детали, то что уж говорить о старинных. И сейчас корпуса небольших судов и катеров делаются из дерева. Кроме того, структура и цвет многих ценных пород древесины позволяют моделистам делать прекрасные модели кораблей, почти не прибегая к их окраске. Моделисту необходимо собирать и сохранять у себя подходящую древесину, попадающую к нему разными путями. Но при этом ему не следует забывать о свойствах древесины. Для хранения

нужны условия, при которых бы она не трескалась, а ее усадка и коробление были бы минимальными. С условиями хранения и подготовки древесины к работе моделисты могут ознакомиться, прочитав соответствующую литературу (см. литературу в конце главы).

### Виды применяемой древесины

Относительно выбора древесины для судомоделизма можно сказать следующее. Обычно в судостроении применялись дуб, тиковое дерево, сосна, красное дерево (акажу или махогони), бук. Однако деталь модели в 50—100 раз меньше настоящей (в соответствии с масштабом). Теоретически моделист должен применять древесину по размерам ее структуры во столько же раз меньшую. На практике же древесина с такой мелкой структурой не встречается, поэтому необходимо применять те виды древесины, структура и слоистость которых мало заметны.

К таким видам относятся: клен, ясень, ольха, груша, орех и т. п. Эта древесина имеет самые различные цветовые оттенки. Орех и груша могут иметь такую интенсивную окраску, что успешно смогут симитировать красное дерево. Применяемые в судомоделизме виды древесины сведены в табл. 1.

Таблица 1  
Свойства древесины и области ее применения

Вид древесины	Окраска	Свойства	Применение
Береза	От белой к бледно-желтой	Твердая, вязкая, трудно раскалывающаяся	Фанера, шпон
Бук	Желтая	Твердая, прочная, трудно раскалывающаяся, мелкослойная	Хорошо подходит для токарной обработки и резьбы, для маленьких профилированных деталей (блоки, юферсы, рулевые колеса)

Окончание табл. 1

Вид древесины	Окраска	Свойства	Применение
Вяз, ильм	От светло-коричневой до темно-красно-коричневой	Твердая, вязкая, эластичная	Для гнутых и декоративных деталей
Груша	От желтой до красно-коричневой	Твердая, прочная, мелкослойная, довольно хрупкая	Хорошо подходит для токарной обработки, маленьких профилированных деталей (блоки, юферсы и т. п.)
Дуб	Желто-коричневая	Твердая, хрупкая, пористая, тяжелая	Для декоративных целей, досок основания, подставок и т. п.
Клен	От белой до бледно-желтой	Твердая, трудно раскалывающаяся, мало коробящаяся и трескающаяся, мелкослойная	Для деталей сложной формы и тонкостенных деталей, тонких реек и профилей, шпона, фанеры
Красный бук	Красно-коричневая	Твердая, вязкая	Для корпусных и тонкостенных деталей
Липа	Бледно-желтая	Мелкослойная, мягкая	Для больших резных деталей, болванки корпуса и других крупных деталей
Сосна	От оранжевой до коричневой	Мягкая, легко раскалывающаяся	В моделизме употребляется только очень мелкослойная — для реек и т. п.
Ясень	Желто-коричневая	Вязкая, трудно раскалывающаяся	Рейки, мачты



Очень редко моделисты приобретают материал в торговой сети. Обычно древесина попадает к ним в виде отходов с пилорам, мебельных фабрик и мастерских, столярных цехов предприятий. Часто используются разнообразные деревянные ящики, в которых поступает товар в мебельные, хозяйственные и другие магазины. Аналогично попадает к моделисту и фанера. Еще одним источником поступления древесины являются срубленные в садах и скверах старые деревья: груши, ясени, вязы и др. При ремонте старых квартир строителями обычно выкидывается старый паркет и паркетная доска. Для моделиста это источник древесины бука, клена, ясеня, дуба. Также источником является старая выброшенная мебель. В начале XIX столетия она делалась из липы, бука, дуба и даже красного дерева. Вся древесина, добытая таким способом, почти не требует сушки.

### Подготовка и хранение древесины

Свежесрубленные грушу, вяз, клен или ясень сразу использовать нельзя. Дерево необходимо сначала распилить и высушить. Сушка такой древесины длится обычно год, а то и дольше. Поэтому моделисту нужно запастись древесиной заранее, все время пополняя свой «склад». Если эта древесина не годится для первой модели, то для второй, третьей, четвертой она уже хорошо вылежится и будет вполне готова к работе. Но древесину можно подвергать и интенсивной сушке. Эти процессы хорошо описаны в соответствующей литературе по технологии мебельного производства, художественной обработке древесины и т. п. Перед сушкой большие чурбаки желательно распилить на доски толщиной 15—20 мм.

После сушки древесина распиливается циркулярной пилой на сортамент, необходимый моделисту. Потом доски нужно обстругать и отфуговать. Лучше для этого иметь маленький деревообрабатывающий станок с циркулярной пилой и фугвальными ножами, но можно применять и ручной инструмент. В последнем случае качество заготовок будет хуже. Все заготовки после обработки нужно отшлифовать, для чего моделист сам может сделать станок, о котором речь пойдет дальше.

Необходимо иметь в запасе дощечки толщиной 3, 4, 6, 8 и 10 мм. От них можно потом отпилить рейки, пластины и т. д., которые будут служить заготовками для палубного настила, мачт, блоков, юферсов, решетчатых люков и других деталей.

### Изготовление мачт

Мачты для модели, в зависимости от масштаба, делаются не только из сплошной рейки. Как и на настоящем корабле, их можно делать составными, склеивая заготовку для мачты из четырех или девяти тонких реек (рис. 6).

В пользу этого способа можно привести следующий аргумент: такие мачты прочнее и жестче сделанных из одной сплошной рейки. После высыхания клея рейка обстругивается для придания мачте конусности и получения точного квадратного сечения. Затем из квадрата делается восьмигранник. В конце концов после обработки циклей, напильником и шкуркой получается круглая в сечении мачта. Если моделист имеет дома токарный станок, то круглое сечение он получит гораздо легче и точнее. Вообще, иметь дома токарный станок, покупной или самодельный, моделисту просто необходимо. Кроме древесины на нем можно обрабатывать металл, пластмассу и другие материалы. Древесина не является идеальным материалом для токарной обработки. Из всех видов древесины можно выделить грушу и светлый бук, который все-таки поддается обтачиванию на станке. Для этого на шпинделе должна быть высокая скорость (большое количество оборотов) и очень острый резец. Угол  $\beta$  должен составлять 25—40° (рис. 7).

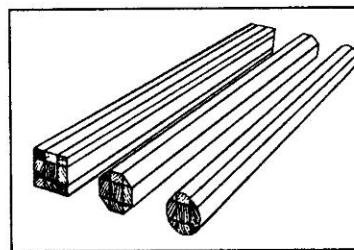


Рис. 6. Изготовление клееной мачты

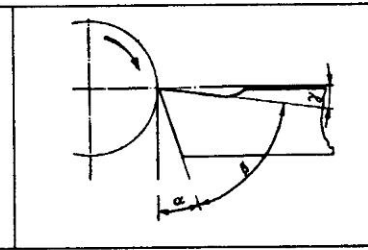


Рис. 7. Углы для токарного резца



### Изготовление блоков и юферсов

Достаточно сложными и необходимыми деталями модели, которые тоже делаются из древесины, являются блоки и юферсы. Их много, особенно на парусных кораблях. Большинство моделеров испытывают легкий страх, когда думают об изготовлении блоков для парусников, поскольку очень часто их количество доходит до

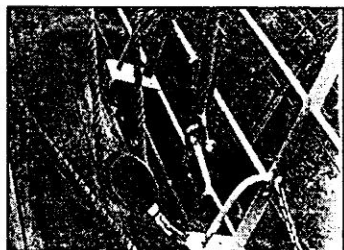


Рис. 8. Блок на палубе корабля

нескольких сотен, причем они имеют различное исполнение и размеры.

Современные блоки делаются из металла, а снаружи обшиваются деревянными накладками (рис. 8). Конструкция старинных блоков описана в книге О. Курти «Постройка моделей судов». Там же можно найти описание технологии изготовления миниатюрных

блоков. Здесь моделер сталкивается уже с мелкосерийным производством. Его необходимо хоть как-то механизировать.

На корабле блоки образуют тали, поднимающие тяжести, удерживающие реи и паруса в нужном положении и выполняющие многие другие функции. Проблема для моделеров заключается в их большом количестве и малых размерах при соответствующем масштабном уменьшении. Но эта проблема несколько облегчается тем, что на модели блоки должны только создавать впечатление функционирующих. Поэтому можно сильно упростить их конструкцию.

### Изготовление блоков из профилей

Однако не всякий блок можно упростить. Все зависит от величины этого блока на оригинале и масштаба, в котором делается модель. Например, если модель делается в масштабе 1:20, то макет блока необходимо делать так же, как настоящий. В этом случае изготовлению

большого количества таких блоков помогает следующий метод. Необходимо склеить из планок и полосок шпона одного вида древесины стержни, имеющие в поперечном сечении форму блока (рис. 9). Это и будет блокочный профиль.

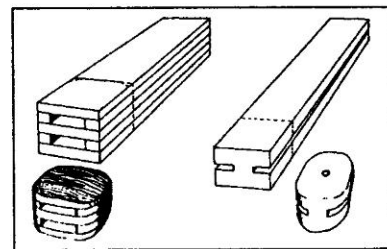


Рис. 9. Блокочные профили из шпона и рейки

Когда клей высохнет, можно отрезать от стержня соответствующей длины детали, которые и будут корпусом блока. Это делается надфилем, а затем на шкурке блок доводится до нужной формы, мелкой шкуркой зачищается, в нем просверливается отверстие под ось шкива и далее он покрывается бесцветным лаком. Об изготовлении металлических деталей для таких блоков будет рассказано в следующих главах.

### Шлифовка деревянных деталей

Шлифовку маленьких деревянных, да и металлических деталей можно значительно ускорить и упростить. Для этого применяют шлифовальный круг. Но для него нужен электрический привод (токарный станок, электродреель и т. п.). Далее делается несложная конструкция из шлифовального круга с наклеенной на него шкуркой, сделанного из листа толстой фанеры, болта, подложенной шайбы и двух гаек. Шкурки на шлифовальный круг лучше всего приклеивать эпоксидным клеем. Когда шкурка истирается, ее удаляют и наклеивают новую. На таком приспособлении шлифовка мелких деталей значительно облегчается.

Кроме больших блоков с помощью профилированных стержней можно изготавливать и маленькие блоки величиной до 2 мм. Важный момент при изготовлении блоков и юферсов — правильный выбор материала. Идеально подходит бук. Груша и клен — тоже хороший материал для изготовления этих деталей.

### Циркулярная пила

Для изготовления профилей необходима маленькая циркулярная пила. В этом случае вполне подойдет станок «Умелые руки», выпускавшийся ранее у нас в стране, или любой другой, ему подобный. Для пилы нужны еще несколько дисков с различной шириной реза. Диски берутся диаметром 63, 80 и 100 мм, шириной реза 0,5, 1 и 1,6 мм. На циркулярной пиле установка диска и подшипников должна быть безупречной. Большая величина окружных и боковых биений диска в процессе работы не допускается. Кроме того, требуется, чтобы стол пилы был неподвижным и гладким, а отбойная рейка безупречно выставлена на нужный размер. Не забывайте, что циркулярная пила опасный инструмент! Берегите руки! Лучше взять более длинную рейку и не допиливать ее до конца, чем получить тяжелую травму.

Нарезав профильные рейки, нужно сделать в них канавки, затем разметить на блоки по длине и просверлить отверстие, имитирующее шкив. Далее с ним поступают таким же образом, как с клееным профилем для больших блоков. Можно отрезать блоки от рейки на токарном станке. В этом случае заготовку блока затем следует обработать надфилем и зачистить мелкой шкуркой, просверлить и снабдить кольцевым пазом под строп.

### Шлифовальный барабан

Легко сказать — отпилить, однако для такой крохотной детальки, как блок, это далеко не легкая задача. Отделять блоки можно на токарном станке, на закрепленной

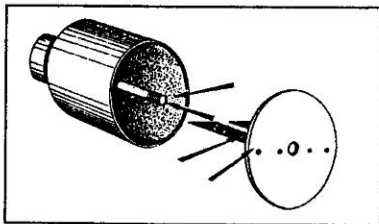


Рис. 10. Шлифовальный барабан из консервной банки

неподвижно электродрели, в крайнем случае на сверлильном станке. Затем форма блока дорабатывается и улучшается. До конечных размеров блоки можно доработать на описанном выше шлифовальном круге. Но для самых мелких оста-

ется лишь кропотливая ручная работа. Чтобы ее сократить и упростить, применяют шлифовальный барабан (рис. 10), который можно изготовить из подручных средств, например использовать консервную железную банку.

Шлифовальная бумага наклеивается изнутри. В дне банки делается отверстие, и она закрепляется на шпильке. К шпильке привинчивается крышка с двумя приклепанными пластинками.

Без электрического привода здесь, разумеется, не обойтись. Количество оборотов барабана определяется размерами блоков и видом древесины и подбирается экспериментально. Однако в данном случае затраты времени окупаются сторицей.

### Изготовление решетчатых люков

Таковыми же классическими деревянными деталями на всех старинных парусниках являются решетчатые люки. Их тоже достаточно много. Даже на современных военных кораблях применяют аналогичные конструкции (чаще всего — на ходовом мостике). О технологии их изготовления есть много литературы. Проблема, как и у блоков, состоит в большом их количестве и в масштабном уменьшении.

Существует метод, облегчающий их изготовление. Он известен в двух вариантах, основанных на сборке решеток из деревянных «гребенок». На ней должно быть одинаковое расстояние между зубчиками, и оно должно быть по возможности наименьшим (рис. 11).

Пластинки имеют толщину  $h$ . При изготовлении «гребенок» из древесины клена или груши этот размер составляет 1 мм. Фанеру для изготовления решеток применять не рекомендуется из-за ее слоистой структуры. Можно рассмотреть два способа изготовления решеток.

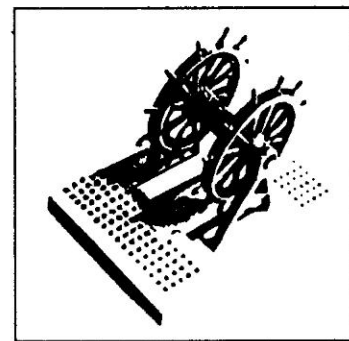


Рис. 11. Решетчатый люк из груши

**Вариант А (рис. 12, а)**

- В дощечке толщиной 4 мм на циркулярной пиле (с диском толщиной 1 мм) делают пропилы глубиной 2 мм через равные промежутки такой же величины.

- Дощечка распиливается по длине поперек пропилов на «гребенки» толщиной 1 мм.

Чтобы не менять регулировку отбойной рейки циркулярной пилы после каждого разреза, применяют следующий способ: из листового материала (металл, пластмасса, фанера) толщиной 1 мм нарезают полоски шириной 5 мм в количестве, равном сумме зубчиков и пропилов (можно нарезать их с запасом). Пакет этих полосок прижимают дощечкой к отбойной рейке и делают первый пропил. Затем вытаскивают 2 полоски и делают второй пропил, вытаскивают еще 2 полоски и снова делают пропил. Так на заготовке получаются зубчики с равным шагом. Отпиливать от заготовки «гребенки» можно также этим способом.

- «Гребенка» разрезается на участки необходимой длины, эти детали осторожно всовываются крест-накрест друг в друга и приклеиваются разжиженным клеем ПВА по непропиленным площадкам.

- После высыхания клея решетка осторожно сошлифовывается с обеих сторон до необходимой толщины. Затем изготавливается внешняя обвязка и эта рама приклеивается к решетке. Верхняя сторона зачищается мелкой шкуркой и покрывается лаком.

*Примечание.* В другом масштабе полоски листового материала будут другой толщины, соответствующей толщине реек «гребенки», но не менее 1 мм.

**Вариант Б (рис. 12, б)**

- На циркулярной пиле нарезаются рейки размером 4×1 мм.

- Эти рейки собирают в пакет и зажимают в специальном приспособлении. Для этого варианта изготавливается инструмент из надфиля, боковые плоскости которого сошлифовываются на наждачном круге до толщины 1 мм. Им делают в пакете пропилы. Пакет вынимают из приспособления и дальнейшую работу производят так же, как указано в варианте А.

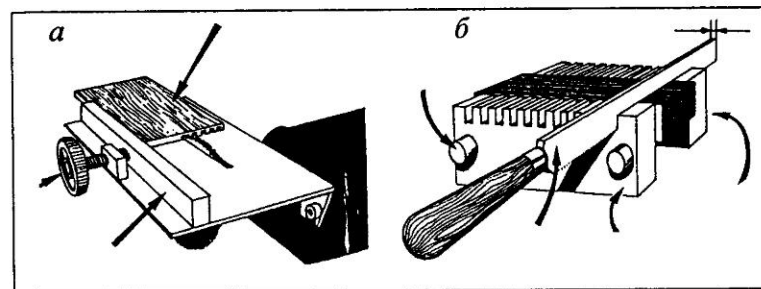


Рис. 12. Изготовление решетчатых люков из реек

Для изготовления решеток для люков первым способом требуется древесина, мало склонная к скалыванию. Для второго — изготовление приспособления, причем для каждого масштаба оно должно быть свое. Эти затраты времени оправданы, если необходимо изготовить достаточное количество решетчатых люков одного масштаба.

**Древесина в качестве имитации металла**

Выше было рассказано об изготовлении деталей, сделанных из дерева и на настоящем корабле. Но древесина употребляется также для изготовления и других деталей модели, таких, как орудийные башни, надстройки и т. п. Для надстроек чаще всего используется фанера. На настоящем корабле все эти детали делают из стали. Преимуществом древесины, конечно, является относительная легкость ее обработки. Нельзя забывать, однако, что она может при этом раскалываться. Но детали, склеенные из дерева, достаточно прочны.

При попытке имитации металла проявляется новый недостаток древесины: ее структура проступает после покраски, так как неоднородная масса древесины по-разному впитывает краску. В одних местах краска проникает глубже, в других — почти не проникает в верхний слой дерева. Поэтому на поверхности окрашенной деревянной детали видны разводы и полосы.

### Грунтовка и шпаклевка деревянных деталей

Эти рабочие операции обычно весьма трудоемки. Необходимо добиваться, чтобы после шпаклевки и последующей окраски деревянная деталь походила на стальную. Сама деталь должна иметь достаточную жесткость для того, чтобы ее можно было обрабатывать. Например, если это надстройка, то ее большие плоскости должны иметь подкрепления, иначе при шлифовке они будут прогибаться под действием рабочих нагрузок.

Начинается процесс шпаклевки с наложения слоя грунта. Обычно в качестве грунта берется сильно разведенная шпатлевка (например, на основе эпоксидной смолы). Содержащийся в грунте растворитель вызывает разбухание древесной структуры, дающее даже искривление детали.

После полного высыхания слоя грунта металлическим или пластмассовым шпателем наносится уже слой обычной шпатлевки, равномерно распределяемой по детали.

### Шлифовка зашпаклеванных деталей

Каждый слой нанесенной шпатлевки приходится тщательно шлифовать сначала крупнозернистой, а затем мелкозернистой шкуркой. Инструментом для этого обычно служит деревянная колодка со шкуркой (рис. 13). Применяют мокрый и сухой способы шлифовки. Самый первый слой шпатлевки шлифуют с водой, последний слой — с кerosином.

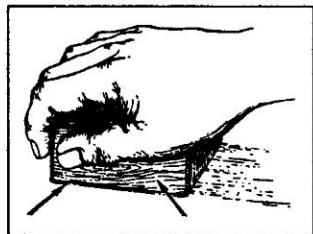


Рис. 13. Шлифовка шпаклеванной или окрашенной поверхности шкуркой

Первый слой шпатлевки шлифуют до древесины, затем дают детали просохнуть и наносят следующий слой шпатлевки. Далее процесс повторяется, пока поверхность детали не получится гладкой и ровной, а структура древесины станет незаметной. Это обычно занимает много вре-

мени и труда. При шпаклевке и последующей шлифовке могут потеряться острые кромки детали, а также края площадок, расположенных под небольшим углом друг к другу. При изготовлении подобных деталей лучше употреблять металл и пластмассу.

### Дополнительная литература

*Афанасьев А. Ф.* Резчику по дереву. М.: Московский рабочий, 1990.

*Гусарчук Д. М.* 300 ответов любителю художественных работ по дереву. М., 1986.

*Матвеева Т. А.* Мозаика и резьба по дереву. М., 1981.

*Шепелев А. М.* Столярные работы. М., 1961.

## Глава 3

### ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА

В судомоделизме из всех металлов все-таки чаще всего применяется латунь. Не надо забывать, что латунь по своей удельной массе примерно в 8,5 раза тяжелее древесины. Однако она прочней древесины, и поэтому, если деталь из фанеры имеет толщину 1—2 мм, достаточно применить латунь толщиной 0,4—0,5 мм. Деревянные конструкции для увеличения жесткости необходимо усилить деревянными рейками, приносящими дополнительный вес. Латунь же придает дополнительную жесткость пайка и небольшие припаяваемые жестяные уголки. Хотя вес детали будет больше, затраты рабочего времени на шпаклевку в данном случае уменьшатся. А полированная латунная деталь не нуждается в шпаклевке.

Для начинающих моделистов обработка металла все же представляет определенные трудности по сравнению с обработкой древесины. Поэтому, чтобы не испытывать разочарований, начинающий моделист должен переходить к обработке металла постепенно. Латунь для этого является благодатным материалом по своим свойствам — легкости обработки и возможности пайки. Алюминиевые сплавы, к сожалению,



не паяются, но при изготовлении деталей моделей судов они применяются широко. В основном это точеные и фрезерованные детали, т. е. детали, полученные после механической обработки на станках. Они соединяются друг с другом винтами, заклепками или клеем.

### Свойства материала

Для того чтобы успешно работать с металлом, необходимо знание свойств различных сортов латуни и алюминиевых сплавов, применяемых в промышленности довольно широко. При сгибании, механической обработке, сверлении листовой латуни каждый сорт ведет себя по-разному. Механическая обработка вязких сортов латуни и алюминия затруднена, так как инструмент может заклинить. К тому же он «засаливается» и перестает резать металл. Твердые сорта металла, наоборот, очень хорошо переносят механическую обработку, но при сгибании дают трещину. Моделист должен обратить на это внимание.

Теперь надо сделать еще одно небольшое замечание. Не всякая мягкая листовая латунь подходит для сгибания. У очень мягких сортов латуни толщиной 0,5 мм при изгибе образуются вспучивания и вмятины, с которыми трудно бороться. В качестве компромисса приходится применять полутвердые сорта латуни. Если моделист не знает сорт металла, то необходимо вырезать из него образец и сделать пробу. Моделисту также приходится часто работать с круглым прокатом (трубки различного диаметра, прутья, проволока). Рихтовка проката из мягких сплавов бывает также сильно затруднена. Свойства некоторых сортов латуни и алюминиевых сплавов приведены в табл. 2.

### Вырезание заготовок из листового материала

Можно, конечно, вырезать заготовки из жести ножницами по металлу. Но обратите внимание на то, какими эти заготовки получаются: ножницы изгибают и скручивают их так, что мелкие заготовки потом невозможно

Таблица 2  
Области применения сплавов

Сорт сплава	Свойства сплава	Область применения
Латунь Л 63	Полутвердый	Для сгибания
Латунь Л 63Т	Твердый	Для механической обработки
Латунь Л 90	Мягкий	Для сгибания
Латунь ЛМцОС58-2-2-2	Твердый	Для механической обработки
Латунь Л 68	Полутвердый	Для сгибания
Дюралюмин Д 16	Твердый	Для механической обработки
Магналин АМц	Твердый	Для сгибания и мехобработки
Дюралюмин Д 12	Полутвердый	Для сгибания

бывает как следует отрихтовать. Поэтому рекомендуется заготовки из жести по возможности вырезать лобзиком с пилкой по металлу.

### Изготовление деталей из жести в пакете

Для модели из тонкой латунной жести обычно изготавливается довольно много деталей одинаковой формы и размеров. Такие детали для экономии времени необходимо обрабатывать в пакете (рис. 14 и 15).

Заготовки, вырезанные из латунной жести, соединяют в пакет заклепками или винтами. Количество заготовок такое же, как и количество деталей плюс две. После этого пакет обрабатывается по

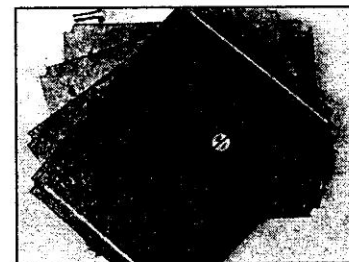


Рис. 14. Составление пакета из тонкой жести



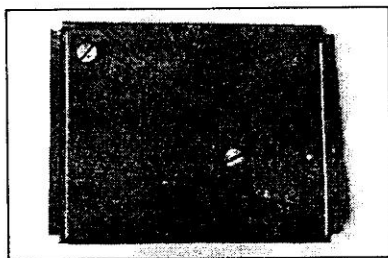


Рис. 15. Пакет, готовый к обработке

### Сгибание металла

Приспособление для сгибания металла обычно состоит из гладкой стальной плиты, гладкой рейки и струбицы (рис. 16). Необходимое направление изгиба создается отгибанием жести рукой, а затем молотком. Однако ударять надо не прямо по жести, а по пластмассовой пластине или по пластине из твердой древесины. При сгибании на наружной стороне детали образуется дуга. Чтобы получить острую грань детали, ее обрабатывают напильником и шкуркой (рис. 17).

### Имитация заклепок

На наружной стороне деталей могут быть рельефные выступы и заклепки. Особенно много заклепок было на кораблях, построенных из железа до начала широкого

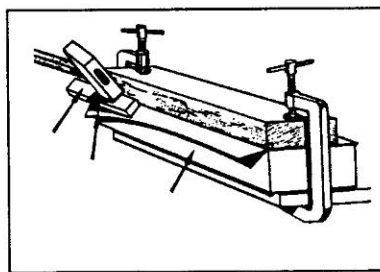


Рис. 16. Сгибание острого ребра

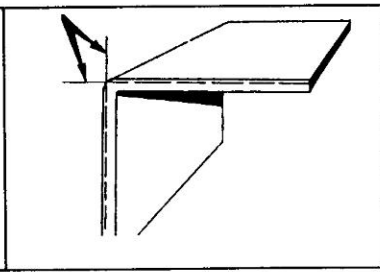


Рис. 17. Получение острого ребра на гнутой детали

разметке напильниками и надфилями, выпиливаются и сверлятся все отверстия. Преимущества метода: все детали имеют одинаковые размеры, отверстия находятся у всех деталей на одном и том же месте, изгиб детали исключается.

применения сварки в судостроении. Поэтому перед сборкой узла из отдельных деталей можно симитировать на них заклепки при помощи длинной иглы или маленького гвоздя с закругленным острием. В масштабе 1:50 (до 1:10 и больше) эту работу можно облегчить. Необходимо изготовить нагель с закругленным острием. Диаметр нагеля должен быть немного меньше диаметра головки заклепки. Ударами молотка по нагелю, установленному с тыльной стороны детали, наносятся с определенным шагом «заклепки». В качестве подложки служат стальная плита и плитка из полистирола толщиной 2 мм (рис. 18). Наиболее подходящий материал: полужесткий латунный лист толщиной 0,4—0,6 мм. После того как «заклепки» на деталь нанесены (рис. 19), необходимо ее перевернуть, положить тыльной стороной на плиту и осторожно отрихтовать вокруг головок заклепок (рис. 20). При этом под деталь нужно опять подложить полистироловую пластину.

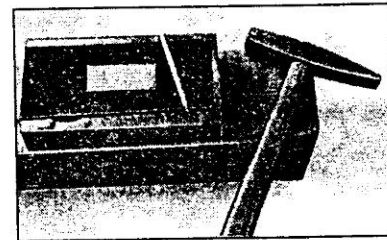


Рис. 18. Инструменты для имитации заклепок

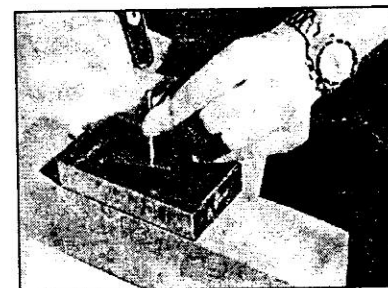


Рис. 19. Имитация заклепки штамповкой с тыльной стороны пластины

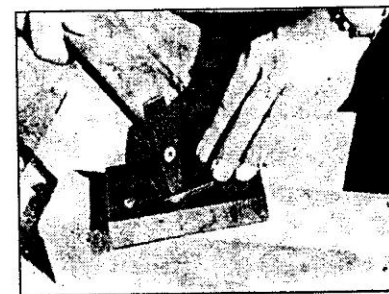


Рис. 20. Рихтовка детали вокруг головки «заклепки»

### Прошивка тонких шлицов в металле

Нередко в детали необходимо проделать очень тонкие шлицы. В масштабе 1:50 и 1:100 изготовление таких шлицов может стать проблемой. Можно, конечно, просверлить с

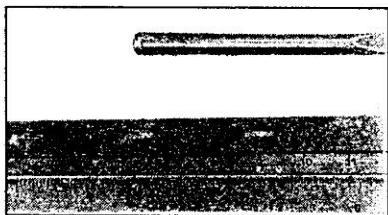


Рис. 21. Изготовление шлицов

одной стороны шлица отверстие и сделать пропилом лобзиком по металлу, но это довольно сложная задача. На рис. 21 показан непростой, но эффективный способ их изготовления. Принцип тот же, что и при имитации заклепок, однако удары производятся не нагелем, а специально изготовленным по размеру шлица зубилом. Желательно, чтобы у этого зубила было острое лезвие. Таким инструментом можно сделать шлицы шириной до 0,3 мм. Последовательность прошивки тонких шлицов выглядит следующим образом:

- с тыльной стороны детали насечь специальным зубилом глубокие выступы;
- выступы с передней стороны опилить надфилем;
- переднюю сторону отшлифовать на плитке из полистирола;
- отшлифовать тщательно переднюю сторону детали;
- продавить тонким ножом или кусочком жести шлиц с тыльной стороны и придать форму.

Таким способом можно получать в жести различные по форме отверстия, а также выступы. Но в каждом отдельном случае необходим специальный инструмент: зубила, чеканы, нагели.

### Выдавливание из фольги (басма)

Материалом для получения различных штампованных форм может стать медная и алюминиевая мягкая фольга толщиной около 0,1 мм. В описываемом методе различают позитивный и негативный варианты. Вообще для штамповки

необходимо сделать матрицу и пуансон. Позитивный способ не требует изготовления матрицы. Пуансон с фольгой штампуются на мягком материале (свинец, олово).

Негативный способ дает сразу хорошо оформленную поверхность детали, но при этом необходимо сделать матрицу. При этом способе и наличии большого количества деталей матрица делается из металла. Если нужно сделать немного деталей несложной формы, достаточно матрицу изготовить из твердой древесины. В качестве пуансона служит стержень, также изготовленный из твердой древесины. Тонкостенные детали, естественно, довольно чувствительны к нагрузкам. Чтобы они не деформировались, необходимо с тыльной стороны деталь из медной фольги залить припоем, а деталь из алюминиевой фольги залить эпоксидным клеем. Этим способом можно изготавливать различные барельефы на борту старинных кораблей, таблички с названиями кораблей, ящики, крышки, двери, рамы — словом, детали, которые необходимы на модели в больших количествах и форма поверхности которых не очень сложна и глубока. При большой высоте детали может произойти разрыв тонкой фольги, и деталь будет испорчена.

Этот метод постепенно развивается модельстами, и в нем появляются новые наработки. Для изготовления матриц из металла модельст должен научиться гравировке. Для этого технологического процесса применяется гравировальный станок с микрофрезами или штихеля различной формы и размеров.

### Изготовление весел для шлюпок

Если на модели модельст решил показать шлюпки незащелканными, ему придется изготовить множество весел, которыми снаряжается каждая шлюпка. Из-за большой сложности начинающие модельсты часто пренебрегают качеством изготовленных деталей. Существует довольно простой способ улучшить качество и уменьшить трудоемкость работы. На настоящем корабле весла и шлюпки в

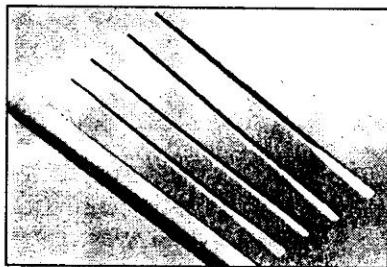


Рис. 22. Весла из латунной проволоки диаметром 1,5 мм

- нарезать проволоку по длине весел;
- придать на токарном станке веслу необходимую конусность в сторону лопасти весла;
- сформовать лопасть на гладкой стальной плите молотком;
- опилить лопасть весла по форме и толщине и зачистить все весло;
- окрасить весла нитрокраской в нужный цвет;
- сымитировать кожаную обмотку вальцов кусочком черной или коричневой изоленты.

### Изготовление якоря

В отличие от весел якоря моделистам приходится делать целиком вручную. Шток якоря обычно делается из прямоугольного латунного прутка (рис. 23). Якорь Холла

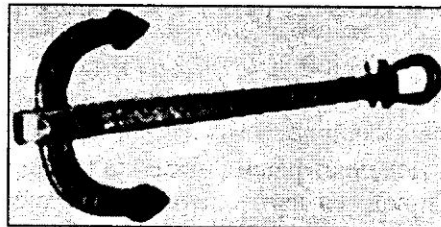
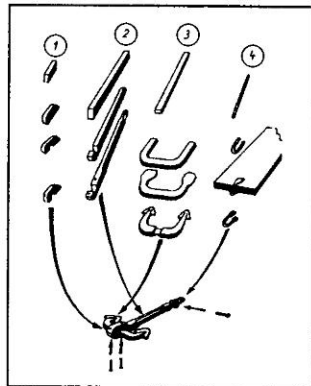


Рис. 23. Якорь из латунных профилей

Рис. 24. Изготовление якоря из латунных профилей



большинстве случаев бывают окрашенными. Это дает возможность отклониться от материала оригинала — древесины. На рис. 22 показаны весла для шлюпок, выполненные в масштабе 1:50 из латунной проволоки диаметром 1,5 мм.

Этапы изготовления весел для шлюпок:

можно изготовить из нескольких деталей, а потом соединить их пайкой или клеем. На рис. 24 показан пример изготовления якоря для модели канонерской лодки конца XIX в.

### Специальный инструмент

Такой инструмент моделист должен уметь сконструировать и изготовить сам. Главное условие рациональности трудовых затрат на изготовление этого инструмента — это облегчение изготовления большого количества деталей модели и улучшение их качества. Д. Йоханссон в своей книге приводит пример изготовления направляющих выступов на снарядах (рис. 25). Сами снаряды вытачивались на токарном станке. Направляющие выступы можно было выпилить надфилем или припаять, но когда таких снарядов около 20 шт., работа может затянуться. Поэтому на корпусе снаряда точилось кольцо по ширине выступа. Был изготовлен специальный инструмент с отверстием, равным диаметру снаряда. В нем были сделаны пропилы, ширина которых равнялась ширине выступов. Затем снаряд прошивался сквозь этот инструмент, и из кольца на снаряде вырезались направляющие выступы.



Рис. 25. Специальный инструмент для изготовления направляющих выступов на снарядах

### Пайка

На модели приходится соединять друг с другом множество деталей. Один из важнейших способов такого соединения — пайка легкоплавкими припоями. Средством соединения является припой с температурой плавления около 200 °С. Для облегчения соединения металла с припоём служит флюс. В качестве него для пайки медных сплавов применяется раствор канифоли в спирте. Ортофосфорная кислота и «травленая» кислота (хлористый цинк) используются

для пайки и медных, и стальных сплавов. Во всех случаях необходимо после пайки зачищать деталь от остатков флюса, иначе произойдет коррозия и слой краски может вспучиться. Готовые паяные детали основательно промываются теплой водой и зачищаются либо проволочной щеткой, либо шкуркой. Канифоль удалять с детали лучше сначала растворителем, а уже затем промыть деталь в воде.

### Паяные швы

Большие сборочные узлы, состоящие из тонких жестяных деталей, в наименее прочных местах необходимо подкреплять небольшими металлическими уголками (рис. 26).

На внутренние невидимые швы деталей можно спокойно положить немного больше припоя. Внешние швы на деталях придется, наоборот, очищать от припоя.

Важно, чтобы паяльник имел достаточную мощность для того, чтобы припой хорошо растекался по детали. Если этого не происходит, то, значит, деталь недостаточно прогрета. Большая деталь, особенно из латуни, отводит большое количество тепла от места пайки, и шов не будет безупречным. В этом случае необходимо взять более мощный паяльник. Можно попытаться прогреть деталь, положив ее на деревянную подставку или обмотав сухой тряпочкой для уменьшения теплоотдачи в окружающую среду. Наоборот, если необходимо отвести тепло, то деталь кладется на металлическую подставку или обматывается мокрой тряпкой. К этому методу надо прибегать, когда ранее припаянные детали могут отпаяться. Типичной деталью, имеющей указанные проблемы, является вентиляционный раструб (рис. 27). Для зачистки швов применяют треугольный в сечении шабер (рис. 28).

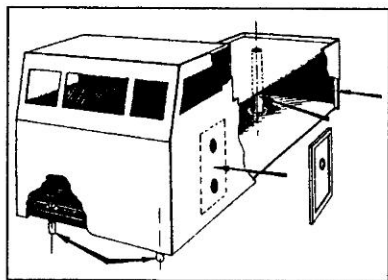


Рис. 26. Подкрепление паяного сборочного узла уголками и трубками

Для зачистки швов применяют треугольный в сечении шабер (рис. 28).

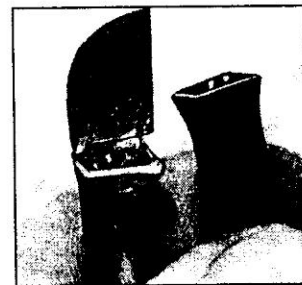
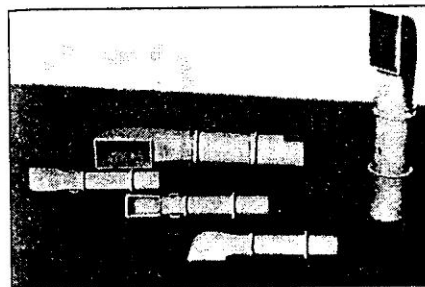


Рис. 27. Вентиляционный раструб и процесс его изготовления

При работе с ним следует не задевать латунь, а срезать только припой. После удаления лишнего припоя необходимо плоскости и грани сборочного узла обработать мелкой шкуркой. То же самое можно сделать на станке стальной щеткой (рис. 29). При этом можно добиться гладкости внешней поверхности, кроме того, удаляются остатки припоя и окисная пленка.

Чтобы зачистить паяные швы у круглых деталей, припаянных к сборочному узлу, необходимо самому изготовить круглую фрезу (рис. 30). Она быстро изготавливается из подходящего круглого прутка и трубки. Цапфа входит в отверстие, а зубчатое кольцо чисто пришабривает шов. Чтобы зачистить припой, этот инструмент достаточно повернуть несколько раз рукой. Хотя на изготовление инструмента затрачивается какое-то время, с его помощью можно значительно улучшить качество работы.

Если на большую деталь напаивается более мелкая, то место

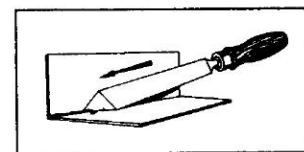


Рис. 28. Обработка паяного шва трехгранным шабером

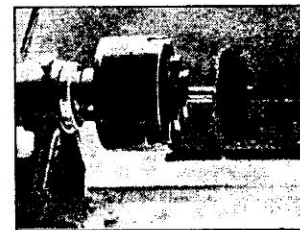


Рис. 29. Круглая стальная щетка для зачистки крупногабаритных деталей



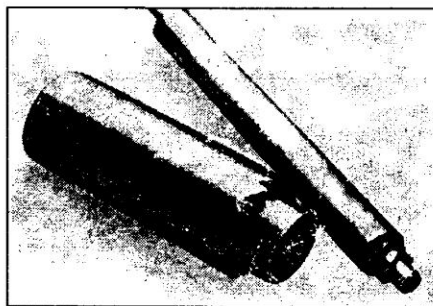
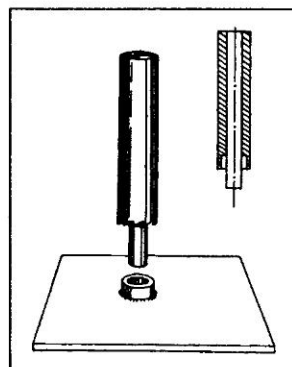


Рис. 30. Круглая фреза с цапфой



пайки залуживается, а на большой детали с тыльной стороны просверливаются одно или несколько отверстий, по которым и будет происходить пайка меньшей. Конечно, поверхность большой детали должна быть при этом гладкая, без вмятин и выступов. Замечу, что высокие детали с большим стыком, имеющим неправильную форму, смотрятся на модели не совсем хорошо.

Процесс изготовления вентиляционного раструба можно описать следующим образом:

- выштамповывается головка вентиляционного раструба из медного листа. При этом подкладывается свинцовая пластина. После каждого удара молотком заготовка нагревается и быстро охлаждается в воде, чтобы металл снова стал мягким;

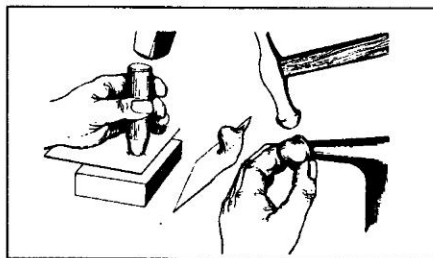
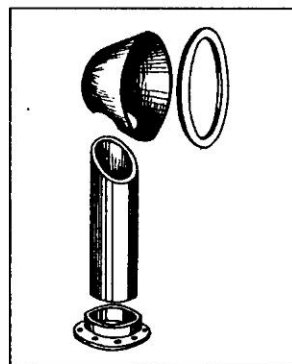


Рис. 31. Технологический процесс изготовления медного вентиляционного раструба



- деталь вырезается из листа и чеканом ей придается окончательная форма;
- на токарном станке вытачиваются труба, фланец и кольцо;
- фланец, труба, головка раструба и кольцо подгоняются друг к другу;
- спаиваются все детали;
- зачищаются паяные швы, вентиляционный раструб полируется.

### Склеивание металла

В последнее время в продаже появляется все больше сортов клея для склеивания металла. И в судомоделизме такие клеи, даже вместо пайки, применяются все чаще. Но начинающие моделисты частенько бывают разочарованы, когда склеенный узел вдруг распадается на детали. Это происходит по двум причинам. Первая — это недостаточные знания о технологии склейки, второе — неоправданная вера в «чудесный» клей. Необходимо знать, что данный клей может, а что не может, как прижать склеиваемые детали друг к другу, время застывания клея и т. п. Поэтому моделист должен иметь у себя различные сорта клея, чтобы правильно применять его при работе с разными материалами. Обычно эти сведения даются в инструкции, прилагаемой к покупному клею. Кроме того, для успешной склейки решающее значение имеет подготовка поверхности склеиваемых деталей.

Самый главный принцип в технологии склеивания металлов — абсолютно свободная от жира и пыли склеиваемая поверхность. Обезжиривание производится очищенным бензином или другими растворителями. Далее поверхность зачищается шабром, напильником или мелкой шкуркой, и сразу начинают процесс склеивания, стараясь не касаться склеиваемых поверхностей пальцами. Если это произойдет, то процесс обезжиривания придется повторить. Во время затвердевания клея нельзя трогать склеиваемые поверхности. Чтобы избежать случайной подвижки деталей, их нужно фиксировать зажимами или самоклеящейся лентой (скотч, изолента). Правильное применение клея и нормальный процесс



склеивания еще не гарантируют прочность склейки. Этому должна способствовать также соответствующая форма места склеивания. Дело в том, что клей хорошо сопротивляется нагрузкам сдвига, но изгибные нагрузки держит слабо.

### Оформление мест соединения деталей для склеивания

Для того чтобы клеевое соединение было прочным, необходимо, чтобы оно не работало на изгиб. Прочность клеевого соединения повышается также за счет увеличения поверхности склеивания. Для увеличения прочности места соединения деталей для склеивания оформляются соответствующим образом (рис. 32).

На металле всегда существует окисная пленка, которая может быть прочно соединенной с поверхностью металла, как у алюминия, или слабо, как у медных сплавов. Для последних наилучшим является клей на основе эпоксидной смолы. Применяют также дополнительное усиление клеевого соединения штифтами.

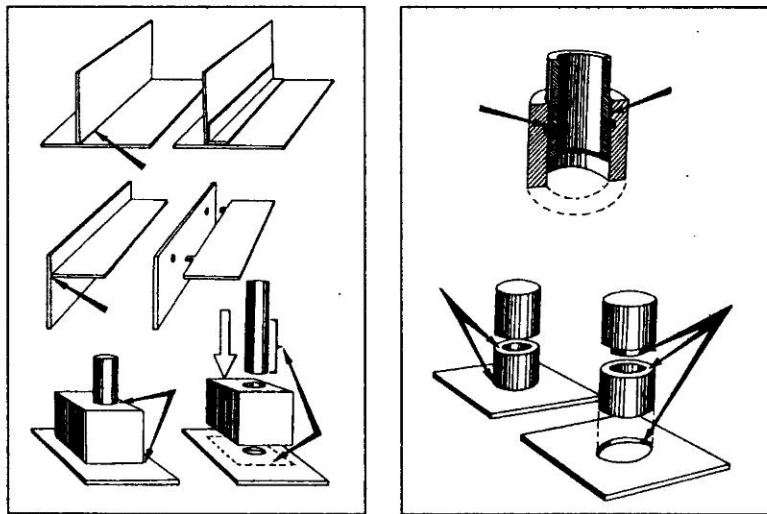


Рис. 32. Оформление мест клеевого соединения

Многие задаются вопросом: зачем же клеить детали, если клей создает такие сложности? Но не забывайте, что достоинства склеивания деталей превышают его недостатки. Освоить технологию склеивания гораздо быстрее и легче, чем пайку. Сами сборочные узлы изготавливаются быстрее, чище и с меньшими трудовыми затратами. Кроме того, этот метод позволяет соединять металлические детали с деталями из других материалов, что раньше возможно было делать только с помощью винтов или заклепок.

Для склеивания металлов модельстами чаще всего используются однокомпонентные жидкие клеи, такие как БФ-2, «Момент», «Суперцемент» и т. п. Очень много хороших клеев поставляет Германия, из которых самым пригодным для модельстов является «Fomifix». Часто используется и «Erasol», но он более вязкий, — может разжижаться при нагревании, что способствует его более легкому растеканию в местах склейки и уменьшению времени затвердевания.

Из двухкомпонентных клеев среди модельстов самое большое распространение получил эпоксидный клей. Его тоже можно нагревать. Такой разжиженный клей применяется при литье. Но об этом будет рассказано ниже.

#### Дополнительная литература

Справочник машиностроителя / Под ред. Э. А. Сатяля. — М.: Машгиз, 1963. Т. 5, гл. III—IV.

Бреполь Э. Теория и практика ювелирного дела / Под ред. Л. А. Гутовой, Г. Т. Оболдуева. — Л.: Машиностроение, 1982.

## Глава 4

### ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ

Большинство деталей в фабричном производстве (а не только в судомоделизме) проходит механическую обработку на различных станках. Сверление, токарная обработка и фрезерование — основные операции при

механической обработке, которые требуют наличия соответствующих станков и инструментов. Но моделист не обладает таким парком станков, какой имеется в обычной мастерской. Ручная электродрель — самый распространенный инструмент, а фрезерный станок — большая редкость для моделистов. Многие судомodelисты делают станки сами, пользуясь соответствующей литературой. В этой книге, конечно, об изготовлении станков речь не пойдет, но некоторые вопросы целесообразного применения того, что есть, и добавления различных приспособлений к имеющимся станкам будут рассмотрены.

### Ручная электрическая дрель и дополнения к ней

Электрическую дрель можно применять не только для сверления отверстий. К ней в торговой сети предлагается целый набор дополнительных приспособлений. Это циркулярная пила, шлифовальный круг, компрессор и т. д. Среди них есть и приспособления, превращающие дрель в маленький токарный станок. Все они, конечно, недешевы и в основном предназначены для обработки древесины. Моделист должен сам решить, что для него важнее. Но в любом случае первым надо приобрести приспособление, превращающее дрель в циркулярную пилу.

### Сверлильный станок

При изготовлении модели корабля требуется сверлить большое количество отверстий. Дрель не всегда выручает моделиста, особенно при сверлении отверстий диаметром менее 1,5 мм. Сверла такого диаметра в патроне трудно зажимать, а сломать их очень легко. Поэтому лучше иметь сверлильный станок. Он не дает боковых смещений и изгибов сверла, что сплошь и рядом происходит, если отверстие сверлится дрелью. О самодельном сверлильном станке будет рассказано во второй части книги. А здесь поговорим об инструменте.

### Сортамент сверл

Моделист просто обязан собрать комплект сверл и всегда иметь их запас. Сверла можно купить все сразу, а можно постепенно. Самыми необходимыми являются сверла диаметром от 0,3 до 1 мм, они должны быть в большом количестве, поскольку из-за малых размеров легко ломаются. Обычно при изготовлении масштабной модели корабля применяются сверла диаметром до 10 мм, а наиболее нужными являются сверла диаметром 1—5 мм.

Сквозные отверстия для крепежных винтов должны быть несколько больше номинального диаметра резьбы. В практике моделизма до диаметра 4 мм отверстия получаются несколько больше их точного значения. Для резьбы от 5 до 10 мм сверлятся отверстия на 0,2—0,5 мм больше. Таким образом дополнительно необходимо иметь сверла диаметром 5,2; 6,5; 8,5 и 10,5 мм.

### Нарезка резьбы

При изготовлении модели и приспособлений для ее изготовления очень часто требуется нарезать резьбу (рис. 33 и 34). Каждому диаметру резьбы соответствует определенный диаметр отверстия. Для изготовления модели достаточно иметь небольшое количество метчиков и сверл. Их номинальные размеры указаны в табл. 3.

Метчики и плашки достаточно иметь со стандартным шагом. Мелкий и крупный шаг резьбы обычно не применяется.

Таблица 3  
Диаметр отверстий под метрическую резьбу

Размер резьбы (метчик)	M1,4	M2	M3	M4	M5	M6	M8	M10
Диаметр отверстия под резьбу, мм	1,1	1,6	2,5	3,3	4,2	5,0	6,7	8,4 (8,5)

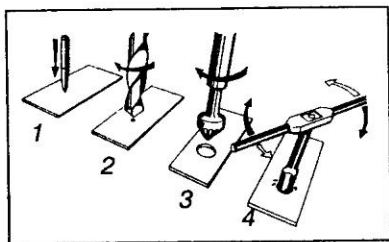


Рис. 33. Технологический процесс нарезания резьбы:

- 1 — накернивание места сверления отверстия;
- 2 — сверление;
- 3 — раззенковывание;
- 4 — нарезка резьбы

На болты, валы или штифты резьба нарезается плашкой. Их диаметр равен номинальному диаметру резьбы. Для нарезания резьбы метчиком в детали сверлится отверстие нужного диаметра. Далее метчик смазывается техническим вазелином и нарезается резьба.

Несмотря на то что сверла изготавливаются с очень маленькими отклонениями от номинальных размеров,

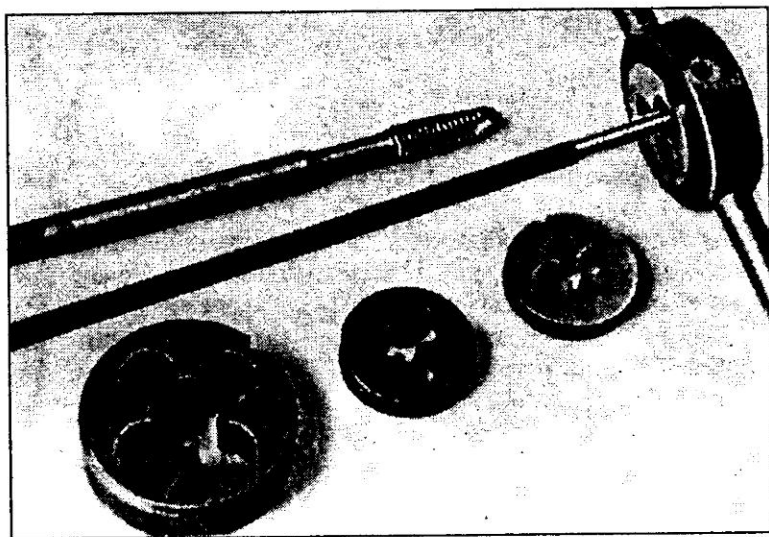


Рис. 34. Инструмент для нарезания резьбы: *вверху* — метчик, им нарезается внутренняя резьба (обычно используются два метчика — для предварительной и чистовой нарезки); *в середине* — плашкодержатель с плашкой и стержень с нарезаемой резьбой; *внизу* — плашки различных типоразмеров для нарезания резьбы на валах

обычно отверстие получается на 0,1—0,2 мм больше номинального. Если моделисту необходимо вал или штифт вставить в отверстие без зазора, то надо выполнить точное отверстие. Для этого служит развертка. О системах «вал — отверстие» с их допусками и посадками моделист может прочитать в соответствующей литературе, указанной в конце главы. Обычно в судомоделизме применяются валы диаметром 1; 1,5; 2; 3; 4; 5 и 6 мм.

### Развертывание отверстий

Точность отверстий диаметром 1 и 1,5 мм для моделиста вполне удовлетворительная. Для остальных диаметров с целью повышения точности сверления отверстий производится их ручное развертывание. Для этого берется сверло диаметром на 0,1—0,2 мм меньше номинального. После сверления проводится развертывание отверстий. Зажав развертку в вороток и с легким нажимом вращая ее по часовой стрелке, проходят отверстие. После этой операции получают точный диаметр и безупречно гладкую стенку отверстия.

### Точение древесины на токарном станке

Те моделисты, кто много работает с древесиной и предпочитает делать модели парусных кораблей, могут упростить изготовление мачт, рей и других круглых деталей, делая их на токарном станке. Для этого на своей домашней судовой верфи им необходимо подготовить оборудование для токарной обработки древесины. Если моделист приобретает деревообрабатывающий станок, к нему могут производиться дополнительные приспособления для превращения его в токарный станок по дереву. Примером такого универсального станка служит уже упоминавшийся станок «Умелые руки». На таких станках древесина обтачивается стамесками различной формы. Для получения качественных деталей моделисту необходима кое-какая практика. И вообще, учиться токарному делу моделисту лучше всего начинать именно с обработки древесины.

### Изготовление точеных деталей

Для токарной обработки металлов, пластмасс и других материалов лучше всего, конечно, иметь настоящий токарный станок. Это не стационарный заводской станок, а небольшой часовой токарный станок или специальный, для домашней мастерской. Некоторые опытные моделисты делают такие станки сами.

В настоящее время требования к качеству в судомоделизме настолько возросли, что без собственного токарного станка, или совместно приобретенного группой моделистов уже не обойтись. На это указывает большое количество точеных деталей на модели корабля. В самых исключительных случаях моделист, конечно, может выточить пушки или пару простых кнехтов, используя электродрель и набор надфилей. Но достигнет ли он нужного качества? Имея токарный станок, этого легче добиться. Так что станок все-таки необходим.

Не каждый моделист токарь по профессии, поэтому работе на станке ему надо учиться и читать соответствующую литературу. В этой же книге будут рассматриваться только вопросы, касающиеся изготовления деталей модели корабля. Может быть, при наработке достаточного опыта у моделиста появятся свои способы изготовления отдельных деталей, а также резцы и приспособления для токарной работы. При изготовлении моделей — копий настоящих кораблей необходимо добиваться как можно более точного совпадения формы и размеров деталей. Довольно часто точеные детали идут мелкой серией (до нескольких десятков). При их изготовлении основное внимание моделист должен обращать на качество. Особое значение при этом придается инструменту.

### Токарные резцы

К основным режущим инструментам для работы на токарном станке относятся резцы (рис. 35): проходной резец, подрезной, отрезной, расточной и др. Для каждого материала резцы имеют свою заточку. Углы заточки (см. рис. 7) для важнейших в моделизме металлов приведены в табл. 4.

Таблица 4  
Углы заточки резцов

Обрабатываемый материал	Угол $\alpha$ , °	Угол $\beta$ , °	Угол $\gamma$ , °
Сталь Ст 40	8	62	20
Медь	10	55	25
Латунь	8	82	0
Алюминий	10	66	14

Углы заточки резцов для обработки древесины примерно такие же, как и для меди, однако зависят от вида применяемой древесины. При работе с древесиной остро заточенный инструмент обеспечивает половину качества работы.

Для изготовления сложных деталей моделист должен продумать весь технологический процесс и виды применяемых резцов. Кроме того, необходимо предусмотреть способ закрепления детали в патроне станка, чтобы не пришлось зажимать уже обточенную на чисто поверхность. Если деталь для станка слишком длинная, нужно предусмотреть изготовление составной детали. Слишком тяжелые для модели детали делают полыми. При изготовлении большого количества деталей применяют фасонные резцы (рис. 36).

Самыми простыми фасонными резцами являются

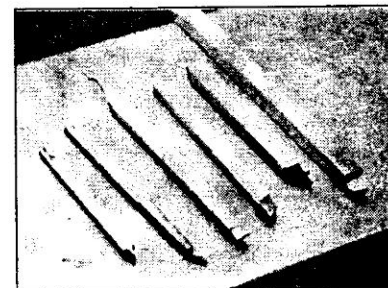


Рис. 35. Токарные резцы

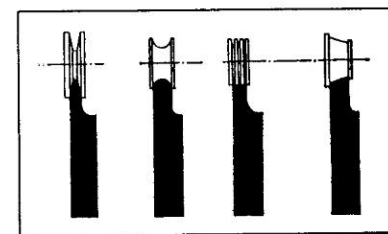


Рис. 36. Виды фасонных резцов



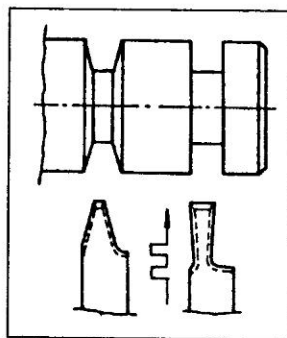


Рис. 37. Виды отрезных резцов

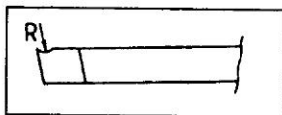


Рис. 38. Канавка на главной грани

вать коррозию деталей станка. Исключение составляет латунь, которую при обработке не смазывают.

Скорость обработки при всех токарных работах с отрезным резцом лучше выбирать пониже. Важна также правильная заточка отрезного резца (как показано на рис. 37, справа). Для работы со сталью, медью, алюминием, пластмассой, а также древесиной на отрезном резце необходимо

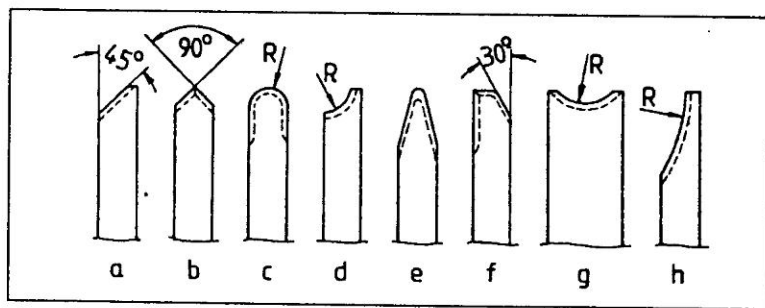


Рис. 39. Виды фасонных резцов

отрезные резцы (рис. 37). Ими можно делать в деталях канавки различной формы и ширины. Отрезной резец должен затачиваться на ширину канавки, поэтому для каждой канавки необходим свой резец. Лучше всего иметь отрезные резцы толщиной от 0,2 до 1 мм. Более широкие канавки можно делать этими же резцами, выводя их из канавки и перемещая вдоль детали на ширину канавки, а затем протачивая канавку на ту же глубину. Тонкий резец, бывает, обламывается, но это случается только в том случае, если паз заполнен стружкой. В такой ситуации помогает смазка детали маслом при помощи маленькой кисти. Воду не использовать: на больших скоростях вращения она отбрасывается с детали и может выз-

заточить на главной грани канавку  $R$  (рис. 38). Для обработки латуни эта канавка не нужна.

На рис. 39 показаны резцы для фигурной токарной обработки. Резцами  $a$  и  $b$ , снимаются фаски с углом  $45^\circ$  на различных деталях. Резцами  $c$  и  $d$  с различными радиусными скруглениями можно протачивать полукруглые канавки в деталях. Резцом  $f$  нарезаются резьбы. Резцами  $g$  и  $h$  можно изготавливать детали сферической формы на цилиндрической поверхности ( $g$ ) или на торце ( $h$ ). Фасонные резцы можно применять при обработке торцов или при расточке отверстий (рис. 40).

При заточке резцов с радиусом (рис. 39,  $c$ ) необходимо очень точно выдерживать радиус  $R$ . Для этого делается шаблон с чертежа детали (например, головки шпилья). Во время заточки резца руки должны иметь опору, чтобы не делать резких движений. Резец при заточке необходимо охлаждать, чтобы на нем не появились цвета побежалости (темно-коричневый, а тем более синий). Для этого рядом со шлифовальным кругом надо поставить емкость с водой. Если охлаждения не делать, то резец подгорит и его придется перетачивать заново.

Применение твердосплавных резцов в моделизме нерационально. Чаще всего моделисты делают резцы из старых напильников или других вышедших из строя инструментов, сделанных из хорошей инструментальной стали. Резцами  $c$  и  $d$  (рис. 39) можно обрабатывать и большие детали при ручной подаче, придавая, например, сферическую форму заготовке (рис. 41).

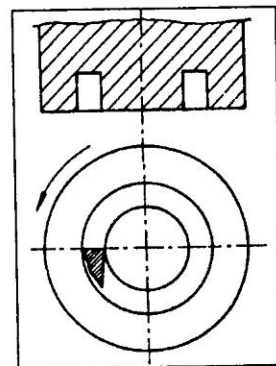


Рис. 40. Вытачивание кольцевой канавки на торце детали

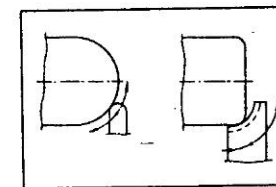


Рис. 41. Вытачивание сферических деталей фасонными резцами

### Изготовление иллюминаторов

Типичной и в то же время простой токарной деталью является иллюминатор (рис. 42 и 43). Его изготовление несложно. В рамку круглого иллюминатора необходимо вставить также выточенную из прозрачной пластмассы шай-



Рис. 42. Вытачивание рамы иллюминатора: 1 — точение наибольшего диаметра и длины рамы; 2 — точение диаметра и длины, вставляемых в место установки; 3 — сверление внутреннего диаметра; 4 — отрезание рамы от заготовки

бу, имитирующую стекло. Для этой цели вполне подойдет оргстекло. Из листа оргстекла нужной толщины выпиливается полоса и обтачивается на токарном станке. Ее внешний диаметр должен соответствовать внутреннему диаметру рамы. Отрезным резцом отделяется шайбочка от стержня и затем запрессовывается в рамку. Внешняя сторона оргстекла полируется зубной пастой до прозрачности. Можно отполировать и внутреннюю сторону шайбочки, но это надо делать не всегда. Сквозь нее будет виден внутренний интерьер каюты, а его моделисты обычно не делают.

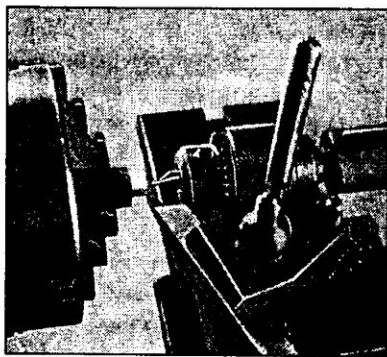


Рис. 43. Точение оргстекла

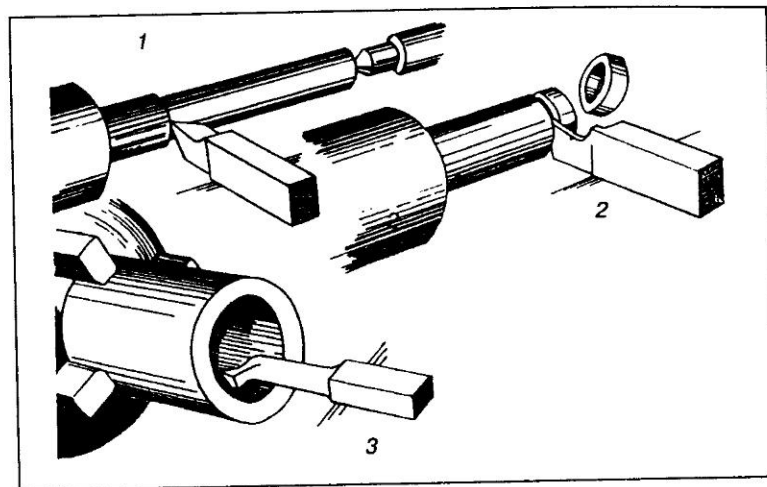


Рис. 44. Важнейшие виды токарной обработки деталей: 1 — точение внешнего диаметра (резец подается справа налево); 2 — подрезка торца и отрезание (резец отрезает шайбу или кольцо, подача производится от внешней поверхности к середине детали); 3 — расточка (расточной резец подается от внутреннего отверстия к наружной поверхности детали)

Моделисты, научившиеся точить простые детали, легко могут освоить технологию изготовления и более сложных (рис. 44).

### Изготовление деталей сферической формы

При точении широкими резцами в детали иногда возникают вибрации в акустическом диапазоне. Следы этих вибраций могут оказаться на обрабатываемой поверхности детали. Этот недостаток устраняется многими способами. Например, необходимо уменьшить скорость вращения шпинделя, применить смазку, уменьшить выбег резца и детали, подложить под резец дополнительную прокладку. В конце концов, прошабрить обработанную поверхность шабером.

До сих пор рассказывалось о резцах, которые легко можно было заточить на шлифовальном круге. Но не всякий резец после заточки сохраняет прежнюю форму, и тогда детали,

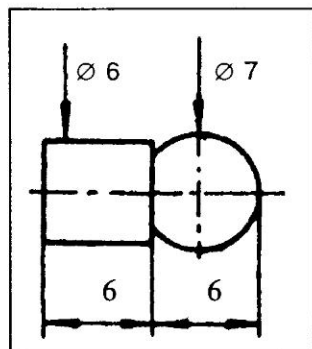


Рис. 45. Эскиз имитатора якорной мины

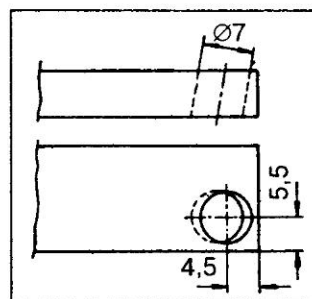


Рис. 46. Сверление отверстия в заготовке резца

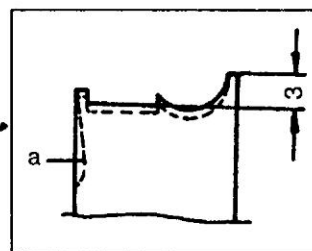


Рис. 47. Готовый самодельный резец

сделанные позже, будут отличаться от сделанных ранее. Можно сделать (не заточить!) формообразующий резец самому так, что при заточке форма резца меняться не будет. Рассмотрим этот процесс на примере изготовления якорной мины совместно с якорем (рис. 45).

Для изготовления этого резца необходимо иметь кусок инструментальной стали размером  $15 \times 5 \times 40$  мм. На его краю надо просверлить отверстие диаметром 7 мм под углом примерно  $10^\circ$  к вертикали (рис. 46). Чтобы отверстие не сверлить на косою поверхности, надо вначале просверлить предварительное отверстие меньшего диаметра, а затем повернуть заготовку на угол  $10^\circ$  и просверлить необходимое отверстие. После этого с помощью фрезерного станка изготавливается резец (рис. 47). Угол  $10^\circ$  выдерживается и здесь. Потом опиливается боковая плоскость *a*.

При точении резцом надо стараться, чтобы на заготовке возникла сфера диаметром 7 мм (рис. 48). Готовая деталь отрезается от стержня по канавке *a* обычным отрезным резцом. Но прежде чем работать с самодельным формообразующим резцом, его необходимо закалить (см. ч. II, гл. 2). Такой резец надо остро заточить по главной грани на угол около  $5^\circ$ . По этой

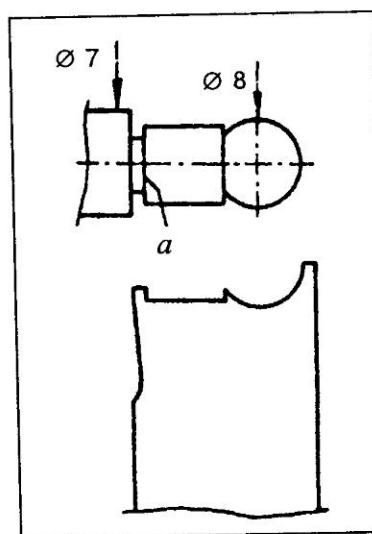


Рис. 48. Схема изготовления деталей

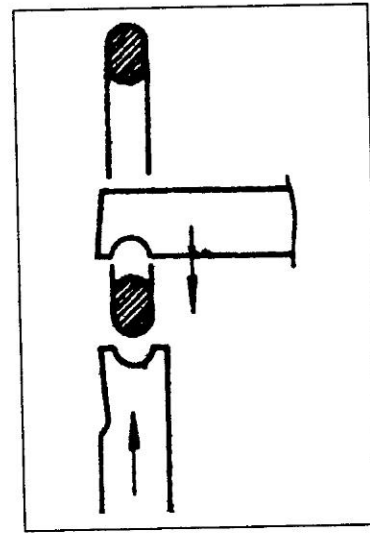


Рис. 49. Вытачивание спасательного круга на станке

грани его можно затачивать и в дальнейшем без опасения, что форма изменится.

Дальнейшим развитием типов резцов для получения сферической формы являются резцы для вытачивания спасательных кругов. Изготавливается два таких резца: формообразующий для внешней поверхности и формообразующий расточной (рис. 49). Сначала обтачивается внешняя поверхность спасательного круга, а затем расточной резец обрабатывает внутреннюю поверхность и одновременно отрезает круг от заготовки. Далее на наждачной бумаге зачищаются от заусениц боковые стороны круга, к нему приклеивается нитка с помощью тонкой бумажной полоски. Спасательный круг готов.

#### Изготовление на токарном станке деталей сложной формы

Можно самому сделать резцы, аналогичные применяемым в крупносерийном производстве на токарных автоматах. Технология изготовления таких резцов сложнее,

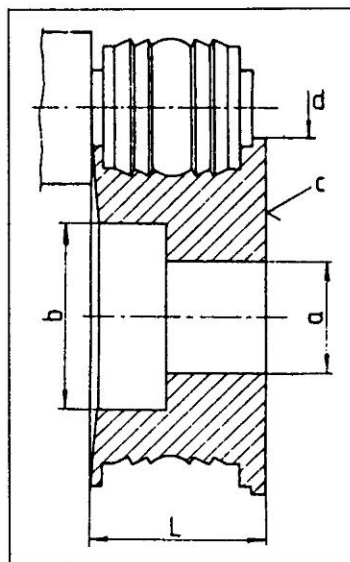


Рис. 50. Чертеж резца в масштабе 10:1

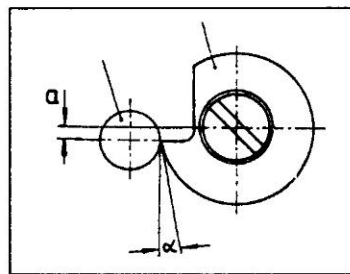


Рис. 51. Готовый резец в рабочем положении

но достаточно иметь заготовку диаметром  $d$ , равным 25—30 мм. Именно от этого диаметра и отсчитывается контур, полученный на чертеже. Если заготовка длинная, то необходимо сначала обточить начисто внешний диаметр заготовки, потом отрезным резцом сделать канавку по длине  $L$ . После этого выполнить контур резца, просверлить отвер-

поэтому их приходится делать, если детали изготавливаются часто и имеют сложную форму. Классическим примером такой детали является стекло для фонарей корабельных огней, которое вытачивают из прозрачной пластмассы — желтой, красной, зеленой и бесцветной. Форма такого стекла сложная, оно состоит как бы из нескольких колец. А корабельные огни должны быть на каждой модели корабля, строившегося в XX в.

Изготовление такого резца начинают с чертежа в масштабе 10:1 по отношению к масштабу модели (рис. 50). По форме стекла фонаря на чертеже получается контур резца. В цилиндрической заготовке из стали сверлится отверстие  $a$  и раззенковывается под головку винта М6  $b$ . Далее острым резцом на внешней поверхности заготовки вытачивается контур по чертежу. Заканчивается работа обточкой торцевой плоскости  $c$ . Для таких резцов обыч-

стие под винт и расточить его под головку винта. Потом болванку можно отрезать от заготовки. На цилиндрической болванке получается обратный (негативный) контур детали. Затем на абразивном круге срезается часть цилиндра. Рис. 51 поясняет, как возникает угол  $\alpha$  между резцом и деталью. Размер  $a$  выбирается в зависимости от диаметра резца и равен 3—5 мм. Последняя операция — закалка и отпуск готового резца. После термической обработки резец необходимо остро заточить. Это лучше сделать на алмазном круге либо воспользоваться алмазным бруском. Резец крепко привинчивают к стальному бруску винтом М6. При этом надо обратить внимание на то, чтобы главная грань резца была горизонтальна.

При работе с таким резцом нужно соблюдать следующие правила:

- точение прекращается до отделения детали;
- под резец непременно нужно подложить тонкую жезь;
- заготовка и резец зажимаются с небольшим выбегом;
- заготовка сначала обтачивается до нужного диаметра;
- устанавливается самое малое число оборотов шпинделя;
- при точении детали применяется смазка;
- заготовка может быть из пластмассы, алюминия или латуни, сталь не применяется.

Кроме того, надо следить, чтобы при резании не возникало акустических вибраций.

Как затачивать такой затупившийся резец, показано на рис. 52. При такой заточке угол остается постоянным.

На рис. 53 показаны детали, которые в больших количествах устанавливаются на модель. Именно для таких деталей выгодно делать формообразующие фигурные резцы, описанные выше. При этом

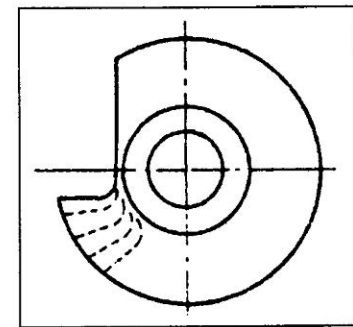
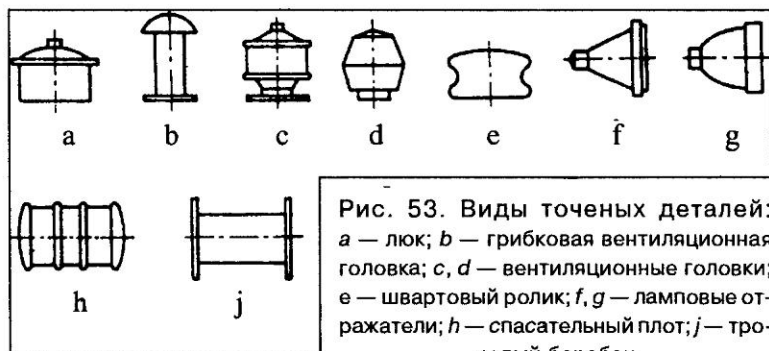


Рис. 52. Заточка круглого резца





резец не должен отрезать деталь до получения на ней необходимой формы и размеров. Для этого на детали оставляется канавка, и затем используется отрезной резец. Если так не делать, то большая сила резания будет просто отламывать деталь, точение которой еще не закончено.

### Точение крупногабаритных деталей сложной формы

На модели могут быть крупногабаритные детали круглого сечения, которые невозможно выточить одним фигурным резцом. Примером такой детали может служить поплавок трала на минном тральщике. Здесь работу также надо начать с десятикратного увеличения размеров и вычерчивания увеличенной детали на миллиметровке. При этом не обязательно вычерчивать обе половины детали. Ножка *a* (рис. 54), на которой заготовка остается до полного изготовления, формируется широким отрезным резцом. Для

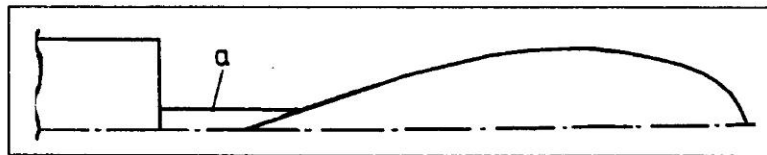


Рис. 54. Чертеж детали в масштабе

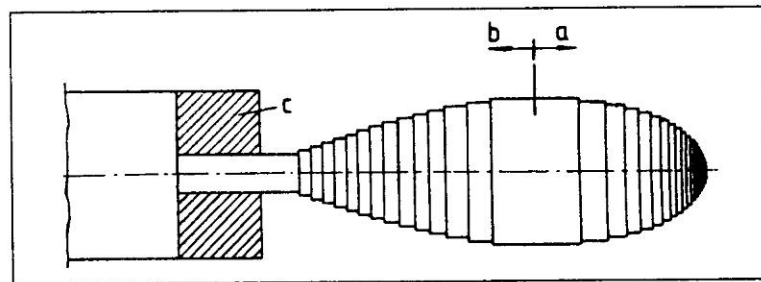


Рис. 55. Точение крупногабаритной детали сложной формы

дальнейшей обработки в резцедержатель ставятся правый и левый подрезные резцы. На детали точат ступеньки высотой 0,1 мм (0,2 мм на диаметр), при этом длину соответствующей ступеньки берут с чертежа, выполненного на миллиметровке. Если длина ступеньки равна на чертеже 15 мм (в масштабе 10:1), то длину ступеньки на станке выполняют равной 1,5 мм (рис. 55).

Можно не применять левый подрезной резец, а точить заднюю половину детали *b* отрезным резцом. Переднюю половину *a* лучше точить правым подрезным резцом. При использовании отрезного резца и большом усилии резания при поперечной подаче можно обломить деталь по ножке. Далее острым трехгранным шабером (рис. 56) стачиваются ступеньки и деталь зачищается шкуркой на станке.

При этом скорость вращения шпинделя не должна быть высокой, чтобы не получить травму. Шабер необходимо

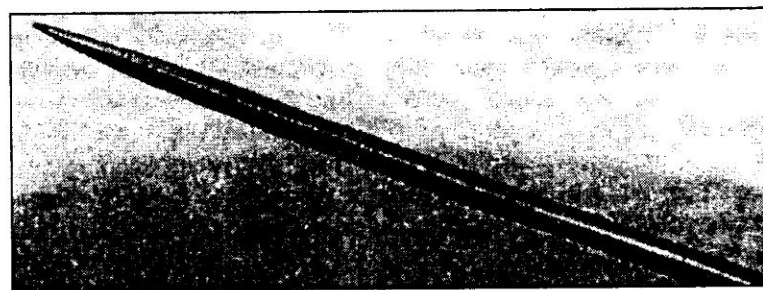


Рис. 56. Трехгранный шабер для работы на токарном станке

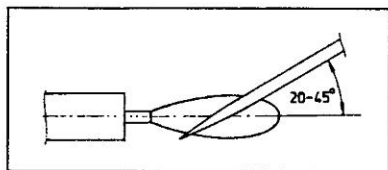


Рис. 57. Схема первого способа обработки детали

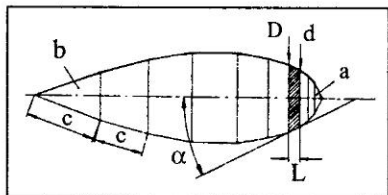


Рис. 58. Точение детали сложной формы с использованием конусов

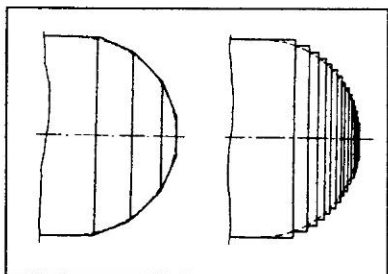


Рис. 59. Деталь сложной формы, выточенная первым и вторым способами

Точение вторым способом уже требует от моделиста некоторого опыта по вытачиванию конусных поверхностей, хотя он и менее трудоемкий, чем первый. Ребра на детали после обтачивания также срезаются шабером, затем деталь зачищается шкуркой и отрезается от заготовки.

держат под углом  $20-45^\circ$  к оси заготовки (рис. 57). После этого деталь отрезается от заготовки.

Второй способ подобен описанному, но здесь можно применять проходной резец. На чертеже к кривой проводятся касательные. От точек пересечения касательных опускают перпендикуляры к оси. Таким образом получается фигура, состоящая из усеченных конусов (рис. 58), для каждого такого конуса снимаем с чертежа диаметры  $D$  и  $d$ , а также длину  $L$ . Для первого конуса  $d=0$ . Определяем  $\operatorname{tg}\alpha = (D - d)/2L$  и по таблице находим угол конусности. Верхний суппорт токарного станка при изготовлении детали этим способом поворачивается на этот угол, но длина  $L$  измеряется неточно. Поэтому лучше определить на чертеже длину образующей конуса, равную  $L/\cos\alpha$ , и измерять ее. Этот размер контролировать легче.

### Точение деталей, не имеющих в дальнейшем цилиндрической формы

Токарный станок позволяет быстро изготовить множество деталей, не имеющих форму цилиндра. Но при этом такие детали должны иметь осевую симметрию. К ним относятся, например, утки, уключины весел на шлюпках и т. п. (рис. 60).

Форму поперечного сечения токарной детали задает форма самой детали. После вытачивания деталь фрезеруется или стачивается надфилем и шкуркой до необходимой толщины. Вообще, для деталей в больших количествах моделист должен попытаться разработать технологию их изготовления на токарном станке. Это значительно сократит время изготовления деталей и улучшит их качество.

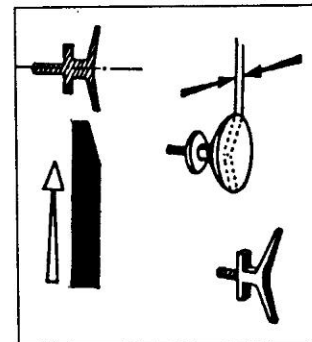


Рис. 60. Изготовление уток на токарном станке

### Фрезерование на токарном станке

В зависимости от типа корабля и применяемого масштаба иногда приходится изготавливать тросовые блоки из металла. По ширине блока от профильного стержня отделяется заготовка. Затем ей придают форму блока и зачищают. Шкивы блока вытачиваются из металла отдельно и вставляются в блок (рис. 61). Из таких профилей можно изготовить большое количество деталей модели.

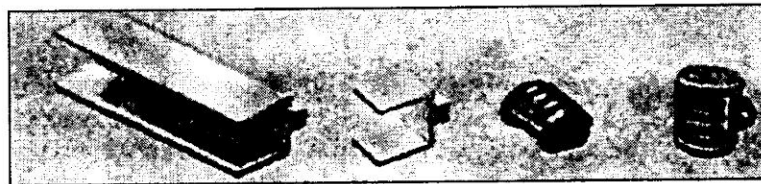


Рис. 61. Изготовление блока из металла

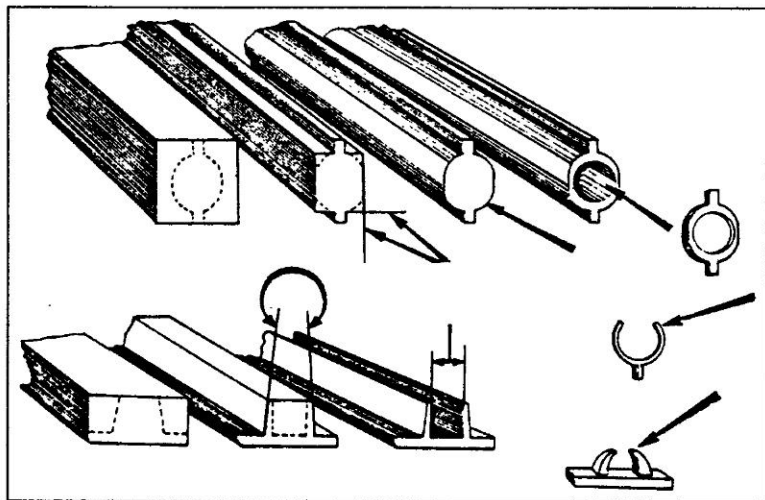


Рис. 62. Изготовление ключин и киповых планок из профилей

Стойки на фальшборте для коечных сеток у парусных кораблей, киповые планки, утки, металлические накладки блоков, ключины шлюпок и многие другие детали изготавливаются этим методом (рис. 62). При этом значительно экономится время.

### Отпиливание деталей от заготовки

Для усиления фальшборта часто применяются детали различного профиля (рис. 63). При этом моделисту необходимо изготовить много одинаковых деталей. При выпиливании их лобзиком из жести затрачивается много времени. Применение станка и в этом случае значительно его экономит.

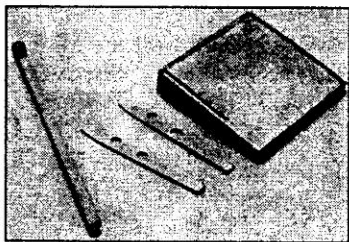


Рис. 63. Заготовка и детали для усиления фальшборта

На станке из металла или пластмассы изготавливается стержень, имеющий необходимый профиль. Для отделения от него деталей применяется

дисковая фреза толщиной 0,5 мм и диаметром 63 мм. Фреза закрепляется гайками на валу, вал зажимается в патрон токарного станка. Заготовка зажимается в резцедержатель. Для закрепления заготовки в резцедержателе при изготовлении профильного стержня надо предусмотреть способ ее закрепления. Включается станок, и при помощи поперечной подачи от стержня отделяется готовая деталь. Продольной подачей устанавливается толщина отрезаемой детали. Качество такой детали довольно высокое. Достаточно мелкой шкуркой зачистить ее поверхность. Можно это сделать и на шлифовальном круге.

### Сортамент фрез

Для судомоделизма характерно то, что очень многие детали имеют одинаковые функции от модели к модели, но могут меняться их размеры и форма. Поэтому моделист должен стремиться приобретать универсальные инструменты. Таким образом, при приобретении или самостоятельном изготовлении инструментов и приспособлений особое внимание необходимо уделять их универсальности.

Для начала моделисту необходимы пальчиковые фрезы диаметром 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8 и 10 мм. Для фрезерования больших поверхностей достаточно иметь фрезу диаметром 25 мм (рис. 64).

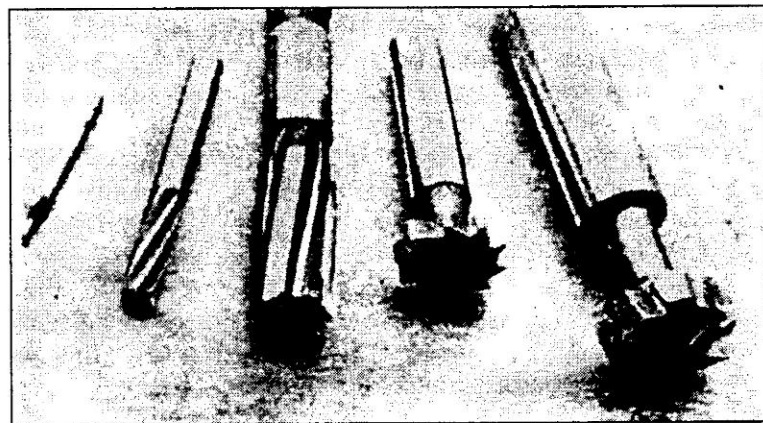


Рис. 64. Фрезы для изготовления деталей модели

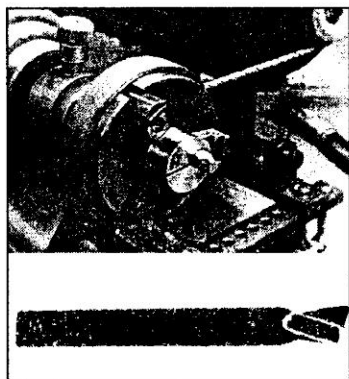


Рис. 65. Самодельная фреза

Такие фрезы работают довольно хорошо при небольшой подаче и большой скорости вращения шпинделя.

### Применение делительной головки

Это приспособление позволяет получать из цилиндрической заготовки многогранные профили, причем грани могут быть расположены под разными углами.

Делительная головка состоит из корпуса, который зажимается в резцедержателе, цангового зажима, делительного диска с отверстиями и фиксирующего штифта (рис. 66).

Кто из модельстов не сможет сам сделать такое приспособление, пусть попробует заказать в механической мастерской. При его изготовлении необходимо помнить, что ось зажима должна совпадать с продольной осью шпинделя. Чертежи такой головки модельст может посмотреть во II части книги. Во всех случаях подобное приспособление экономит модельсту массу времени и позволяет значительно повысить качество деталей. К его недостаткам относятся длительное время установки на станке и наладки и относительно большой расход материала при обработке. Но тем не менее преимущества очевидны: высокая точность

Чтобы изготовить детали определенной формы и снять фаски под различными углами, необходимо изготовить сравнительно простые приспособления, которые способствуют повышению универсальности токарного станка.

Фрезы можно сделать и самому, используя для этого сломанные спиральные сверла или токарные центры (рис. 65). Режущая часть укорачивается в длину до 3—5 мм и затачивается, как показано на рисунке.

полученных деталей, хорошее совпадение их форм, возможность легко изготовить множество одинаковых деталей и получение деталей модели с хорошо выраженными гранями и хорошим качеством поверхности.

Делительная головка применяется не только для фрезерования сложных профилей. С ее помощью можно получать радиальные и осевые отверстия под любыми углами к оси заготовки. Для этого в патрон станка вместо фрезы зажимается сверло, и для сверления отверстий используются поперечная и продольная подачи.

Для имитации болтов модельсты часто вставляют во фланцы макетов станин и тумб кусочки проволоки. Такие фланцы очень просто просверлить при помощи делительной головки. Здесь также можно сверлить кольца штурвалов, стволы револьверной пушки, ступицы гребных винтов и другие подобные детали. И даже, используя такую делительную головку, можно изготавливать корабельные винты. Проще всего для такого винта делать лопасть со

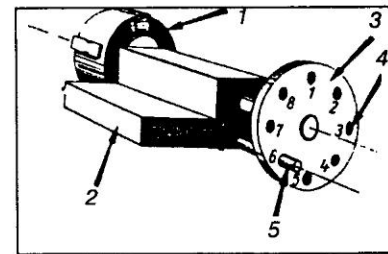


Рис. 66. Делительная головка:

- 1 — зажим; 2 — корпус;
- 3 — делительный диск с отверстиями 4;
- 5 — фиксирующий штифт

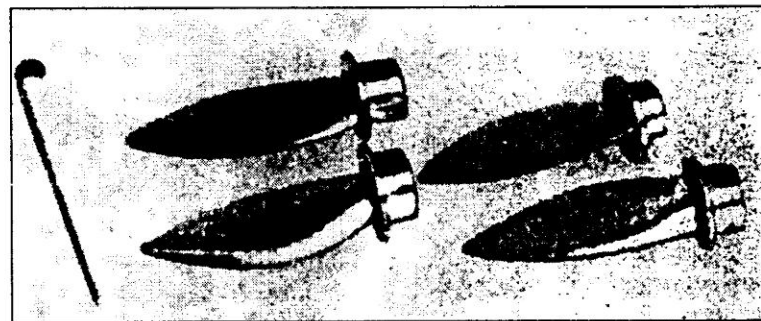


Рис. 67. Лопасти с фланцем для корабельного винта



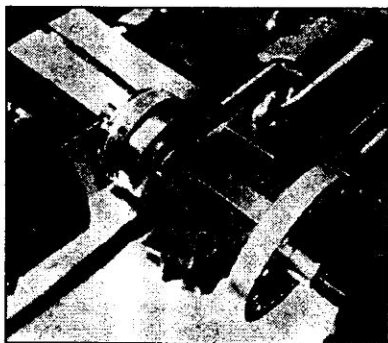


Рис. 68. Сверление отверстий в ступице винта с помощью делительной головки

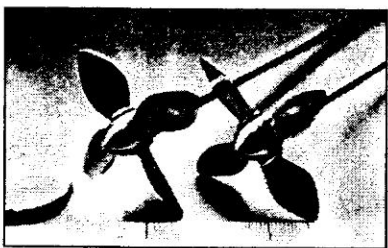


Рис. 69. Готовые корабельные винты

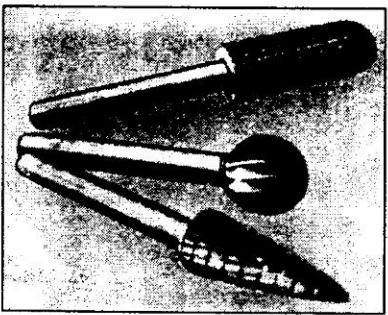


Рис. 70. Микрофрезы

штифтом, а в случае необходимости — и с фланцем. Затем в ступице с помощью делительной головки сверлятся отверстия для вала и лопастей (рис. 67—69).

Лопасть укрепляется штифтом в соответствующем отверстии ступицы. Таким способом можно точно и быстро изготовить 2, 3, 4- или 5-лопастные винты. Если на ступице необходимо выполнить плоскость для фланца, то нужно произвести фрезерование ступицы также с применением делительной головки, не вынимая ступицу из приспособления.

При фрезеровании любых деталей необходимо сильно зажимать заготовку в резцедержателе или приспособлении. Поэтому надо всегда продумывать способ крепления заготовки на станке.

### Микрофрезы

Такие фрезы применяются в инструментальном производстве, в зубо-врачебных кабинетах или используются граверами при написании подарочных надписей на стекле или металле. Фрезы имеют различную форму (рис. 70).

Эти фрезы используются в бормашинах и применяются при ручном изготовлении изделий сложной формы. Но модельист может смело их использовать для фрезерных работ на своем токарном станке, зажимая в патрон. Только заготовку в резцедержателе не зажимают, а держат в руках. Естественно, в этом случае нужна предельная осторожность.

Микрофрезами обрабатывают выпуклые или вогнутые поверхности деталей при окончательной их доводке. Такую работу тоже приходится делать довольно часто. При изготовлении полых корпусов с тонкими стенками этот инструмент бывает очень кстати. Здесь может обрабатываться корпус модели или корпус шлюпки как снаружи, так и внутри. Микрофрезы можно также использовать при изготовлении украшений или при очистке поверхности металлических деталей, изготовленных литьем. В данной главе рассмотрим изготовление корпуса спасательной шлюпки.

### Изготовление корпуса спасательной шлюпки

Обычно шлюпку для модели делают из древесины. Технологический процесс изготовления шлюпки показан на рис. 71.

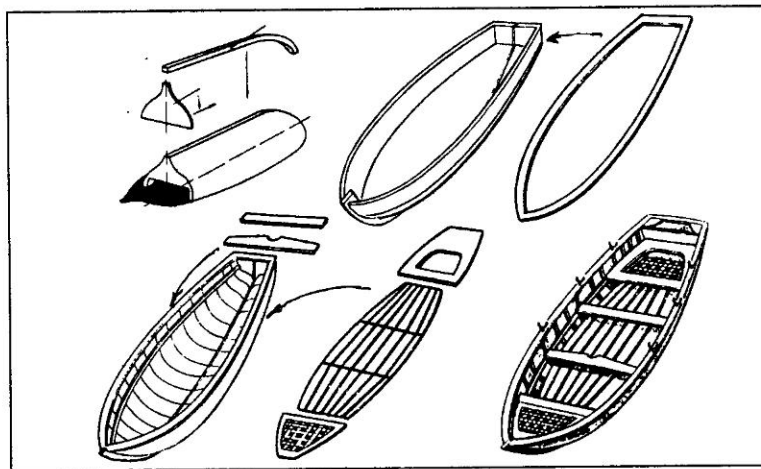


Рис. 71. Технология изготовления шлюпки



Рис. 72. Изготовление макета шлюпки с использованием микрофрез

стенку в такой детали при помощи ножа и стамесок очень нелегко. С использованием микрофрез это сделать гораздо проще и быстрее. Резать из одной заготовки лучше сразу две шлюпки, поскольку чаще всего их устанавливают на кораблях парами по левому и правому борту (рис. 72).

Материалом служит древесина клена или груши. Сначала грубо обрабатывается резаком внешняя поверхность, а затем стамесками также обрабатывается внутренняя поверхность. После этого с помощью микрофрез внешней поверхности окончательно придается необходимая форма, а затем так же поступают и с внутренней поверхностью. При этом все время контролируется толщина стенки. Движения должны быть легкими и плавными, чтобы воспрепятствовать нежелательным разрывам стенки. Наконец, на носу шлюпки резаком делается острый угол (рис. 73). Внутренние и внешние поверхности шлифуются мелкозернистой наждачной шкуркой, и оболочки

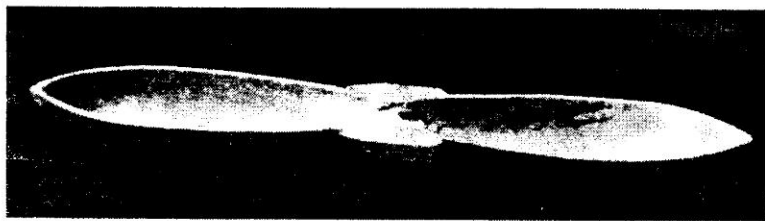


Рис. 73. Готовые оболочки для корпусов шлюпок

Даже если шлюпка окрашена снаружи, внутри она имеет цвет натурального дерева и покрыта лишь бесцветным лаком. Большие макеты шлюпок обычно делаются путем их обшивки по шпангоутам на деревянной болванке. Для маленьких макетов оболочка изготавливается из одного бруска мелкослойной твердой древесины. Сделать тонкую

корпуса отделяются от заготовки. Затем к корпусу приклеивается транец и устанавливается внутреннее оборудование.

Применение микрофрез не ограничивается обработкой деревянных деталей. Ими можно зачищать паяные швы, делать овальные отверстия у якорных клюзов. Вообще, применение микрофрез облегчает изготовление якорного оборудования. С их помощью можно обрабатывать лапы якорей, профилированные якорные штоки, сложные формы стопоров якорной цепи. Лучше всего с этим справляется конусная микрофреза. Латунь для обработки микрофрезами — самый благодатный материал, ее поверхность после обработки бывает почти безупречной. С появлением некоторого опыта моделист сам найдет новые области применения этого инструмента.

#### *Дополнительная литература*

Справочник машиностроителя / Под ред. Э. А. Сатяля. — М.: Машгиз, 1963. Т. 5, гл. II.

Ятченко С. В. Токарное дело. М.: Гос. изд-во сельскохозяйственной литературы, 1954.

## ГЛАВА 5 ПРИМЕНЕНИЕ ЛИТЬЯ

Так как большинство моделистов делает модели в домашней «верфи», в данной главе не будем останавливаться на вопросах литья латуни и бронзы. Эти материалы требуют для литья температуры, которую можно получить только устройством довольно сложных печей.

Наиболее пригодные металлы для литья в домашних условиях — это цинк, свинец и олово, а также их сплавы (такие, как знаменитый «третник» широко применяемый для пайки радиодеталей). В отечественной литературе по судомоделизму обычно советуют изготавливать литейные формы из гипса. И хотя такие формы просты в изготовлении, добиться качественной отливки при применении этих форм очень сложно. В этой главе рассмотрим другие способы, дающие качественные отливки.

### Литье из свинца и цинка

Наиболее оптимальные размеры для литья деталей из этих металлов — от 35 до 45 мм по длине и ширине. Для создания литейной формы требуется определенный опыт и трудовые затраты. Поэтому форму лучше делать, если на модели большое количество одинаковых деталей. Для литья из цинка форму можно изготовить из дюралюминия, латуни, меди или хорошо обрабатываемой стали.

### Формы для литья из цинка и других легкоплавких металлов

Литейная форма обычно состоит из двух частей. Но могут быть и более сложные литейные формы — из трех или более частей. Само по себе проектирование литейных форм уже является сложной конструкторской задачей.

Рассмотрим на примере изготовления ручного штурвала, как получается литейная форма. Обычно таких деталей для модели требуется много: для палубной артиллерии, для горловин вентиляторов и т. п. В данном случае литейная форма состоит из верхней и нижней половин, которые пришлифовываются и прочно скрепляются друг с другом (рис. 74). Затем в верхней пластине сверлится сквозное отверстие для литника, заходящее на глубину 1 мм на нижнюю пластину.

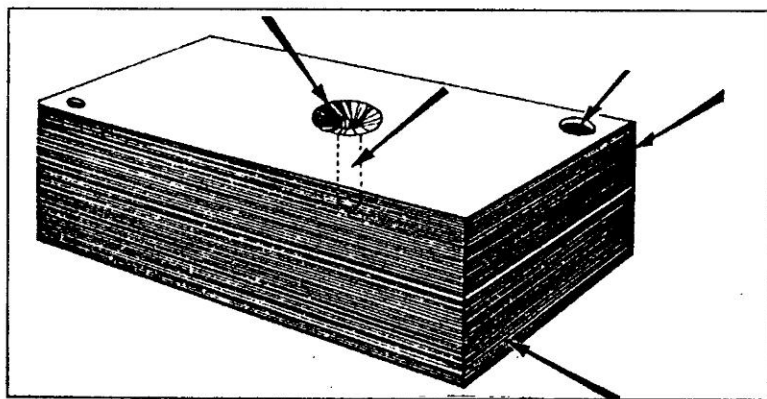


Рис. 74. Литейная форма для литья легкоплавких металлов

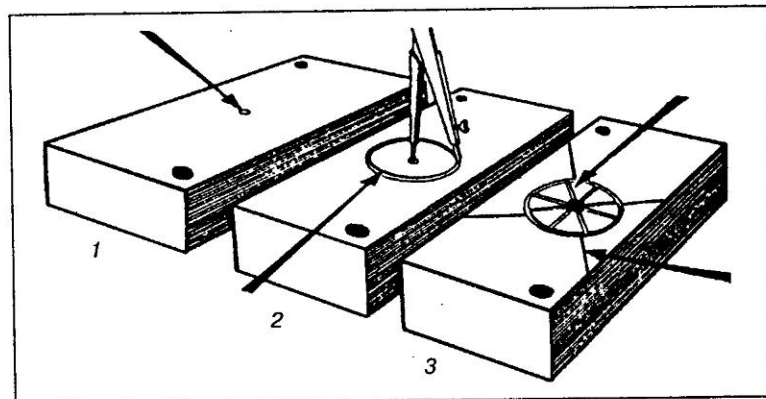


Рис. 75. Процесс гравирования ручного штурвала в нижней полуформе

На нижней пластине от центрального отверстия, которое будет ступицей штурвального колеса, гравировается сам штурвал: сначала острым циркулем прорезается окружность, а затем полукруглым штихелем гравироваются спицы колеса. Качество и глубина гравированной формы контролируются кусочком пластилина, на котором отпечаток формы даст вид литой детали. На верхней пластине проводятся аналогичные операции, при этом надо быть очень внимательным, так как верхняя и нижняя полуформы должны строго совпадать. Поэтому необходим постоянный контроль при помощи пластилина (рис. 75). Кстати, верхнюю полуформу желательно сделать из двух половин, чтобы литник не мешал изъятию отливки из формы.

Штихеля для гравировки можно сделать из старых, отслуживших свой срок напильников или надфилей. (Как их сделать, можно узнать в соответствующей литературе, где рассказывается о художественной гравировке металлов, например в книге Бреполя «Теория и практика ювелирного дела».)

Спицы колеса надо гравировать только в нижней полуформе, тогда изготовление литейной формы значительно упростится. После гравировки литейная форма еще не пригодна для литья. Необходимо в верхней полуформе засверлить небольшое коническое углубление, используемое в

качестве литника. В пустотах литейной формы находится воздух, и, если его не удалить, в отливке получатся раковины. Для выхода воздуха из формы в процессе литья кончиком штихеля процарапываются мелкие риски от мест, наиболее удаленных от литника, и от мест, где сосредоточивается наибольший объем металла, до границы литейной формы. Эти риски будут служить воздушными каналами.

### Процесс литья легкоплавких металлов

Чтобы литые детали получались качественными, необходимо нагреть литейную форму на плитке примерно до 150°, иначе форма будет отнимать много тепла и мелкие фрагменты детали, а также области, расположенные далеко от литника, могут металлом не залиться. Цинк (свинец) плавится в стальном или медном тигле (можно использовать обычную стальную ложку) на газовой плите и немедленно выливается в литейную форму. Как только расплав застынет, форму нужно раскрыть. Острым инструментом, после полного остывания детали, удаляются литник, облой и нити воздушных каналов. Деталь очищается и обрабатывается до необходимого качества.

В рассмотренном примере речь шла о несложной детали. Моделисту нужно начинать именно с таких простых деталей. Позднее можно перейти и к более сложным отливкам. Носовые фигуры, гербы, украшения корпуса, блоки, профилированные крышки люков, решетки, опоры фальшборта — это лишь небольшой перечень деталей, которые можно изготавливать методом литья из легкоплавких металлов.

### Литье по выплавляемым моделям

Ранее рассказывалось, как выполнить форму для многократного использования. Такую форму сделать довольно сложно. Метод, описанный ниже, позволяет упростить изготовление формы, но использовать ее можно будет только один раз. Из воска изготавливается деталь с литником и воздушными каналами, необходимая моделисту

(например, носовая фигура парусного корабля). Затем эта деталь обмазывается эпоксидным клеем и посыпается мелким речным песком (желательно без примесей). После полимеризации смолы процесс намазывания клеем и обсыпки песком повторяется до тех пор, пока на детали не получится слой толщиной 2—3 мм. После этого форма снова обмазывается клеем и оставляется полимеризоваться в горячей плите, причем воск, вытекающий из формы, надо аккуратно собрать в какую-нибудь емкость для повторного использования. После полимеризации смолы форму необходимо поместить в кастрюлю с кипящей водой и кипятить в ней около 2 ч, чтобы выплавить из формы весь воск. Затем вытащить литейную форму из воды и как следует просушить в горячей плите. Осмотреть полученную литейную форму, продуть ее изнутри воздухом от песка, залитые воздушные каналы прочистить. Теперь нужно поставить литейную форму в консервную банку с насыпанным на дне слоем песка литником вверх и засыпать песком до уровня выхода воздушных каналов. Литейная форма готова для заливки металлом. После застывания металла в литейной форме деталь очищается от песка с эпоксидкой, обрезается литник и металл, заполнивший воздушные каналы (так называемые выпоры). Обычно после этого деталь не требует дальнейшей обработки. Качество поверхности будет такое же, как и у восковой модели.

### Искусственные смолы как материал для литья

Описанная технология литья из легкоплавких металлов для начинающего моделиста достаточно сложна. При этом достать необходимые материалы не всегда возможно, хотя можно использовать корпус отечественных батареек типа КБС-Л, который делался из цинка. И все-таки начинающий моделист может выполнить литые детали: для этого достаточно иметь пластилин и эпоксидный клей. Для получения большого количества отливок необходимо иметь модель, выполненную из металла, дерева или пластмассы. Затем на гладкой пластилиновой плитке делаются отпечатки



этой модели столько раз, сколько нужно деталей для модели корабля (с небольшим запасом). Готовят эпоксидный клей и заливают им эти отпечатки. Как только смола полностью полимеризуется, отливка вынимается из литейной формы и обрабатывается водостойкой шкуркой. С меньшими затратами труда эти детали едва ли можно сделать. Этот метод литья особенно подходит для деталей, одна сторона которых закрыта другими деталями (например, дверей, люковых крышек, цапф орудийных лафетов, цепных стопоров, стенок ящиков, табличек с названием, барельефов, фигур на переборке и т. п.)

Если литейную форму для литья легкоплавких металлов надо гравировать в металлической или гипсовой пластине, то для литья из эпоксидной смолы необходимо делать литейную модель. Что легче — решать моделисту.

### Литейные модели

Литейные модели формуются в формовочную массу. При этом возникающие пустоты в этой массе являются формообразующими для литых деталей. Литейную модель сделать не так просто, поэтому сложные детали можно изготавливать из более простых отливок. Например, объемную фигуру для парусного судна можно склеить из двух половин — передней и задней, которые отливаются отдельно.

Модели из воска (выплавляемые модели) применяются в промышленном производстве и довольно сложны, поэтому желающие могут обратиться к соответствующей литературе. Обычно моделисты используют формовочный и литейный материал, который для них не создает особых проблем и требует небольших затрат. Кроме того, нужно учитывать условия, в которых делается модель корабля (кухня в квартире, сарай в деревне или на даче, мастерская в кружке и т. п.).

### Эластичные литейные формы

Если детали делаются не из металла (металл в основном применяется из соображений прочности), то можно выполнять литейные формы из такого современного материала, как силиконовый каучук. При этом: литье

сложной детали не становится большой проблемой и получается отличное качество отливки. В России не производится силиконовый каучук в мелкой упаковке, пригодной для моделиста, но в Германии этот продукт весьма популярен. Например, силиконкаучуковая паста NVG-3171 является идеальным материалом для изготовления литейных форм. Все очень просто! Изготавливается необходимая литейная модель из металла, древесины, пластмассы, воска, пластилина или другого материала (здесь у моделиста широкий выбор). Например, львиная голова для крышек пушечных портов может быть вырезана из дерева или выполнена из пластилина. Кстати, если в отливке необходимо показать структуру древесины, то для силиконкаучуковой литейной формы не возникает никаких проблем: структура будет видна на отливке. Поскольку львиная голова — односторонняя деталь, то ее нужно уложить гладкой нижней стороной на стеклянную пластину. Над литейной моделью устанавливается «формовочный ящик» (бывает достаточно просто спичечного коробка без доннышка, куска пластмассового или металлического цилиндра подходящего диаметра). В стеклянной или пластмассовой посуде приготавливается силиконкаучуковая паста по инструкции, указанной на упаковке, и основательно

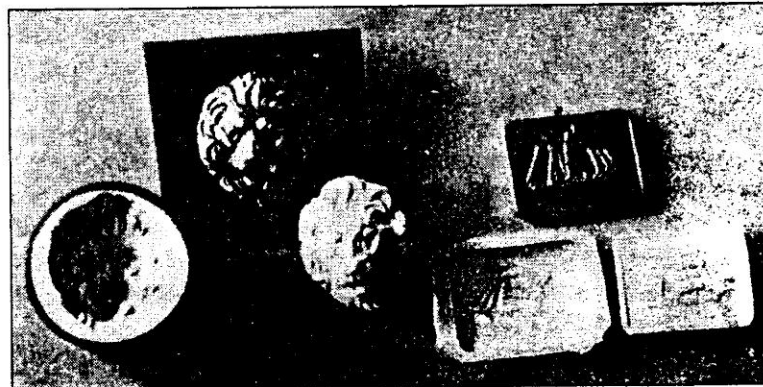


Рис. 76. Литейная модель и гипсовая отливка из каучуковой формы

перемешивается. Затем паста выливается в «формовочный ящик» таким образом, чтобы слой пасты медленно повышался над моделью. Этим избегается появление пузырей в форме. После полимеризации силиконкаучука (верхняя поверхность больше не липкая на ощупь) литейная модель вынимается из литейной формы. Поскольку форма резиновая, это можно сделать без затруднений. После полной полимеризации получается готовая литейная форма (рис. 76).

### Литье из гипса

После изготовления формы необходимо подобрать подходящий материал для получения отливки. Для деталей, не подверженных механическим воздействиям, можно использовать гипс. Его нетрудно приготовить и отформовать деталь. После этого надо сушить деталь около двух часов в плите и окунуть ее в бесцветный нитролак, который хорошо впитывается в мелкопористую структуру гипса. После высыхания первого слоя нитролака деталь покрывают еще одним или двумя слоями. После этого она становится не только плотной и водонепроницаемой, но также значительно более прочной. Затем деталь окрашивается нитрокрасками. Детали, подверженные механическим воздействиям (главным образом ударам), лучше отливать из искусственных смол.

### Смолы для литья

В торговой сети есть мелкие упаковки искусственных смол, отвердителей, растворителей, различных наполнителей и стеклоткани. Обычно применяют эпоксидный клей, но можно растворять мелкую стружку полистирола в растворителе для нитрокраски до густоты сметаны и заливать ее в литейную форму.

Все растворители и эпоксидные смолы ядовиты, поэтому надо работать с ними в хорошо проветриваемом помещении или во дворе. Меры безопасности для работы с этими веществами обычно указываются на упаковке.

### Теплота полимеризации

Для моделей кораблей размер отливок обычно не превышает размеров спичечного коробка, поэтому существенное значение для получения качественной отливки имеет теплота полимеризации. Повышение температуры во время процесса полимеризации может разрушить отливку. Поэтому используются различные способы охлаждения литейных форм. Ее можно обдувать воздухом или установить на холодную металлическую пластину. Можно процесс полимеризации проводить при пониженной температуре (ниже 18 °С). Чтобы не опасаться этого явления, следует всячески стараться уменьшить объем полимера в отливке. Для этого при проектировании и изготовлении литейной формы надо предусмотреть в местах, где деталь имеет большой объем, использование различных стержней и вставок из металла. Здесь моделист, чтобы получить качественную отливку, имеет возможность экспериментировать.

### Время полимеризации (затвердевания)

Часто длительное время полимеризации смолы рассматривается как недостаток. Действительно, при большом количестве литых деталей и наличии одной литейной формы часто проходит не одна неделя, прежде чем моделист получит необходимые детали для модели. Но больше существенных недостатков у этого метода нет. При литье деталей не обязательно дожидаться полной полимеризации. И процесс постройки модели можно начинать именно с литья большого количества необходимых деталей, параллельно проводя другие работы (изготовление корпуса, установка винтомоторной группы, изготовление рангоута, парусов и т. п.). Силиконкаучуковая литейная форма не оставляет на детали каких-либо следов, и отлитая деталь из нее вынимается легко. Полученные в результате детали потом не нуждаются в какой-либо обработке наружных поверхностей.

### Воздушные пузыри

Одна опасность все же подстерегает моделиста при изготовлении качественных отливок из эпоксидной смолы. Это появление воздушных пузырей в отливке. Поэтому содержащийся в литейной форме воздух смола должна вытеснить совершенно. Если воздух задержится хотя бы в одном углу формы, то в отливке этого куса потом не будет хватать. Поэтому аналогично с формами для литья из металла в силиконовой литейной форме делаются воздушные каналы (выпоры). Прежде чем литейную модель залить формовочной массой, необходимо оценить, где в полученной литейной форме может скапливаться воздух (рис. 77). Эти места на литейной модели всегда будут наивысшими, и в них укрепляется тонкая (0,3—0,5 мм) достаточной длины проволока. После получения литейной формы проволоочки должны из нее торчать. Эти проволоочки в литейной модели лишь слегка закрепляются, чтобы после полимеризации силикон-каучука их можно было легко вынуть. На их месте возникают тонкие каналы (выпоры) для удаления воздуха в процессе литья.

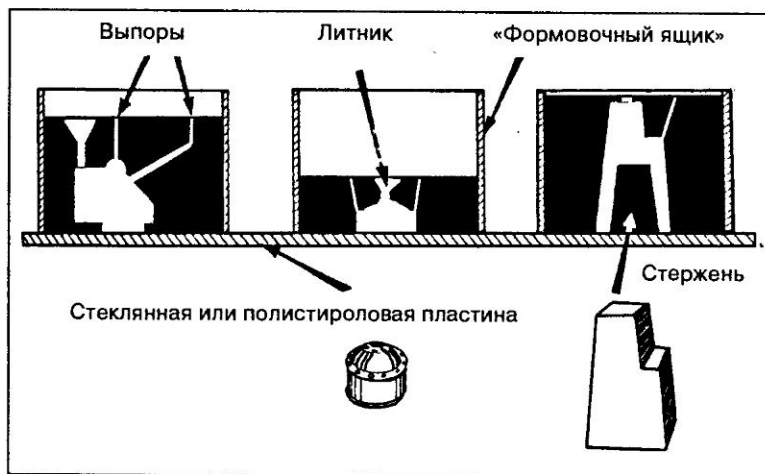


Рис. 77. Литейные формы с литниками и выпорами и изготовленные в них детали

### Окраска деталей из искусственной смолы

Использование смолы дает еще одно преимущество: сразу можно получать детали необходимого цвета, не требующие дальнейшей окраски, хотя нитрокраска хорошо ложится на эпоксидную смолу. В торговой сети продаются различные сухие пигменты, но можно использовать печную сажу, кирпичную пыль, зубной порошок и т. п. К сожалению, надписи на окрашенных деталях делать сложно. Но если слой окрашенной смолы не очень толстый, то под нее подкладывают кальку или фотопленку с надписью, и она будет просвечивать сквозь слой эпоксидной смолы. Более подробно о способах нанесения надписей поговорим ниже.

Хорошим наполнителем эпоксидной смолы является также графитовый порошок, который не только позитивно влияет на процесс полимеризации, отбирая излишнее тепло, но и придает деталям красивый серо-черный цвет. Многие детали на моделях кораблей имеют именно такой цвет, поэтому готовая литая деталь не нуждается в окраске. Моделистам нужно пользоваться этими возможностями наполнителей.

### Способ литья смолы по выплавляемой модели

Этот метод похож на метод литья металла по выплавляемой модели, но литейная форма получается для многократного использования.

Вообще говоря, литейную модель изготовить тоже непросто, особенно для деталей сложной формы. Однако этим способом можно изготавливать и более простые детали. Например, корпус шпиль с барабаном для якорной цепи, стопор якорной цепи, детали орудий, стволы старинных орудий с гербами, украшениями, фигурами, гирляндами, щитами и т. п. Необходимо продумать сам способ изготовления восковой литейной модели из одной или нескольких деталей. Можно изготовить одну литейную модель, но можно сделать несколько моделей и соединить их при помощи литников в группу.

### Изготовление восковых литейных моделей

Итак, из воска делается литейная модель. К ней прикрепляется литник из воска и выпоры из тонких проволочек. Эта модель заформовывается в силиконкаучковую смесь и после затвердения формовочной массы выплавляется. Потом эту форму можно заполнять эпоксидной смолой. Для изготовления литейных моделей употребляется обычный свечной воск, который разогревается до расплавления и в расплав вводится по весу около 20 % коричневой или черной сапожной восковой ваксы. Такой формовочный воск менее хрупок и хорошо заметен при изготовлении литейной модели. Восковую литейную модель предварительно формуют в подходящей емкости из расплавленного воска (имеются в виду необходимые размеры заготовки с припуском). После этого ножом, штихелем, острыми иглами, твердыми заостренными палочками и другими вспомогательными средствами придаем литейной модели окончательную форму. Такими вспомогательными средствами могут быть куски металла различного поперечного сечения, с помощью которых нужную форму в воске выдавливают или вырезают.

### Выплавление литейной модели из формы

Чтобы воск выплавить из формы, необходимо его хорошо нагреть возле электрокамина или электроплитки. Но силиконкаучук недостаточно теплопрочен, поэтому надо время от времени передвигать и переворачивать литейную форму, чтобы ее не испортить. Можно после выплавления воска залить форму кипятком, чтобы удалить последние следы воска, и просушить ее теплым воздухом (например, с помощью пылесоса или фена). Теперь можно залить смолу. Если деталь имеет сложную форму и не имеет поверхности, по которой производится формовка на листе стекла, то после полной полимеризации смолы литейная форма разрезается от наружной поверхности к детали острым мокрым лезвием безопасной бритвы. Эластичная силиконовая литейная форма от этого

не пострадает, и для ее повторного использования нужно замотать ее изолентой или полоской скотча, чтобы не происходило подвижек в разрезанных частях.

### Многодетальные литейные формы

Если необходимо для модели корабля изготовить очень много отливок, то делаются так называемые многодетальные литейные формы. Для этого нужно залить в силиконовую форму большое количество восковых моделей. Эти литейные модели связываются друг с другом восковыми палочками, кольцами или полосками в группы. К ним присоединяются изготовленный из воска литник и тонкие проволочки для получения воздушных каналов. Группа затем целиком заливается силиконкаучком, и в результате получается литейная форма, которая дает при каждой отливке большое количество деталей. Конечно, сначала моделисту необходимо набрать некоторый опыт, прежде чем он сможет хорошо сделать такие сложные литейные формы и формовать детали без особых сложностей.

### Дополнительная литература

- Бреполь Э.* Теория и практика ювелирного дела / Под ред. Л. А. Гутова и Г. Т. Оболдуева. — Л.: Машиностроение, 1982.
- Анурьев В. И.* Справочник конструктора-машиностроителя. Т. I. М.: Машиностроение, 1979.
- Справочник машиностроителя / Под ред. Э. А. Сателя. — М.: Гос. научно-техническое изд-во машиностроительной литературы, 1956. Т. 5, гл. I и IX.



## Глава 6

### ГОРЯЧАЯ ВЫТЯЖКА ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ

В последние годы моделисты все чаще при изготовлении моделей кораблей применяют термопластичные пластмассы. В первую очередь это поливинилхлорид (полистирол) и оргстекло. Эти материалы применяются также для механической обработки и литья. Полистирол выпускается в продажу в виде пластин различной толщины и цвета, даже прозрачный. Часто применяется бесцветное и цветное прозрачное оргстекло. Для деталей моделей кораблей все же чаще применяется полистирол. Оргстекло надо применять там, где деталь модели должна быть прозрачна. Это относится прежде всего к ходовым огням, кабинам вертолетов и других устройств, остеклению ходового мостика и т. п.

Если деталь модели больших размеров, то ее легко склеить из нескольких меньших деталей, сделанных из полистирола. Готовая пластмассовая деталь легко и просто обрабатывается режущим инструментом.

#### Возможности и условия горячей вытяжки

Изготавливать детали методом горячей вытяжки выгодно тогда, когда нет никаких менее трудоемких способов получения готовой детали либо когда необходимо изгото-

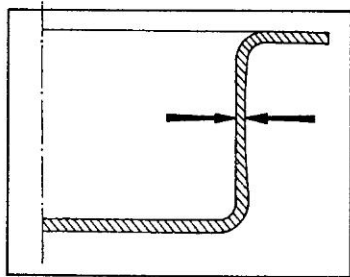


Рис. 78. Утончение стенки детали при глубокой вытяжке пластмассы

вить большое количество одинаковых деталей. Изготовление пуансонов и матриц для этого технологического процесса требует больших трудовых затрат. Кроме того, применение этого метода не позволяет выполнять детали с острыми краями и кромками. При глубокой вытяжке полистирол дает разную толщину стенок детали (рис. 78).

Применение пуансона правильной формы (т. е. без острых кромок, материала соответствующей толщины) и доводочных операций позволяет уменьшить сильную разномерность стенок деталей. Для этого процесса наиболее подходящими деталями будут корпуса шлюпок, кожухи дымовых труб, надувные плоты и лодки, контейнеры спасательных плотов, защитные колпаки радиолокационных антенн, башни артиллерийских установок, гнутые листы обшивки, щиты и многие другие подобные детали. Если моделист принял решение изготавливать детали методом горячей вытяжки, то всегда надо оценить издержки при изготовлении пуансона и матрицы, пресса и нагревателя. Издержки должны все же оставаться в приемлемых рамках. Проще всего сделать инструмент из древесины, сам процесс проводить давлением руки на пуансон, а нагревать материал на электрокамине или на электроплитке. Рекомендуемая толщина пластмассовых листов для этого процесса — 1—2,5 мм. При этом необходимо учитывать, что чем тоньше материал, тем лучше он будет воспроизводить форму детали, но при наличии на детали острых кромок и при большой глубине вытяжки велика вероятность обрыва по краю матрицы.

#### Форма инструмента для вытяжки

Инструмент для вытяжки представляет собой пресс-форму, состоящую из двух частей — пуансона и матрицы (рис. 80). Матрицу можно изготовить из листовой латуни, фанеры или жесткого картона. В большинстве случаев матрицы из фанеры вполне достаточно. Для изготовления пуансона применяется древесина твердых, мелко-слоистых пород (рис. 79).

Если давление на пуансон производится рукой, то его целесообразно снабдить рукояткой. Для больших деталей лучше применять

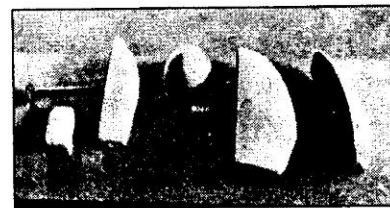


Рис. 79. Пуансоны из красного бука

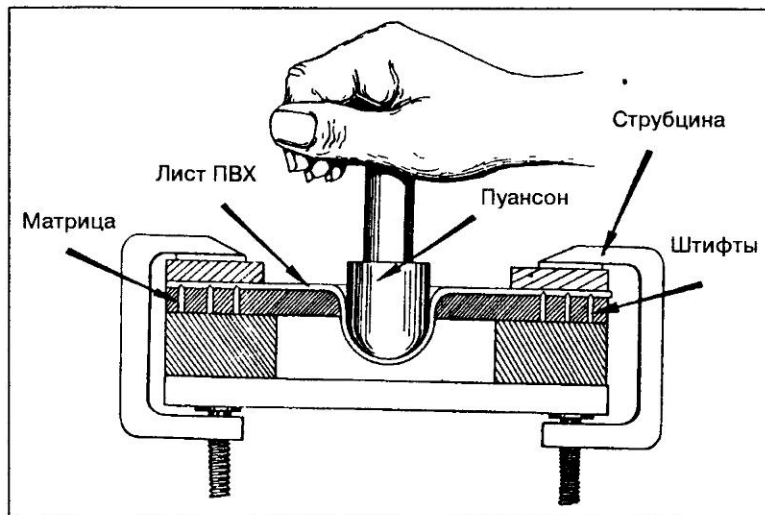


Рис. 80. Горячая вытяжка из листа полистирола давлением руки

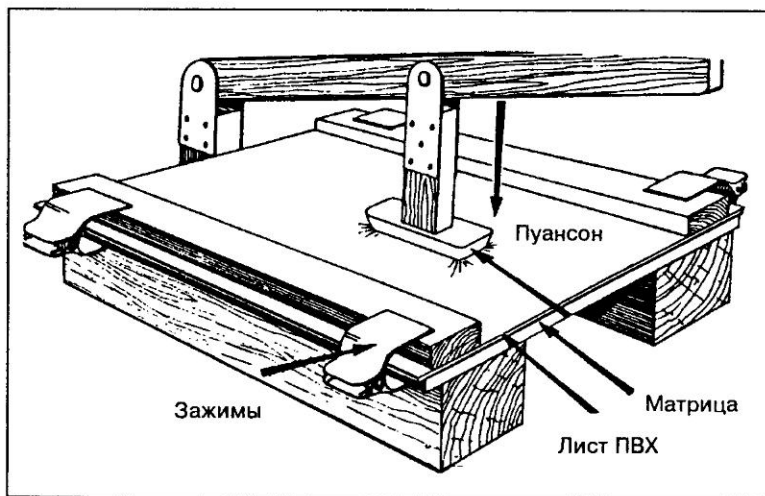


Рис. 81. Вытяжка на рычажном прессе

простой рычажный пресс (рис. 81). Чтобы размягченный полистирол не давал складок, его необходимо закрепить струбцинами на раме. Конструкцию такой рамы надо разрабатывать, исходя из формы детали, количества деталей и глубины вытяжки. При этом закрепляемый струбцинами лист полистирола не должен остыть. Чтобы можно было проводить горячую вытяжку, необходимо предусмотреть возможность повторного нагрева материала, зажатого на этой раме.

### Окончательная обработка прессованных деталей

При изготовлении деталей вытяжкой из горячей пластмассы часто на краю матрицы образуются маленькие складки или следы вытяжки, нарушающие точность формы полученной детали. Поэтому пуансон необходимо делать немного длиннее детали (примерно на 3—5 мм). Затем в этом месте деталь обрезается точно по размеру. Кроме того, детали после горячей вытяжки и остывания нуждаются в последующей обработке. Она обычно заключается в шлифовке внешних поверхностей и окончательной отделке краев детали. Например, изготовленный этим методом кожух дымовой трубы (рис. 82) отпиливается лобзиком по длине. Напильником зачищаются опиленные края.

По верхнему краю трубы вырез может иметь косую или фигурную форму. На трубе бывают пропилы у палубы для прохода воздуха, жалюзи и т. п. Внешняя поверхность трубы также небезупречна. Поэтому необходимо ее отшлифовать на



Рис. 82. Окончательная обработка кожуха дымовой трубы после горячей вытяжки

мелкозернистой шкурке равномерными, небыстрыми круговыми движениями. Пришлифовывается также плоскость, по которой труба устанавливается на палубе.

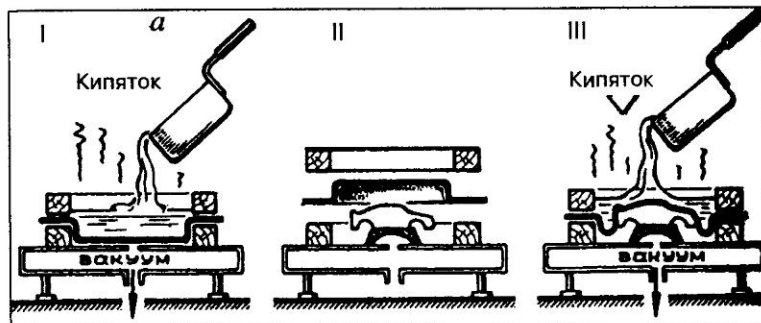
Если у деталей из полистирола обработка внешней поверхности еще возможна, то детали из оргстекла необходимо сразу делать высокого качества. А для этого пуансон и матрица должны быть сделаны идеально, чтобы не нужно было потом опиливать и шлифовать деталь. Небольшие складки и морщинки, полученные в результате глубокой горячей вытяжки, появляются по краям матрицы. В этом месте у прозрачной детали возникают оптические искажения. Для предотвращения образования подобных дефектов пуансон и матрицу необходимо полировать, что затруднительно, если материалом для них служит древесина. Чтобы иметь хорошее качество внешней поверхности, инструмент для горячей вытяжки придется сделать из металла или пластмассы.

### Полировка оргстекла

В крайнем случае маленькие изъяны на внешней поверхности деталей из оргстекла можно устранить при помощи полировки. Для этого применяются специальные пасты, а также зубной порошок или зубная паста. Полировка производится круговыми движениями шерстяным сукном с нанесенной на него пастой. Абсолютное устранение оптических искажений едва ли получится, но все же достигается вполне приемлемое качество. Точеные детали из оргстекла можно не полировать, а при маленькой скорости вращения шпинделя нанести немного бесцветного нитролака на поверхность детали. После высыхания лака деталь выглядит даже лучше, чем полированная. Но при этом лак придает оргстеклу желтоватую окраску.

### Вакуумное прессование пластмассовых деталей

Авторами этой технологии являются кружковцы СЮТ г. Слободского Кировской обл., работающие под руководством И. Воробьева. Этот метод хорош тем, что матрицу для горячей вытяжки делать не обязательно. Весь технологический процесс показан на рис. 83.



а) I — предварительная обратная штамповка для образования «ванночки»;  
II — переворот заготовки и сборка приспособления для основной штамповки;  
III — основная штамповка;

б) 1 — трубочина;  
2 — рамки; 3 — уплотнители; 4 — заготовка;  
5 — стенки вакуумной камеры (сталь толщиной 5 мм); 6 — проставка;  
7 — стойка; 8 — ножка;  
9 — штуцер; 10 — винты М5×20

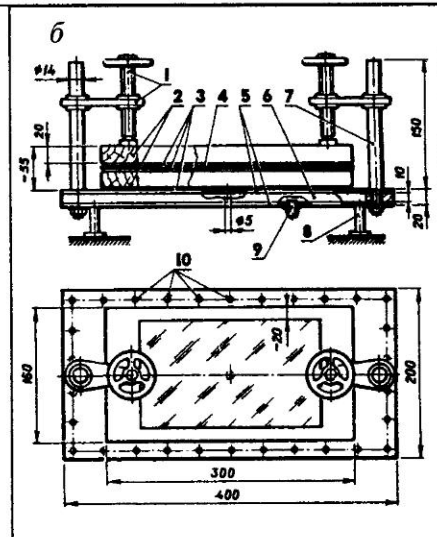


Рис. 83. Последовательность операций и приспособление для штамповки

В качестве источника вакуума можно применить любой компрессор. При этом необходимо лучше загерметизировать шланг. Качество воспроизведения формы детали полностью зависит от качества исходной модели (пуансона). Вакуумная камера соединяется герметично с основанием, с промазкой всех швов клеем типа «Момент». Деревянные рамки собираются из подходящих брусков, оклеиваются листовой микропористой резиной тем же клеем.

Нагрев пластмассового листа производится горячей водой, что исключает перегрев тонкого листа, упрощает операцию и повышает безопасность работы. Образование промежуточной вытяжки («ванночки» на рис. 83) улучшает основной процесс формообразования, уменьшает вероятность появления складок и разрывов. Пуансон изготавливается из древесины мягких пород (липы, осины). После окончательной обработки ее покрывают последовательно тремя-четырьмя слоями лака, а затем шлифуют. Перед вакуумированием поверхность пуансона можно смазать машинным маслом для улучшения процесса формовки и упрощения съема отштампованной пластмассы.

#### Дополнительная литература

Справочник машиностроителя / Под ред. Э. А. Сатяля. — М.: Гос. научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1956. Т. 5, гл. IX.

## Глава 7

### ГАЛЬВАНОТЕХНИКА И ДРУГИЕ ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Эти технологические процессы достаточно просты и позволяют даже начинающим моделистам добиться хорошего качества деталей модели корабля. Кроме того, они позволяют улучшить внешний вид металлических деталей и нанести металлическое покрытие на пластмассовые и даже на восковые детали.

В гальванотехнике применяются два метода — гальванопластика и гальваностегия. Гальванопластика — это электрохимический способ копирования. Этим способом можно изготавливать металлические сетки, ювелирные изделия, копии скульптур, гравюр, детали сложной конфигурации. Способ отличается высокой точностью воспроизведения формы изделия.

Гальваностегия — электрохимический процесс покрытия одного металла другим, более устойчивым в механическом

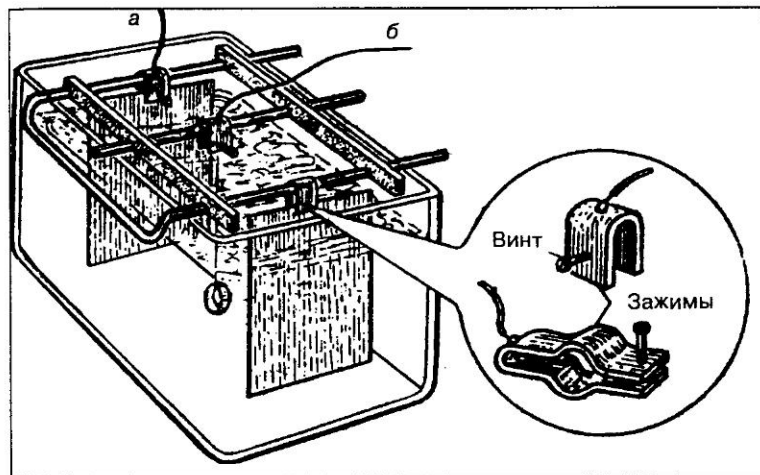


Рис. 84. Гальваническая ванна в четырехугольной банке

и химическом отношении. К ней относятся хромирование, никелирование и т. п.

В принципе гальванопластика и гальваностегия одинаковы, но имеют свои особенности и отличаются прежде всего методами подготовки поверхности перед осаждением на нее металла. Для проведения этих процессов применяется довольно простое оборудование. В качестве гальванической ванны может быть использована любая стеклянная банка подходящего размера (рис. 84 и 85).

Из толстой медной проволоки или медных трубок делают поперечные перекладки, из которых две (рис. 84, а) служат для подвешивания металлических анодов, а третья (б) — для покрываемых металлом предметов (катод). Важно, чтобы покрываемые предметы были обращены к анодам своими наибольшими плоскостями.

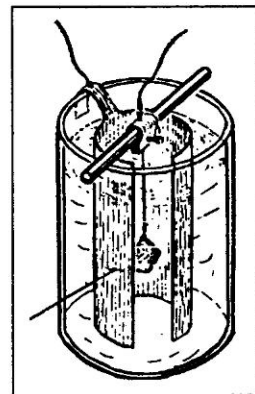


Рис. 85. Гальваническая ванна в круглой банке



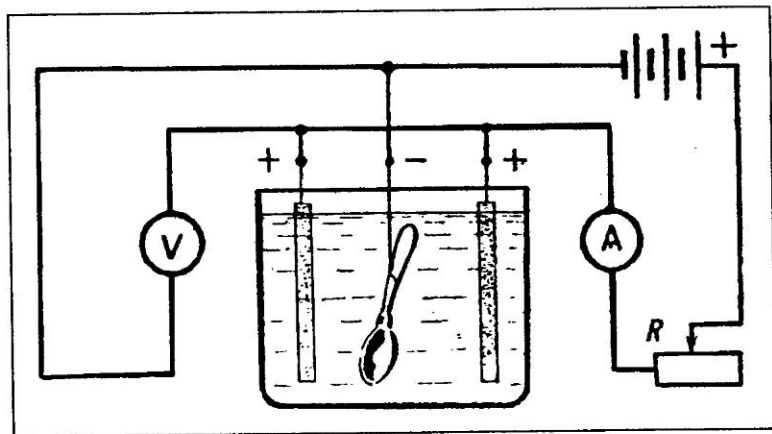


Рис. 86. Схема включения ванны в электрическую цепь

Переключатели, к которым подвешиваются аноды и детали, необходимо снабдить клеммами для удобства и надежности соединения. Проволоки, прикрепляющие анод к переключателю, должны находиться выше уровня электролита. Анодные пластины включаются между собой параллельно и присоединяются обязательно к «плюсу» источника тока. Аноды и детали должны быть тщательно обезжирены.

Важным условием успешного проведения процесса является чистота. Если в электролите появляется легкая муть или образуется осадок, его необходимо профильтровать.

На рис. 86 показана схема включения гальванической ванны. В качестве источника тока используют автомобильный аккумулятор или выпрямитель на 6—12 В.

К схеме необходимо подключить вольтметр и амперметр. (Если площадь поверхности покрываемого предмета меньше 2 кв. дм, можно использовать миллиамперметр на 500 мА.) Сопротивление реостата — 8—10 Ом.

Ток, проходящий в цепи, не должен превышать определенного предела и зависит от площади поверхности предмета. Поэтому в гальванотехнике используется понятие «плотность тока».

Если деталь имеет заостренные части, плотность тока надо уменьшить в два-три раза. Детали погружают в ванну под напряжением! Реостат при этом включается на полное сопротивление. Затем, уменьшая сопротивление реостата, доводят ток до нормы.

Во время проведения процесса деталь два-три раза вынимают из ванны и осматривают. Если металл откладывается неравномерно, изменяют ее положение. Тонкий слой металла откладывается на детали за 20—30 мин, толстый слой — за несколько часов. Деталь, вынутая из ванны, всегда имеет матовую поверхность. Для придания блеска ее полируют зубным порошком.

#### Нанесение металлических покрытий на неметаллические материалы

Основой для такой технологии служит графитовая смазка, которую можно изготовить самому. На мелкозернистой шкурке необходимо сточить несколько грифелей (для пангового карандаша или циркуля) или стержень от батарейки типа КБС-Л для получения мелкозернистого порошка графита. Этот порошок нужно просеять через марлю для удаления кусочков графита и шкурки.

Для того чтобы покрыть слоем металла пластмассовую деталь, в графит капают спирт или водку, размешивают и этой густой кашицей при помощи кисточки покрывают деталь. После высыхания излишки графита удаляют. Можно деталь покрыть лаком или разведенным в бензине воском. В это покрытие мягкой кистью втирается графит. После высыхания покрытия деталь обдувается воздухом.

#### Изготовление матриц и литейных форм из меди

Рассмотрим процесс изготовления металлической матрицы для штамповки пластмассовой детали. Для этого применяют следующую восковую композицию:

- воск — 20 весовых частей;
- парафин — 3 весовые части;

- графит — 1 весовая часть.

Если матрицу изготавливают из диэлектрика (воск, пластилин, парафин, гипс), ее поверхность покрывают электропроводящим слоем — втирают мягкой волосяной кистью графит в поверхность матрицы.

Гальваническое покрытие легко отделяется от матрицы, покрытой графитом. Подготовленную модель погружают в ванну, схема которой находится под током. Сначала проводят «затяжку» (покрытие) проводящего слоя при малой плотности тока в растворе следующего состава:

- медный купорос — 150—200 г;
- серная кислота — 7—15 г;
- этиловый спирт — 30—50 мл;
- вода — 1000 мл.

Рабочая температура электролита — 18—25°, плотность тока — 1—2 А/дм<sup>2</sup>. Спирт необходим для лучшей смачиваемости поверхности.

После того как вся поверхность «затянется» слоем меди, матрицу переносят в электролит, предназначенный для гальванопластики. Его состав:

- медный купорос — 340 весовых частей;
- серная кислота — 2 весовых части;
- вода — 1000 весовых частей.

Температура электролита — 25—28°, плотность тока — 5—8 А/дм<sup>2</sup>.

Этим способом можно делать очень точные копии не только вогнутых, но и выпуклых деталей, если в форме сделать отпечаток внешней поверхности такой детали.

Для изготовления литейной формы моделисту придется делать две полумодели литой детали, а потом тщательно их подгонять. Если деталь не объемная и поверхность разъема представляет собой плоскость, то задача значительно упрощается. Таким способом можно изготовить металлические литейные формы для элементов барельефа, украшающего парусное судно. После их отливки в полученной форме из гипса эти элементы мон-

тируются прямо на модель без всякой обработки, так как поверхность гипсовой детали точно соответствует литейной модели.

### Обезжиривание внешней поверхности деталей

Как уже указывалось, перед нанесением гальванического покрытия деталь необходимо тщательно обезжирить. Сначала ее очищают бензином или ацетоном, затем поверхность тщательно обрабатывают моющими средствами: стиральными порошками, пастами, жидкостями и т. д. После промывки деталь непосредственно перед началом процесса окунают на 20—30 с в 10—20 %-ный раствор серной кислоты, а затем быстро промывают в воде и погружают в ванну. Естественно, если деталь сделана из воска, парафина, пластилина и подобных материалов и покрыта слоем графита, то обезжиривание не проводится. Замечу, что к кислотам, щелочам и другим химическим веществам надо относиться уважительно и соблюдать все правила техники безопасности при обращении с ними!

### Электрохимическое полирование поверхностей металлических деталей

В судомоделизме очень большое значение придается хорошему качеству поверхностей деталей. Все неровности приходится по много раз шпаклевать и шлифовать шкуркой, чтобы получить идеальную поверхность.

Но если применить нижеописанный метод электрохимической полировки, то по крайней мере для металлических деталей процесс значительно ускорится. Особенно выиграют при этом металлические детали, которые ставятся на модель неокрашенными: гребные винты, рында и т. п.

Полируемые детали подвешивают в электролитической ванне как аноды, то есть к ним подводят «плюс» источника питания. Катодом служит лист нержавеющей стали. Можно использовать электролиты следующего состава:

### 1. Для полирования стали:

- серная кислота концентрированная — 300 мл;
- ортофосфорная кислота концентрированная — 600 мл;
- вода — 100 мл.

Электролит готовят в стеклянной или фарфоровой посуде. Температура ванны — около  $70^{\circ}$ , плотность тока  $60\text{--}70\text{ А/дм}^2$ . Процесс длится  $1\text{--}5$  мин. Отполированные детали после извлечения из ванны промываются в проточной воде, погружаются в 10 %-ный раствор углекислого натрия (сода) и снова промываются в проточной воде. Сушатся они в струе теплого воздуха от бытового пылесоса (фена).

### 2. Для полирования меди, латуни и бронзы:

- серная кислота концентрированная — 10 г;
- уксусная кислота — 12,5 г;
- хромовый ангидрид — 12,5 г;
- двуххромовокислый натрий (хромпик) — 37,5 г;
- вода — 1000 мл.

Рабочая температура электролита —  $60\text{--}70^{\circ}$ , плотность тока —  $25\text{--}50\text{ А/дм}^2$ .

### 3. Для полирования алюминиевых сплавов:

- этиловый спирт денатурированный — 576 мл;
- хлористый аммоний — 40 г;
- хлористый цинк — 180 г;
- бутиловый спирт — 64 г;
- вода — 128 мл.

Полирование производится при напряжении  $20\text{--}24\text{ В}$ . Рекомендуется через 1 мин вынуть деталь из ванны и снова погрузить, повторив это в течение процесса полирования несколько раз.

### Электрохимическое окрашивание металлических деталей

Для электрохимического окрашивания металлических деталей из стали, латуни и меди необходимо собрать гальваническую ванну и электрическую схему (рис. 87).

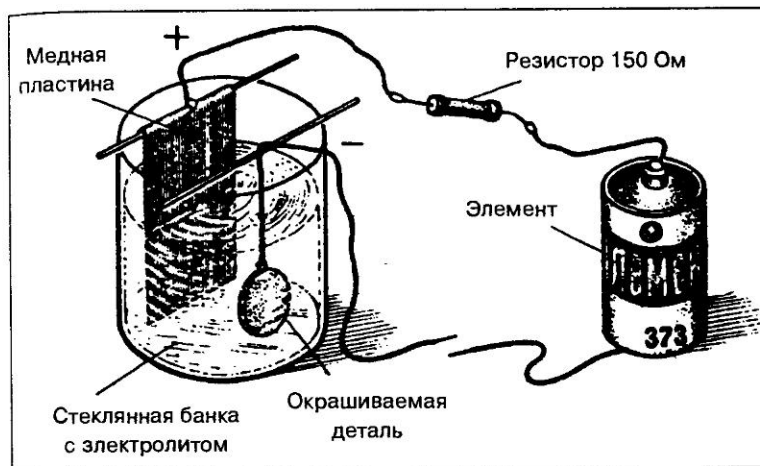


Рис. 87. Простейшая гальваническая ванна для окрашивания деталей

Электрод, подключенный к «плюсу», делают из листовой меди. «Минус» подключают к окрашиваемой детали. Необходимо следить, чтобы детали не касались медной пластинки. В банку заливают специальный электролит и замыкают электрическую цепь. Через  $2\text{--}3$  мин начнется окрашивание. Сначала деталь станет коричневой, потом фиолетовой и т. д. Цвет зависит от времени:  $2$  мин — коричневый;  $3$  мин — фиолетовый;  $3\text{--}5$  мин — синий;  $5\text{--}6$  мин — голубой;  $8\text{--}12$  мин — желтый;  $12\text{--}13$  мин — оранжевый;  $13\text{--}15$  мин — красный;  $17\text{--}21$  мин — зеленый.

На 1 л электролита необходимо:

- медного купороса — 60 г;
- сахара-рафинада — 90 г;
- едкого натра — 45 г.

Приготавливается электролит в строгой последовательности: растворяется купорос в  $200\text{--}300$  мл воды, в него добавляется сахар. Отдельно в 250 мл воды растворяется едкий натрий. К нему небольшими порциями, при постоянном помешивании, подливается раствор медного купороса с сахаром. Затем добавляется вода, чтобы получился 1 л раствора.

При работе с едким натром, также как и с кислотами, надо соблюдать осторожность. Чтобы цвета были более контрастными, в готовый электролит добавляется 20 г безводной соли углекислого натрия. После окрашивания деталь промывают водой, сушат и покрывают бесцветным лаком.

#### Декоративная отделка деталей из алюминия и его сплавов

Этот металл можно также окрасить в любой цвет. С этой целью детали, изготовленные из алюминия, подвергаются анодному оксидированию с последующей адсорбционной окраской различными красителями.

Делают это так. Отполированные до зеркального блеска детали обезжиривают обыкновенным хозяйственным мылом с теплой водой. Их тщательно моют щетинной щеткой в течение 10 мин. Обезжиренные детали промывают в холодной воде, затем для удаления пленки окислов погружают на 2—3 мин в 50 %-ную азотную кислоту. После этого детали снова тщательно промывают сильной струей воды и немедленно помещают в ванну для анодирования.

Очень хорошим является электролит, приготовленный из бисульфата натрия (натрий сернокислый кислый), 250—300 г которого растворяют в 1 л воды. Рабочая температура электролита не более 20°. Для катодов при анодировании применяется листовая свинец, анодом служит обрабатываемая деталь, которую подвешивают между двумя свинцовыми катодами на расстоянии 70—80 мм от них. Электролиз длится 40—50 мин, плотность постоянного тока — 1—1,5 А/дм<sup>2</sup>. Подвеска для деталей изготавливается только из алюминия! Все соединения и контакты должны быть надежными. Загружать детали в ванну и выгружать их следует только под током.

После пребывания деталей в ванне их тщательно промывают холодной водой и опускают в водный раствор анилинового красителя, подогретый до 50—60°. Раствор красителя следует предварительно профильтровать, так как его небольшие нерастворившиеся крупинки могут дать пятна на поверхности металла. Цвет окраски зависит от времени пребывания детали в красителе, но оно не должно превышать 15—20 мин.

Анилиновые красители можно приобрести в хозяйственных магазинах или на рынке. Для окрашивания применяют 5—10 %-ные водные растворы следующих красителей:

- черный цвет — анилиновый черный М или анилиновый прямой черный-3 (торговое название);
- коричневый цвет — основной коричневый;
- золотисто-желтый цвет — прямой желтый 2Ж или ализариновый красный;
- красный цвет — красный ализариновый или кислотный рубиновый;
- синий цвет — кислотный синий антрахиноновый или прямой синий М;
- голубой цвет — анилиновый голубой или метиленовый голубой;
- зеленый цвет — прямой зеленый ЖХ или основной ярко-зеленый;
- фиолетовый цвет — основной фиолетовый;
- белый цвет — применяется неорганический краситель (сначала деталь помещается в ванну с 10 %-ным раствором уксуснокислого свинца, а затем переносится в ванну с 10 %-ным раствором глауберовой соли (сульфата натрия);
- имитация под золото — окраска получается прочной и светостойкой. Состав для окрашивания готовят так: 1 г красителя оранжевого 2Ж растворить в 0,5 л горячей воды, в раствор добавить 0,1 г красителя желтого-3 и 0,5 г кальцинированной соды (каустика). После охлаждения раствор профильтровать. Отдельно в 0,5 л горячей воды растворить 0,1 г красителя черного М и также раствор профильтровать. Перед окрашиванием оба раствора смешать и нагреть до 50—60°. В зависимости от времен пребывания деталей в этом растворе можно получить окраску под любую пробу золота.

#### Химическое фрезерование металлов

Надписи на металлических пластинках, уменьшение толщины стенок металлических деталей, увеличение диаметра отверстий или уменьшение диаметра стержней и многое другое можно делать методом химического фрезерования (травления). Поверхность металла полируют, промывают во-



дой и сушат. Затем на нее наносятся надписи или рисунок любым спиртовым лаком, после чего деталь подвергается травлению Там, где был нанесен лак, травления не происходит.

Алюминий и его сплавы лучше травить в 10—15 %-ном растворе едкого натра. Следует помнить, что химическое фрезерование происходит очень медленно. При нагревании раствора до 60—80° за 20 мин растворится слой металла толщиной всего 1 мм. После травления деталь тщательно промывают водой и полируют.

Латунные детали травят в 20 %-ном растворе азотной кислоты. Рисунок наносится горячим парафином, затем острием иглы и кончиком перочинного ножа парафин удаляется с тех мест, где затем произойдет травление металла. С азотной кислотой необходимо работать под вытяжкой или на открытом воздухе. После травления деталь тщательно промывается и нагревается в воде до температуры 90°, чтобы удалить парафин, и протирается сухой тряпочкой с мелом.

Протравленные детали для защиты от окисления покрываются лаком.

Медь травят в 70 %-ном растворе хлорного железа с добавлением 0,3—0,35 %-ной соляной кислоты, цинк — в 8—12 %-ном спиртовом растворе соляной кислоты. К недостаткам этого метода относятся невозможность получения глубокого рельефа и неперпендикулярность стенок обработанной детали, поскольку едкие жидкости начинают разъедать металл не только вглубь, но и вширь, под слоем лака или парафина (рис. 88).

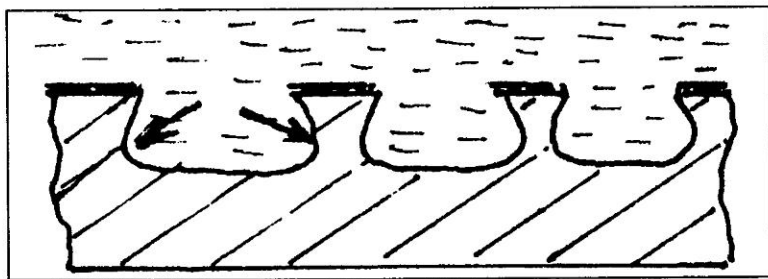


Рис. 88. Воздействие едкого раствора на поверхность детали

### Химическое полирование металлов

Полировать металлы можно простым погружением детали в ванну с химическим раствором без применения электричества. Раствор состоит из следующих веществ:

- фосфорная кислота концентрированная — 350 мл;
- азотная кислота концентрированная — 50 мл;
- серная кислота концентрированная — 100 мл;
- сернониобовая или азотнониобовая медь — 0,5 г.

Рабочая температура ванны — 100—110°. Время полирования — 0,5—4 мин. При полировании выделяются удушливые пары, поэтому ванна должна находиться в вытяжном шкафу или на открытом воздухе!

Все данные по режиму полирования приведены для алюминия. Для других металлов время полирования и температура должны быть другими. Латунь и детали из нее на воздухе быстро тускнеют. Поэтому после полировки их покрывают лаком. Но можно получить на латуни стойкое блестящее покрытие. Для этого ее погружают для обезжиривания в 10—15 %-ный раствор какой-либо щелочи и промывают. Затем деталь опускается в раствор бисульфита натрия, промывается в воде и опускается в раствор уксуснокислой меди, подогретый до 36—40°. В зависимости от времени, в течение которого деталь находится в растворе, латунь окрашивается от светло-золотистого цвета до цвета червонного золота. За цветом окраски надо следить, время от времени вынимая деталь из раствора. Потом деталь промывается водой и сушится. Концентрация раствора уксуснокислой меди — 1—5 %. Чтобы окрасить латунь и другие медные сплавы в черный цвет (вороненого металла), деталь погружают на 1—3 мин в следующий раствор:

- 25 %-ный нашатырный спирт — 500 мл;
- двууглекислая (или углекислая) медь — 60 г;
- опилки латунные — 0,5 г.

После смешивания компонентов раствор необходимо два-три раза энергично взболтать. После окрашивания деталь промывается теплой водой, сушится и покрывается бесцветным лаком.

### Нанесение надписей и рисунков на оргстекло методом травления

Способ травления оргстекла сходен со способом травления металла. Деталь из оргстекла нагревается до 60—70° и покрывается ровным слоем парафина. На нее переводится надпись или рисунок. Затем по контуру надписи удаляется парафин острием иглы и кончиком ножа. После этого деталь из оргстекла опускается на 5—10 мин в концентрированную серную кислоту. В том месте, где был удален парафин, происходит травление, и оргстекло становится молочно-белого цвета. Когда травление заканчивается, деталь тщательно промывается в воде и сушится.

#### *Дополнительная литература*

Справочник машиностроителя / Под ред. Э. А. Сатяла. — М.: Машгиз, 1963. Т. 5, гл. X и XII.

## ЧАСТЬ II

# МАСТЕРСКАЯ СУДОМОДЕЛИСТА

## Глава 1

### ПРИМЕНЕНИЕ ПРОСТЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

**Л**юбая современная технология основывается на применении инструментов и станков. Ученые и инженеры создают все новые и новые материалы. Но без средств обработки (станков и инструментов) из этих материалов не создать изделия. В крупносерийном производстве важно механизировать и автоматизировать каждую рабочую операцию. И прежде всего для каждой операции технологи создают различные приспособления. Иная рабочая операция без приспособления даже не может быть выполнена. О некоторых приспособлениях, применяемых в судомоделизме, уже рассказывалось в предыдущих главах. Само приспособление не является рабочим инструментом, а применяется лишь как вспомогательное средство, при помощи которого облегчается рабочая операция и повышается качество изготавливаемой детали.

#### Критерии применения приспособлений

Прежде чем изготавливать приспособление, моделисту необходимо продумать два вопроса:

- может ли оно обеспечить одинаковые размеры большого количества изготавливаемых деталей;
- может ли оно улучшить качество и облегчить изготовление детали.

Если на эти вопросы дан утвердительный ответ, то приспособление делать надо. Даже большая затрата времени на

то, чтобы его сделать, обернется потом экономией времени при изготовлении модели, особенно если приспособление универсальное. Таковы критерии его применения.

Самые простые приспособления в судомоделизме применяются для сверления отверстий и сгибания металла. У них есть две основные функции:

- установочная (заготовка ставится в нужное положение по отношению к инструменту);
- фиксирующая (заготовка крепко зажимается в нужном положении и не меняет своего места в процессе обработки).

Простейшие приспособления для сверления отверстий — кондукторы. Деталь можно сверлить и без приспособления, но при применении кондуктора возрастает точность выполнения этой работы и значительно снижается трудоемкость. Плоские детали сверлить просто. После разметки штангенциркулем в местах пересечения рисок точное положение отверстия фиксируется одним ударом кернера. Если сверло не уведет в сторону, что случается при сверлении мягких металлов, отверстие будет просверлено с достаточной точностью. А что будет, если отверстие надо сверлить под углом, или в цилиндрической детали, или в детали сферической формы? Здесь возникают трудности, можно испортить деталь, увеличивается трудоемкость. Также не всегда на таких деталях можно провести разметку и накернивание. Разметка на отполированной детали будет заметна, удар кернера может ее деформировать и т. п. Все эти проблемы применение кондуктора (рис. 89) решает без особых хлопот. Его изготовление обычно не занимает много времени.

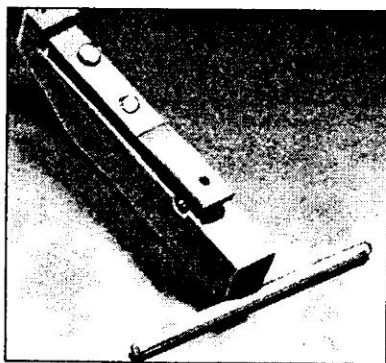


Рис. 89. Кондуктор для сверления отверстий в цилиндрической детали

ности, можно испортить деталь, увеличивается трудоемкость. Также не всегда на таких деталях можно провести разметку и накернивание. Разметка на отполированной детали будет заметна, удар кернера может ее деформировать и т. п. Все эти проблемы применение кондуктора (рис. 89) решает без особых хлопот. Его изготовление обычно не занимает много времени.

### Изготовление кондукторов

В самом начале книги уже упоминалось о том, что бывает необходимо сверлить отверстия в леечных стойках. В круглой стойке диаметром 1—1,5 мм просверлить отверстие диаметром 0,5—0,8 мм совсем не просто. Кондуктор позволит быстро выполнить эту работу. Обычно нужно просверлить не менее 50 таких отверстий.

Для изготовления этого приспособления берется стальной брусок подходящего размера. В нем сверлится продольное отверстие, равное диаметру леечной стойки. Длина его может быть и меньше длины леечной стойки. При этом поперечные отверстия должны располагаться на стальном бруске не близко от его края. Точно по оси продольного отверстия на необходимом расстоянии друг от друга сверлятся два отверстия того диаметра, который требуется просверлить в стойке. Но это еще не все. Если стойку не зафиксировать в кондукторе, то при сверлении второго отверстия сверло может повернуть ее и отверстия не будут параллельны. Поэтому надо просверлить еще одно отверстие и нарезать в нем резьбу под фиксирующий латунный винт (рис. 90).

Кондуктор для сверления леечных стоек рассмотрен лишь как один пример из огромного количества таких приспособлений. И для сверления других деталей затраты на изготовление кондуктора оплачиваются сторицей. К ним относятся юферсы, блоки, орудийные стволы, крестовые кнехты, детали лафетов орудий, фланцы и т. п.

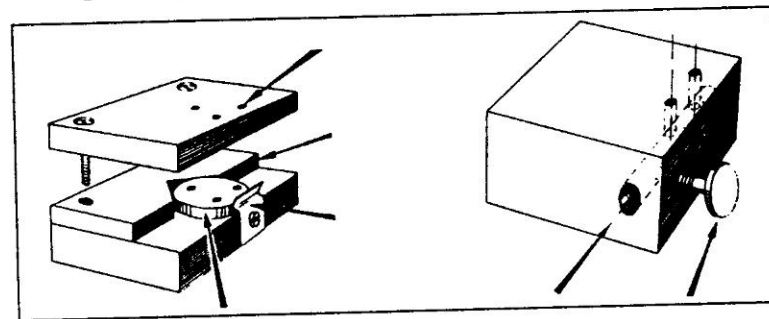


Рис. 90. Кондукторы для сверления шайб и стержней

### Гибочное приспособление для изготовления якорной цепи

Очень часто моделисту необходимо изгибать множество деталей из проволоки или полосок жести. При этом все они должны быть одинакового размера и формы. При изготовлении таких деталей поможет гибочное приспособление. На примере гибочного приспособления для якорной цепи становится ясен принцип его конструирования. Изготовление приспособления не требует особенно много времени. Его можно сделать даже из гвоздя подходящего диаметра (рис. 91). Овальная форма делается по внутренним размерам звена якорной цепи. Поперечный пропил выполняется лобзиком или шлицевой ножовкой.

С помощью этого приспособления и приспособления для пайки (рис. 92) можно относительно легко и быстро сделать

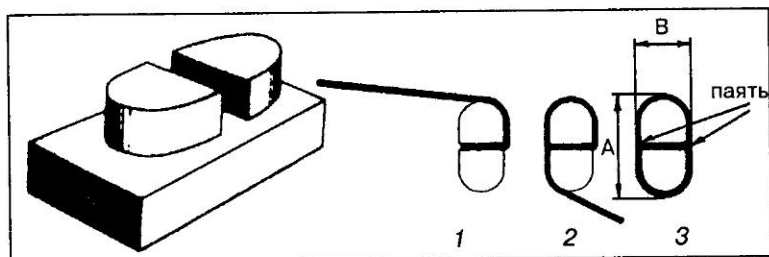


Рис. 91. Гибочное приспособление для изготовления звеньев якорной цепи

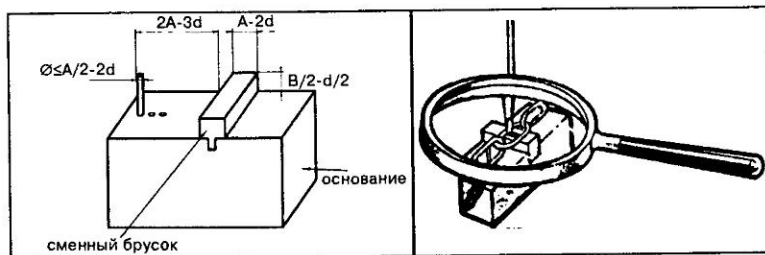


Рис. 92. Приспособление для пайки звеньев якорной цепи:  
1 — основание; 2 — сменный брусок;  $d$  — калибр цепи.  
Справа — процесс пайки

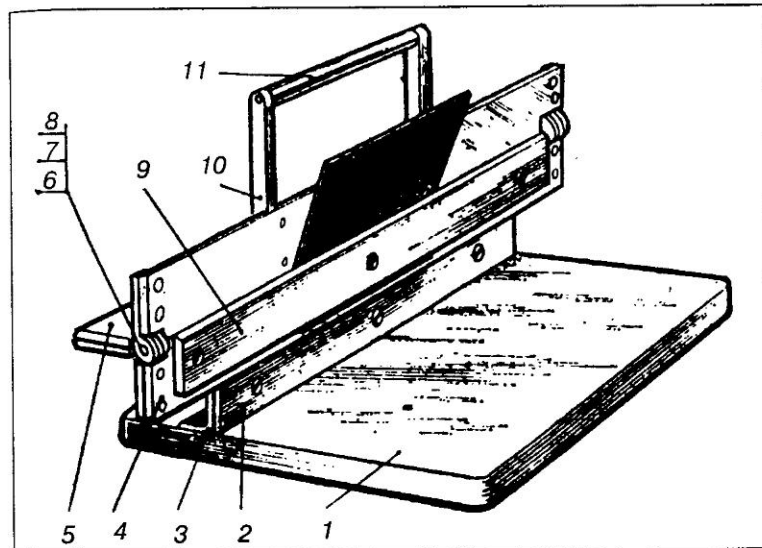


Рис. 93. Приспособление для гибки пластин:  
1 — основание; 2 — стойка 280×90×5; 3 — уголок крепления стойки 32×32; 4 — нижний уголок 45×45; 5 — верхний уголок 45×45; 6—8 — детали петлевого шарнира; 9 — прижимная линейка 360×30×5; 10 — стойка для крепления ручки; 11 — ручка

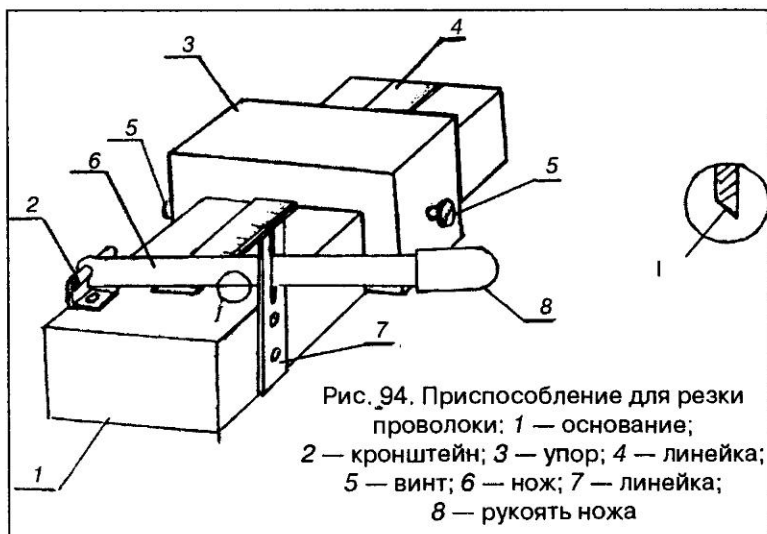
достаточно длинную якорную цепь. Для изготовления звена необходимо взять мягкую медную или латунную проволоку соответствующего диаметра. Она режется на отдельные кусочки по размеру заготовок для звена. Затем эти кусочки вставляются в приспособление и загибаются в один прием. Звенья якорной цепи заводятся друг в друга и паяются в двух местах.

Еще одно гибочное приспособление приведено на рис. 93 (чертежи — в приложении «ЮТ для умелых рук», № 12, 1984).

### Универсальное приспособление для резки проволоки и жестяных полосок

Нарезать кусочки проволоки одинаковой длины диаметром до 2 мм для звеньев якорной цепи, лесерных стоек и т. п. поможет приспособление, показанное на рис. 94. Аналогичное приспособление было изготовлено в судомодельном





кружке г. Ровно. Его чертежи опубликованы в журнале «Моделист-конструктор» (№ 4, 1979).

Приспособление для резки проволоки крепится к верстаку струбциной.

Для установки лееров на одинаковую высоту служит другое приспособление, конструкция его ясна из рис. 95.

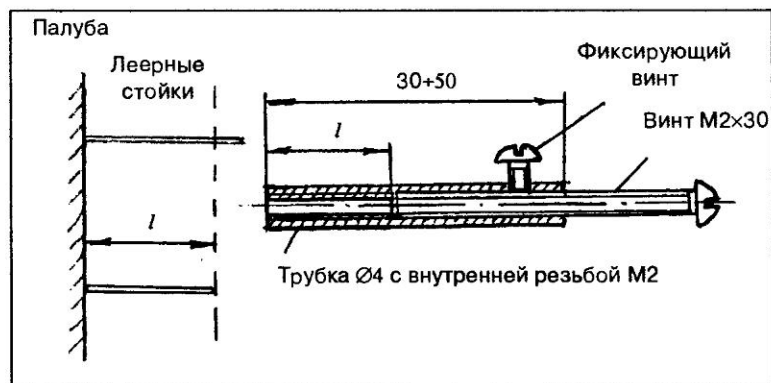


Рис. 95. Приспособление для установки леерных стоек

### Универсальное приспособление для монтажа и пайки деталей сложной формы

Чтобы выполнить работы по удержанию в нужном положении деталей сложной конфигурации, зафиксировать склеиваемые детали, произвести пайку в пространстве и т. п., можно применить универсальное приспособление (рис. 96), которое предложил использовать Дерек Вернер в статье американского журнала «Modell Reilgoa-7deg». Для его изготовления потребуется алюминиевый профиль с подвижным элементом. Для этого можно использовать кусок гардинного держателя или деталь от раздвижной двери. Основной элемент, обеспечивающий три степени свободы, — фрагмент телескопической антенны. Последний элемент — зажим типа «крокодил». Подвижную часть можно выполнить из оргстекла. Нужно обеспечить плавное перемещение в алюминиевом профиле. Второй подвижный узел состоит из винта, который сжимает два лепестка, впаянных во фрагменты антенны. Направляющие крепятся к верстаку струбцинами. Остальное ясно из рисунка.

Универсальные приспособления позволяют выполнять работы по изготовлению не только данной модели, а очень многих моделей. Например, при изготовлении самоходных

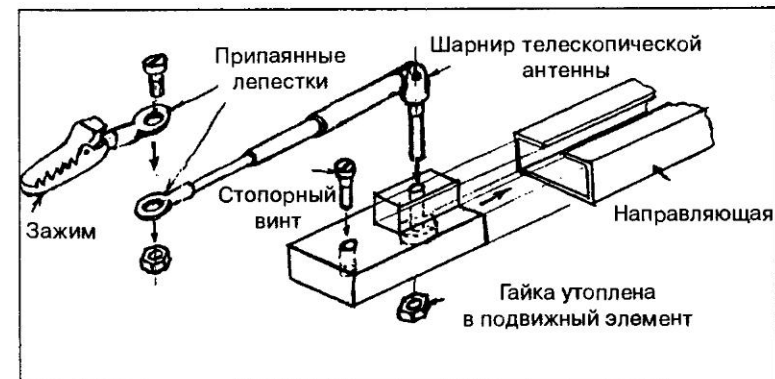


Рис. 96. Конструкция приспособления для сборки

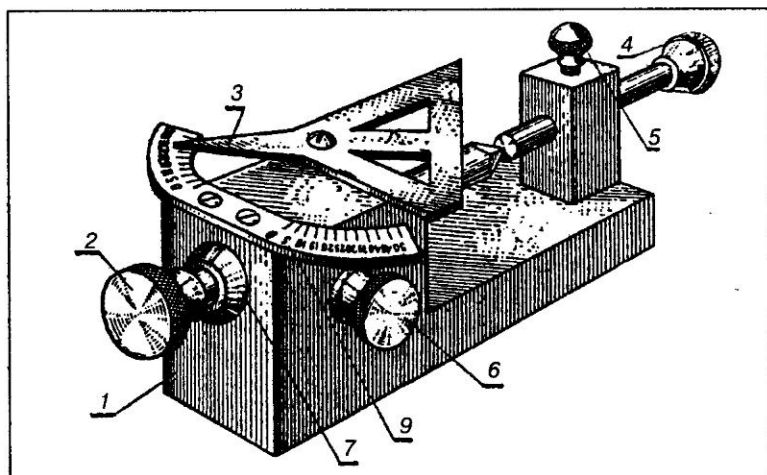


Рис. 97. Приспособление для получения пазов в ступице винта:  
1 — корпус; 2 — центр; 3 — угольник; 4 — упор; 5, 6 — стопоры;  
7 — делительная шайба; 8 — шпилька; 9 — шкала

моделей с винтовым двигателем ходовые винты приходится делать для каждой модели. Их можно сделать при помощи делительной головки на токарном станке. А если такого станка у моделиста нет, помогут приспособления, показанные на рис. 97 и 98.

Первое приспособление (рис. 97) позволяет прорезать пазы в ступицах винтов под углом от 5 до 45°. Для хорошей работы этого приспособления необходимо очень тщательно сделать делительную шайбу.

Для изготовления этих простых приспособлений требуются токарный и фрезерный станки. Можно эти детали заказать в какой-нибудь мастерской, где есть такие станки, или на машиностроительном заводе. Корпус можно сделать не только из металла, но и из оргстекла.

Приспособление, изображенное на рис. 98, выполняет такие же функции, что и описанное ранее (см. рис. 96). Моделисты сами могут сконструировать и изготовить множество приспособлений. Здесь перед ними открываются большие перспективы. Другое дело — пригодятся ли они

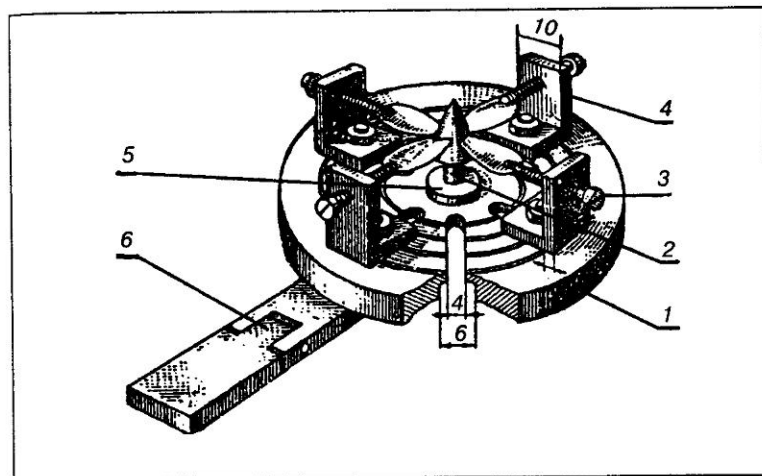


Рис. 98. Приспособление для пайки лопастей:  
1 — корпус; 2 — насадка; 3 — регулировочный винт; 4 — угольник;  
5 — втулка; 6 — шарнир

ему в дальнейшем. Принципиальным вопросом становится универсальность приспособления. Это надо иметь в виду постоянно.

## Глава 2

### ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА САМОДЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

В книге уже обсуждалось и будет обсуждаться в дальнейшем применение приспособлений, инструментов и других вспомогательных средств. Чаще всего инструменты изготавливаются из старых напильников, надфилей, сломанных сверл и т. п. Для того чтобы можно было обрабатывать инструментальную сталь, старый напильник необходимо отжечь, а после изготовления новый инструмент нужно закалить и отпустить. Хорошая термообработка инструмента делает работу моделиста почти профессиональной. Но и здесь необходимо набираться опыта. Ведь хороший термист —

это рабочий высокой квалификации. Большинство начинающих моделлистов совершенно не имеют такого опыта. Однако кое-что и они могут сделать.

Закаленный и остро заточенный инструмент обеспечивает высокое качество обрабатываемой детали и значительно облегчает сам процесс обработки. Плохо закаленный инструмент быстро тупится, в результате чего на детали появляются зазубрины. И так, чем тверже инструмент, тем легче им работать. Но при увеличении твердости инструмента увеличивается и его хрупкость, и он может легко сломаться. Режимы закалки и отпуска для разных сортов инструментальной стали различные.

### Сорта инструментальной стали

Изготовленный самим моделлистом инструмент небольших размеров можно закалить, нагревая его на газовой плите, но лучше всего это делать на древесных углях в печи или на костре. Для операции закалки нужны кузнечные клещи и ведро с водой для одних сортов стали, для других — жестяная банка с машинным маслом. Само собой разумеется, необходимо иметь саму инструментальную сталь. Моделлисту работать со специальными легированными сталями почти невозможно, поскольку для их закалки требуется специальное оборудование.

В большинстве случаев применяются стали марки У8, У10, У13 или У8А, У10А, У13А. Для маленьких пробойников, оправок или фигурных токарных резцов (для древесины, пластмассы и т. п.) пригодна сталь Р9 или Р18 (от сломанных сверл). Охлаждение после нагревания производится в воде.

### Технология закалки

Как уже упоминалось, для изготовления инструмента моделлистом инструментальную сталь (старый напильник и т. п.) надо отжечь. Для этого металл нагревают до красного каления и медленно остужают. Нагрев лучше вести на древесном угле, так как при нагреве на газовой плите или на

Таблица 5  
Температура закалки стали

Сорт стали	Температура закалки	Цвета побежалости (температура отпуска)	Применение
У7, У8, У7А, У8А	Светло-вишнево-красный 800—820 °С	Пурпурно-красный до фиолетового (230—270 °С)	Молотки, зубила, обжимки, режущий инструмент для обработки древесины, пробойники
У9, У9А, У10, У10А	Вишнево-красный до светло-вишнево-красного, 780—800 °С	Пурпурно-красный до фиолетового (230—270 °С)	Пуансоны, режущий инструмент для обработки древесины, пробойники, токарные резцы для древесины и пластмассы, кернеры, штамповые формы, ножовочные полотна
У12, У13, У12А, У13А	Вишнево-красный до светло-вишнево-красного 780—800 °С	Бело-желтый до желто-коричневого (160—180 °С)	Пуансоны, режущий инструмент, токарные резцы, гравировальные штихеля, ножи, шаберы, напильники

электрической плитке выгорает углерод в поверхностном слое металла. В этом случае после изготовления инструмента и после закалки и отпуска необходимо шлифовать поверхностный слой примерно на 0,5—1 мм. При термической

обработке с древесным углем поверхностный слой дополнительно насыщается углеродом — происходит так называемая цементация, и поверхностный слой инструмента становится тверже.

После изготовления инструмента его закаливают. Для этого инструмент надо взять клещами и положить в костер или в обыкновенную печку (можно, конечно, нагревать на электрической плитке или на газовой плите) таким образом, чтобы он нагревался от рабочей зоны примерно до половины своей длины. Инструмент должен медленно нагреться до температуры 770—800°. Температуру контролируют по цвету раскаленного металла. Металл должен светиться ярко-красным цветом. Как только металл накалился до необходимой температуры, надо быстро схватить клещами инструмент за менее нагретую часть и погрузить его вертикально в воду. При этом необходимо соблюдать осторожность, так как полетят горячие водяные брызги, которые могут легко обжечь открытые участки тела.

### Отпуск стали

Как только инструмент охладится настолько, что его можно будет взять рукой, приступают к его отпуску. Чтобы контролировать температуру металла по цветам побежалости, необходимо прошлифовать до блеска режущую часть инструмента на куске наждачной бумаги. Теперь надо осторожно нагревать инструмент, наблюдая цвета побежалости на его блестящей поверхности. Раскалять металл не надо! Как только появился цвет, соответствующий температуре отпуска, инструмент снова быстро охлаждается в воде. Цвета побежалости позволяют довольно точно определить температуру отпуска. Металл постепенно становится светло-желтым, потом темно-желтым, потом переходит в коричневый, коричнево-красный, пурпурно-красный, фиолетовый. В самом конце становится темно-синим и серым. Если нужна температура отпуска 270—280 °С, то этой температуре соответствует цвет побежалости между пурпурно-красным и фиолетовым.

Затем инструмент необходимо хорошо заточить, и после этого можно им начинать работать. Заковки требуют самодельные пробойники, зубила, ножи, пуансоны для работы с металлом (с жестью), токарные резцы, о которых уже упоминалось в части I. Для отдельных сортов инструментальной стали температура заковки и отпуска, а также цвет раскаленного металла и цвет побежалости указаны в табл. 5.

### Дополнительная литература

Справочник машиностроителя / Под ред. Э. А. Сатяля. — М.: Машгиз, 1963. Т. 5, гл. XI.

## Глава 3

### ПРОБОЙНИКИ, ШТАМПЫ ДЛЯ ВЫРЕЗКИ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Эти самодельные инструменты обязательно должны быть закалены. Самым распространенным инструментом судомоделиста при изготовлении надстроек и других узлов модели является пробойник.

### Изготовление пробойников

Пробойники нужны всюду, где необходимо выполнить большое количество одинаковых по размерам и форме отверстий в пластинах или лентах из относительно мягкого, вязкого и эластичного материала. Типичный пример — иллюминаторы или оконные проемы в надстройке из фанеры (0,5—1 мм). При пробивке отверстий пробойником с малыми издержками можно добиться совершенно одинаковых отверстий (рис. 99).

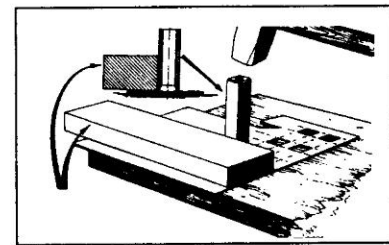


Рис. 99. Пробивка отверстий в листовом материале при помощи пробойника

Качество края разреза будет зависеть только от



исполнения инструмента. Для круглых отверстий пробойник необходимо выточить на станке и после закалки лишь правильно заточить. Если круглые заготовки для каких-либо деталей не нужны, то скос надо делать внутри и затачивать пробойник на шаровом или конусном наждачном камне небольшого диаметра, вставленном в патрон дрели или стакана. При такой заточке край отверстия получается прямым и чистым и не требует доработки. Если нужна, наоборот, круглая деталь, то затачивают пробойник на наждачном круге с внешней стороны. В пробойнике остается шайба, которую выбивают из него каким-либо подходящим стержнем. Круглые пробойники сделать просто. А как быть, если необходим пробойник квадратный, прямоугольный или любой другой формы?

### Формы пробойников

Квадратные или прямоугольные пробойники можно изготовить из круглых. Необходимо лишь произвести маленький расчет. Допустим, что нужно изготовить пробойник прямоугольного сечения  $5 \times 10$  мм. Периметр прямоугольника будет равен 30 мм. Значит, сначала необходимо выточить круглый пробойник диаметром  $30/3,14=9,55$  мм. Одновременно точится внутренний скос до того же диаметра. Внутрь круглого пробойника вставляется стальной брусок, имеющий на одном конце размер  $5 \times 10$  мм и спиленный на длине около 60 мм до сечения  $4 \times 4$  мм. Размеры этого сечения можно соблюдать не так точно, как размеры сечения  $5 \times 10$  мм. Теперь необходимо нагреть круглый пробойник до красного каления, вставить стержень клещами внутрь круглого пробойника, насколько допускают внутренние размеры трубки, и на наковальне молотком формовать из него прямоугольный пробойник. При этом стержень надо постоянно проталкивать внутрь пробойника. Как только на острие отформируется прямой угол, стержень вынимается и пробойник медленно охлаждается. Окончательная доводка инструмента производится напильником. После этого пробойник нужно закалить и отпустить.

Часто бывают необходимы пробойники и более сложной формы. Круглые, овальные, прямоугольные, квадратные и трапециевидной формы пробойники изготавливаются подобно вышеописанному способу. Пробойники звездобразной формы, с внутренними выступами и т. п. изготовить сложнее. Их нельзя сделать из трубки, приходится использовать цельный стальной брусок. Сначала необходимо выточить заготовку. Затем делается внутренний режущий контур: металл внутри пробойника высверливается и опиливается надфилями или фрезеруется. Внешняя форма пробойника опиливается напильником.

### Материалы для штамповки

Как уже упоминалось, пробойники подходят только для обработки определенных материалов. Довольно высокое качество получается при разрезании кожи, резины, картона, бумаги и фанеры. Смотря по обстоятельствам, можно пробивать и металлические листы. При этом под лист надо поместить подкладку, а пробойник заточить на более острый угол и взять мягкий материал небольшой толщины. На деревянной подкладке пробивать не рекомендуется, так как при наличии неравномерной структуры древесины может произойти перекося острия пробойника. При этом материал вспучивается, неравномерно нагружается режущая кромка, и пробойник может вырвать лишний металл. Лучше применить подкладку из ровной пластины полистирола или мягкого алюминия. При прошивке тонкой алюминиевой, медной или латунной жести режущая кромка пробойника затачивается на угол  $25-30^\circ$ . Однако при прошивке жести не всегда достигается хорошее качество отверстий. При ударе жести и плита деформируются, и края отверстия получаются выгнутыми в сторону удара. Жестяная пластина после вырубки отверстий в жести требует рихтовки и шлифовки. Для вырубки отверстий в жести нужен инструмент другого вида. К сожалению, он сложнее, чем выше описанный простой пробойник.

### Штампы для вырезки отверстий в листовом металле

Для вырезки отверстий в тонкой жести достаточно удара молотка по штампу (рис. 100). Для толстых листов необходимо применить пресс, так как сила, которую надо приложить к штампу, довольно высокая.

Как видно из рисунка, в работе по вырубке отверстий в жести принимают участие два инструмента — пуансон и матрица. Толщина жести, которую можно обрабатывать этим инструментом, составляет 0,5—3 мм. Матрицы и пуансоны изготавливают из инструментальной стали с последующей закалкой и средним отпуском. Перед вырубкой отверстия в заготовке детали 5 сверлится отверстие, диаметр которого равен диаметру центрирующего стержня пробойника 2. Затем в углубление основания штампа вставляют матрицу с отверстием требуемой формы и размера, стержень пробойника с предварительно надетым на него пуансоном вставляют в отверстия в заготовке и в основании штампа и сильным ударом молотка по пробойнику вырубает отверстие.

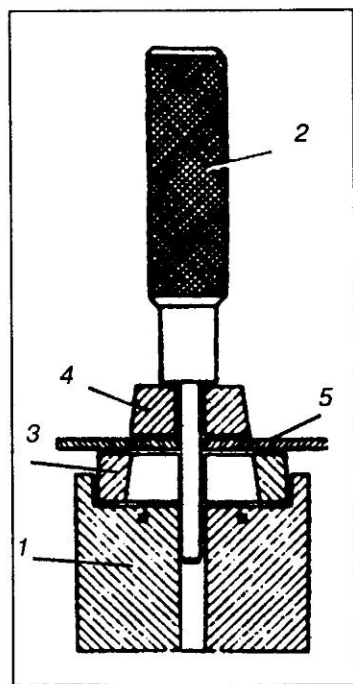


Рис. 100. Штамп для прошивки отверстий в жести: 1 — основание; 2 — пробойник; 3 — сменные матрицы; 4 — пуансоны; 5 — жесьть

При изготовлении пуансонов и матриц следует делать между ними зазор, который равен примерно  $\frac{1}{20}$  толщины материала детали. В этом случае кромки отверстия получаются ровными и не требуют обработ-

ки. На рис. 101 показан простейший штамп для прошивки отверстий.

Если удар по детали нежелателен или материал имеет большую толщину, применяется винтовой штамп для прорезания отверстий (рис. 102). Отверстия большого диаметра в листовом материале можно вырезать с помощью приспособления, устройство которого показано на рис. 103. Резец изготавливается из сломанного сверла или обломка надфиля. Ему придается на абразивном круге форма, показанная на рисунке. В центре предполагаемого большого отверстия сверлят другое отверстие, диаметром 4 мм, и вставляют в него конец цилиндрического стержня.

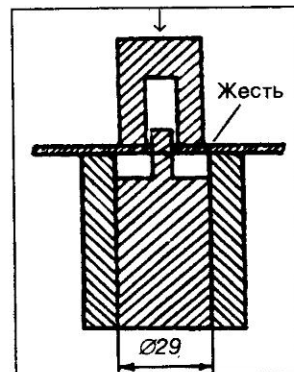


Рис. 101. Простейший штамп для прошивки отверстий

Эти краткие пояснения делают понятным, что для того, чтобы сделать штамп, моделисту требуется некоторый опыт в изготовлении инструмента. Но штампы для вырезки отверстий с несложной формой поперечного сечения может

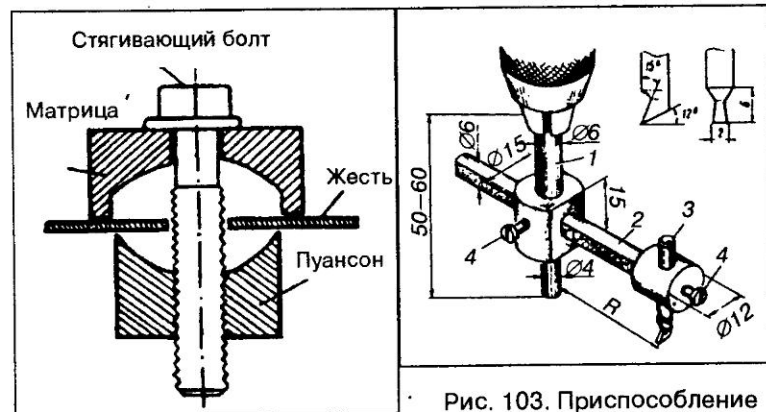


Рис. 102. Винтовой штамп для прорезания круглых отверстий

Рис. 103. Приспособление для вырезания отверстий большого диаметра в листовом материале

сделать и неспециалист. Необходимо также предусмотреть, чтобы при изготовлении модели таких деталей пришлось делать немного. В этом случае можно даже отказаться от закалки матрицы. Но пуансон закалить все же необходимо. Кроме того, плоскость пуансона надо заточить так, чтобы по его краю получилась острая кромка.

В завершение сделаем два важных вывода:

во-первых, одним ударом молотка в самое короткое время (меньше секунды) может быть изготовлена сложная жестяная деталь. При наличии хорошо сделанного штампа дополнительная обработка детали не нужна;

во-вторых, при изготовлении пуансона и матрицы трудовые затраты бывают очень высоки.

#### Применение штампованных деталей промышленного изготовления

В последние годы очень часто моделисты применяют штампованные детали, хотя сами не изготавливают штампы. Эти детали появляются в руках моделистов из отходов промышленных предприятий (брак). Действительно, на предприятиях для очень многих изделий применяется огромное количество штампованных деталей. Иногда их можно поставить на модель после небольшой доработки. Например, в часовом производстве, в приборостроении и во многих других отраслях производства делаются штампованные детали с высокой степенью точности. Из маленьких часовых зубчатых колес можно сделать ручные штурвалы высокого качества для орудий, лебедок или подобные им детали моделей. Также можно найти штампованные детали, которые с небольшими затратами можно превратить в щиты, люковые крышки, утки, опоры для спасательных кругов, скобтрапы, опоры фальшборта и т. п. Иногда даже отходы от штамповки пригодны для дела.

Подобные детали попадают к моделисту разными путями. Например, некоторые бракованные детали можно встретить на заводских свалках. Источником таких деталей являются также сломанные часы, сломанные приборы и прочие предметы. Можно завести знакомства с работниками

ремонтных мастерских, где часто появляются негодные штампованные детали.

Хочется еще раз подчеркнуть, что не столько богатый ассортимент материалов и мастерская, оборудованная всеми станками, сколько новаторство, конструкторская смекалка и одаренность являются предпосылкой к постройке хорошей модели. Тот, кто вместо изготовления штампа добудет где-нибудь 50 часовых зубчатых колес для своих целей, способен сэкономить и время, и деньги и достигнуть такого же высокого качества, как и тот, кто все же сделает такой штамп. Начинающему моделисту необходимо всегда обращать внимание на выкидываемые вещи и задаваться вопросом, нельзя ли из них сделать какую-либо деталь для модели. Например, сейчас много выбрасывается корпусов от пластмассовых одноразовых зажигалок. Из них вполне можно сделать ходовые огни для модели. Представлять себе зримо готовую деталь и думать, из чего ее можно сделать, — основное правило моделиста.

#### *Дополнительная литература*

Справочник машиностроителя / Под ред. Э. А. Сателя. — М.: Машгиз, 1963. Т. 5, гл. II.

## Глава 4

### ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ И ЗАТОЧКИ ИНСТРУМЕНТА

Хорошая заточка инструмента тоже требует высокой квалификации. С плохо заточенным резцом или стамеской не добиться высокого качества при постройке модели корабля. И в этом случае начинающему моделисту могут помочь некоторые несложные приспособления.

#### Приспособление для заточки ножа рубанка

Простое приспособление показано на рис. 104. Его конструкцию разработал учитель труда московской школы № 717 Н. Щербаков.

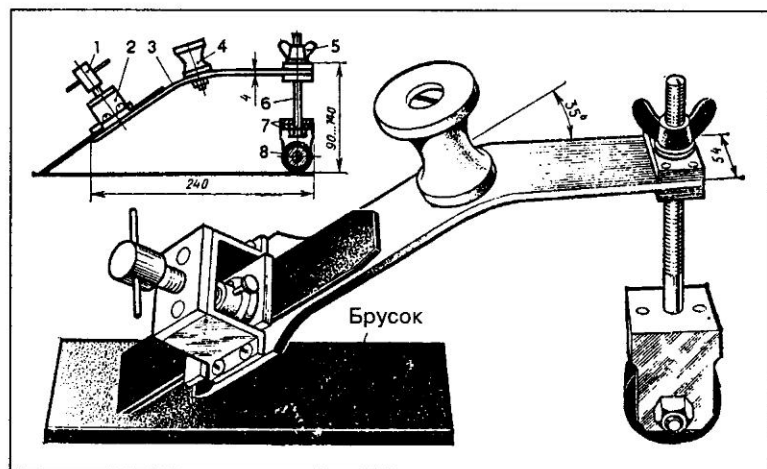


Рис. 104. Приспособление для заточки ножа рубанка:  
1 — винт; 2 — скоба; 3 — пластина; 4 — ручка; 5 — гайка;  
6 — шпилька; 7 — скоба; 8 — ролик

Основа приспособления — стальная пластина длиной 260 мм и толщиной 5 мм. Ширина пластины зависит от ширины ножа рубанка. Толщина пластины выбрана не случайно, она не должна прогибаться во время работы. Остальное достаточно ясно из рисунка. Примененные винты — М5. Чертежи этого приспособления опубликованы в приложении «ЮТ для умелых рук» (№ 1, 1984).

### Станок для заточки столярного инструмента

Этот станок-полуавтомат для заточки столярного инструмента создали на станции юных техников Бабушкинского района г. Москвы (рис. 105). Его чертежи были опубликованы в приложении «ЮТ для умелых рук» (№ 11, 1981 г). Вместо ручного привода можно сделать электрический привод от дрели или любого станка. Качество работы тоже будет отличное.

Вращательное движение наждачного камня при помощи шатунов преобразуется в поступательное движение затачиваемого инструмента, закрепленного на станке. Режущая

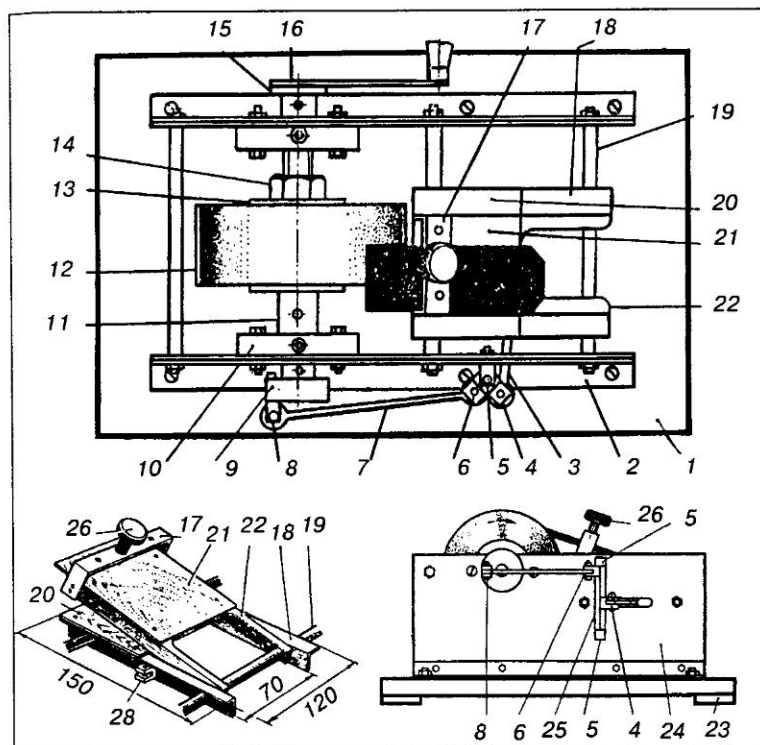


Рис. 105. Станок для заточки:

1 — основание; 2 — угольник 20×20 (2 шт.); 3 — шатун малый; 4 — ушко № 1; 5 — ушко № 2 (2 шт.); 6 — ушко № 3; 7 — шатун большой; 8 — ушко № 4; 9 — эксцентрик; 10 — подшипник; 11 — вал; 12 — наждачный камень; 13 — шайбы; 14 — гайка М20; 15 — фланец ручки; 16 — рычаг ручки; 17 — скоба; 18 — угольник нижней каретки (2 шт.); 19 — стержни (3 шт.); 20 — основание нижней каретки; 21 — основание верхней каретки; 22 — угольник верхней каретки (2 шт.); 23 — ножки основания; 24 — опоры (2 шт.); 25 — стойка; 26 — винт с накаткой М8; 27 — втулка для наждачного камня; 28 — ушко № 6

кромка инструмента равномерно движется по поверхности наждачного камня то вправо, то влево. Благодаря этому работает вся поверхность наждачного камня и получается очень ровная режущая кромка. Только не забывайте охлаждать затачиваемый инструмент.



Между двумя опорами 24 размером  $360 \times 175 \times 3$  на валу 11 закрепляется наждачный камень 12. Вал установлен на двух подшипниках 10. Вал и подшипники можно поставить любые, какие моделист найдет, но при этом необходимо учесть условия прочности. Вместе с валом вращается закрепленный на нем эксцентрик 9. В ушке 8 эксцентрика закреплен конец шатуна 7. Вторым концом закреплен в ушке 6 на стойке 25. Стойка может поворачиваться в ушках 5. Малый шатун укреплен на втором ушке 4 стойки 25. Вторым концом малого шатуна соединен с нижней кареткой 28. Каретка состоит из двух частей: нижней,двигающейся по направляющим 19, и верхней, свободно лежащей на нижней каретке. Благодаря этому затачиваемый инструмент, установленный на верхней каретке под скобой 17, без нажима ложится режущей кромкой на поверхность наждачного камня. Винтом 26 затачиваемый инструмент фиксируется в верхней каретке.

Все детали станка изготавливаются из стали, за исключением подшипников 10, которые можно сделать из древесины. Но гораздо дольше прослужат подшипники из бронзы. Основанием станка служит древесно-стружечная плита толщиной 20 мм и размером  $440 \times 280$  мм. Длина резьбы на валу зависит от размера точильного камня. Наружный диаметр втулки 27 тоже определяется диаметром точильного камня. Не забудьте — наждачный камень должен вращаться навстречу режущей кромке инструмента.

### Станок для заточки пил и фрез

Маленький станок предназначен для заточки дисковых фрез и ножовочных пил по дереву. Его чертежи и описание приведены в приложении «ЮТ для умелых рук» (№ 3, 1984).

Станок состоит из трех основных узлов: электродвигателя, наждачного круга и собственно приспособления. Электродвигатель напряжением 220 В может быть любым. Наждачный круг — камень диаметром около 100 мм и сечением не более 8 мм. В зависимости от профиля заточки необходимо иметь три камня: для прямого зуба, для косо-

(«волчьего») и для снятия заднего угла. Крепится наждачный круг на оси, установленной на шарикоподшипниках во втулке. На приспособлении для заточки можно укрепить и заточить дисковую фрезу диаметром от 60 до 150 мм и сечением до 6 мм или ножовочную пилу по дереву.

### Плоскошлифовальный станок

Станок разработан и изготовлен учениками восьмых классов московской школы №1139. Его чертежи опубликованы в приложении «ЮТ для умелых рук» (№ 1, 1983). Конструкция станка несложная (рис. 106) и удобная в эксплуатации. На нем можно затачивать и править инструмент, а также шлифовать готовые детали из древесины, пластмассы и металла. На рисунке показан станок, работающий от электродвигателя, но можно сделать его как приставку к электродрели или токарному станку. Все детали станка, за исключением некоторых, сделаны из стали.

На массивном деревянном основании 1 размером  $450 \times 250$  мм с помощью угольников 2 укреплены две дюралюминиевые стойки 3. Между стойками вращаются два

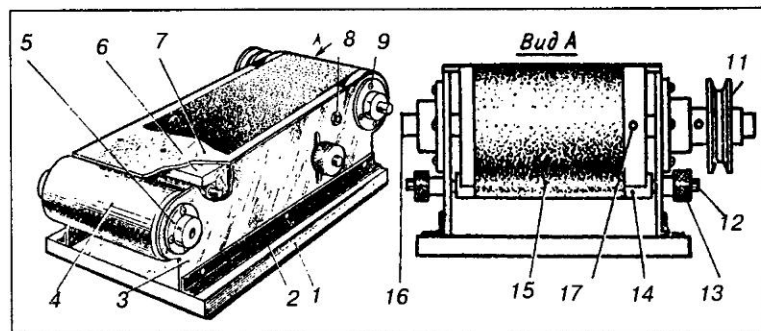


Рис. 106. Плоскошлифовальный станок:

1 — основание; 2 — угольник  $20 \times 20$ ; 3 — стойка (межосевое расстояние — 360 мм, высота от основания — 90—100 мм); 4 — ролик; 5 — фланец; 6 — фиксатор стола; 7 — стол; 8 — шпилька; 9 — винт; 10 — ведомая ось; 11 — шкив; 12 — ось натяжного валика; 13 — гайка с накаткой; 14 — натяжной валик; 15 — наждачная лента; 16 — ведущая ось; 17 — винт

деревянных ролика 4 диаметром 70 мм, на которые натянута наждачная лента 15. Ролики вращаются совместно с осями 10 и 16 в шарикоподшипниках (40×17×12), установленных в четырех дюралюминиевых фланцах 5, которые крепятся к стойкам винтами. Ролики фиксируются на осях 10 и 16 с помощью винтов 17. Ось 10 диаметром 20 мм на сборочном чертеже не видно.

Роликам 4 необходимо придать бочкообразную форму, чтобы наждачная лента не сползла с них. На боковые стойки на деревянных фиксаторах 6 с помощью шпилек 8 устанавливается стол 7 (325×160) из фанеры, по которому скользит наждачная лента на тканевой основе. Для натяжения ленты служит валик 14, сделанный из стальной трубки. Он вращается на оси 12 в двух подшипниках 28×12×10. Ось фиксируется в вертикальных прорезях в стойках гайками 13 с накаткой. Наждачную ленту натягивают, передвигая натяжной валик в прорезях и закрепляя его гайками. Для наждачной ленты необходимо вырезать полоски размером 130×1030 мм. Лента накладывается поверх роликов и пропускается вниз под натяжной валик 14, находящийся в верхнем положении. Концы наждачной ленты обрезаются наискось, и абразивная поверхность зачищается. Смазав клеем (БФ-2, ПВА и т. п.), концы ленты соединяют внахлест и оставляют до полного высыхания. После этого ленту натягивают валиком 14.

На ведущей оси 16 надет шкив 11 для привода станка. Мощность электродвигателя не менее 500 Вт. Скорость вращения роликов не должна превышать 1000 об/мин.

### Шлифовка и полировка инструментов и деталей на станке УК-4 «Умелые руки»

Это приспособление расширяет возможности очень популярного в свое время станка «Умелые руки» (рис. 107).

Пользуясь этим приспособлением, можно шлифовать пластины толщиной от 0,3 до 10 мм с точностью до 0,05 мм. Для полирования металла применяется такой же деревянный барабан, на который крепится толстое сукно. Чертежи этого станка опубликованы в журнале «Моделист-конструктор» (№ 3, 1986).

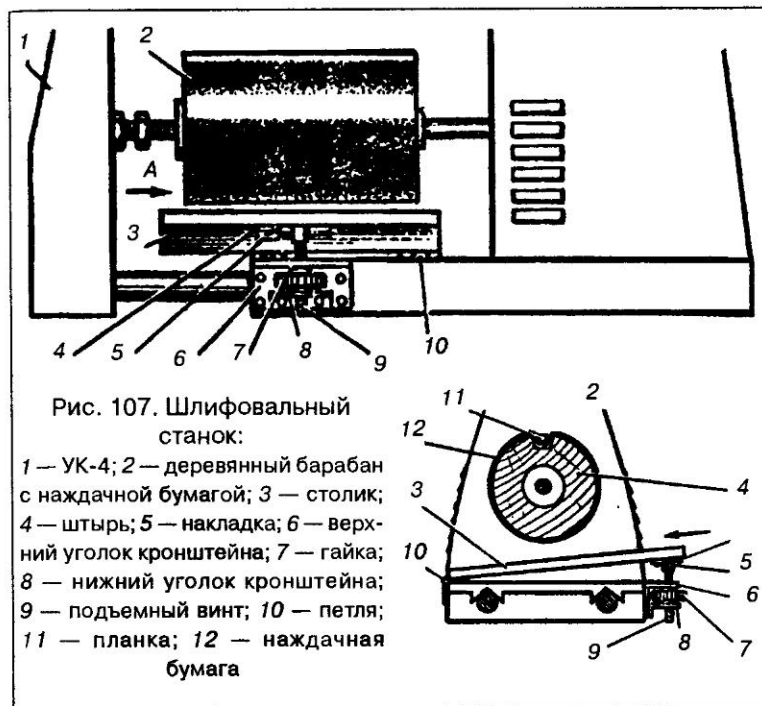


Рис. 107. Шлифовальный станок:

- 1 — УК-4; 2 — деревянный барабан с наждачной бумагой; 3 — столик; 4 — штырь; 5 — накладка; 6 — верхний уголок кронштейна; 7 — гайка; 8 — нижний уголок кронштейна; 9 — подъемный винт; 10 — петля; 11 — планка; 12 — наждачная бумага

### Шлифовальная приставка к дрели

Это несложное приспособление (рис. 108) позволит превратить дрель в станок для доводки, шлифовки, фрезерования небольших деталей, требующих точности при изготовлении. В зависимости от назначения приспособление можно сделать побольше или поменьше изображенного на рисунке.

Заготовка фиксируется в скобах-зажимах ползуна. Предварительно в них вставляется прижимная планка. Барашковые гайки плотно зажимают заготовку сверху, а прижимная планка и винт М6 — с торца. Ползун установлен на направляющей штанге и может передвигаться по ней вправо и влево. В середине ползуна прикреплена планка с винтом М6. От положения этого винта в планке зависит угол наклона заготовки.

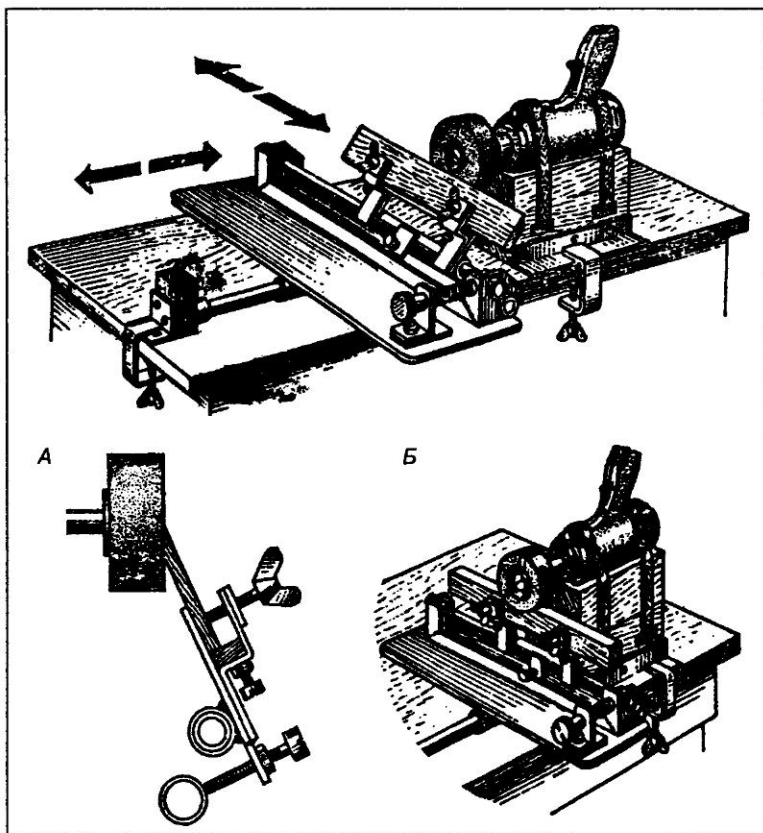


Рис. 108. Шлифовальная приставка к дрели

Ниже направляющей штанги расположена еще одна. В нее упирается установочный винт и ограничивает поперечное перемещение ползуна с заготовкой. Обе штанги установлены на П-образном кронштейне. Он крепится на винтах к плите, причем подвижно. Это нужно для того, чтобы снять определенный слой материала с заготовки, то есть подвинуть деталь к наждачному камню или к диску со шкуркой. Чтобы можно было срезать доли миллиметра, на приспособлении есть подающее устройство. Оно собрано из резьбовой шпильки, гаек, втулок, уголка и пружины. К нижней

поверхности плиты приварен или привинчен уголок со втулкой и зажимом. Благодаря этому узлу плиту можно подвинуть или отодвинуть от режущего инструмента. Размеры приспособления будут зависеть от того, какие трубки или стержни для направляющих моделист сможет найти.

Для изготовления большинства станков для своей мастерской моделист обычно конструирует станки самостоятельно. Но, посмотрев подшивки журналов «Моделист-конструктор», «Сделай сам», приложения к журналу «Юный техник» «ЮТ для умелых рук», он может найти много простых станков, которые пригодятся в его мастерской, причем, применяя эти станки, моделист повысит качество изготовленных деталей модели и, следовательно, самой модели.

## Глава 5

### ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Ранее уже рассказывалось, что можно превратить токарный станок во фрезерный при помощи не очень сложных приспособлений. Здесь дается описание их конструкций.

#### Делительная головка

Общий вид и чертежи отдельных деталей такого приспособления представлены на рис. 109—112.

Делительная головка состоит из корпуса 1, фланец 12 которого зажимается в резцедержателе 10. В корпусе смонтированы шпиндель 2 с цанговым зажимом 3, зажимным винтом 4, упорной гайкой 5 и контргайкой 6. На зажимном винте закреплен делительный диск 7. На корпусе размещены также указатель 8 и стопорные винты 9.

Центральная ось делителя должна совпадать с осью шпинделя станка (рис. 110), поэтому размер  $a$  зависит от размера станка. Для того чтобы определить этот размер, на станке вытачивается цилиндр диаметром  $D$ . После этого штангенциркулем измеряется размер  $b$ :  $a = b - D/2$ .

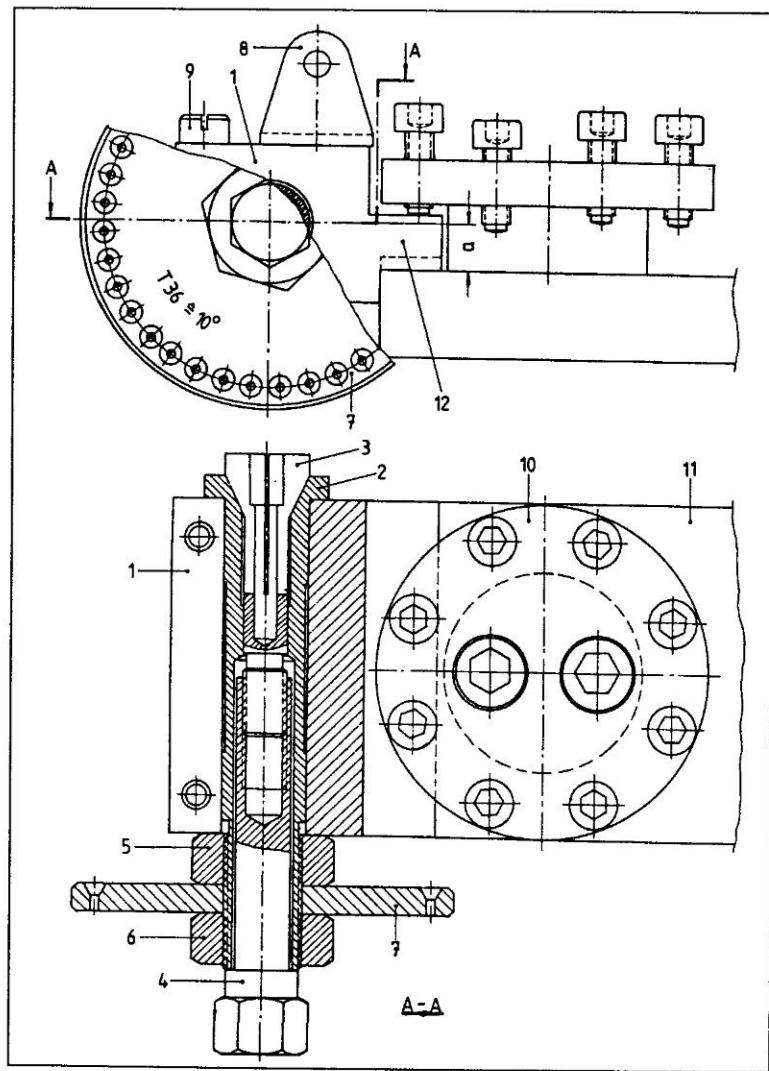


Рис. 109. Делительная головка:

1 — корпус; 2 — шпindelь; 3 — цанговый зажим; 4 — зажимный винт; 5 — упорная гайка; 6 — контрагайка; 7 — делительный диск; 8 — указатель; 9 — стопорные винты; 10 — резцедержатель; 11 — суппорт станка; 12 — фланец

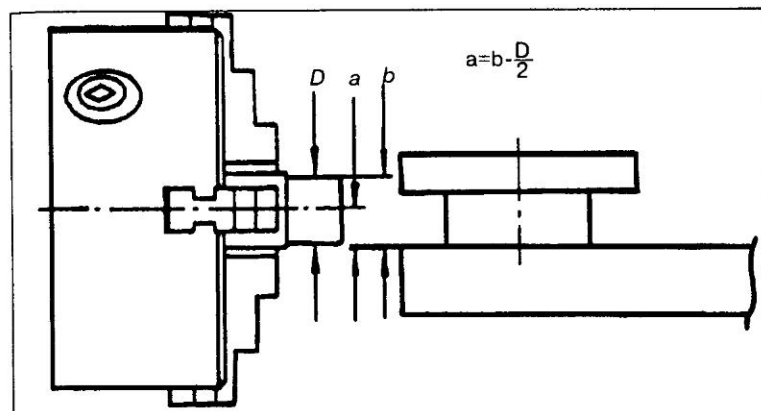


Рис. 110. Определение толщины фланца

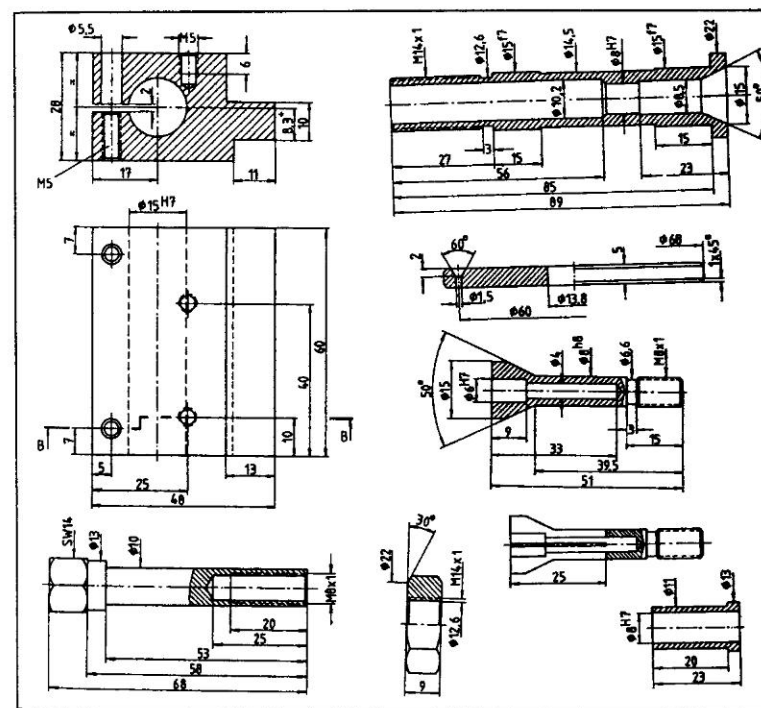
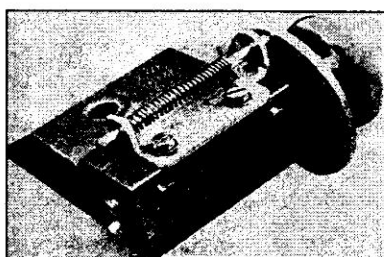
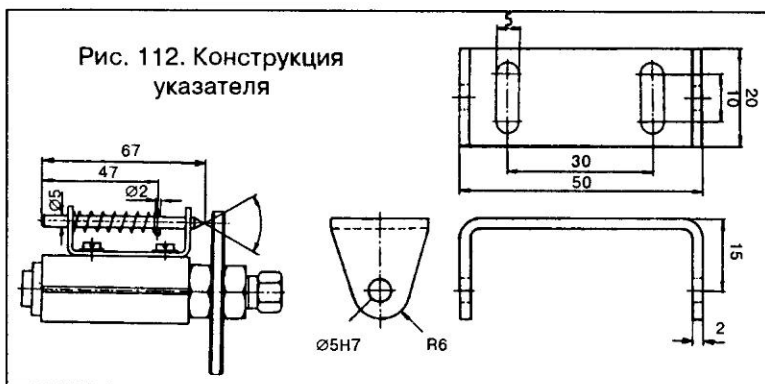


Рис. 111. Детали делительной головки





Другая конструкция делительной головки приведена на рис. 112—114. Здесь корпус ставится на станок вместо резцедержателя. Остальная конструкция аналогична первой.

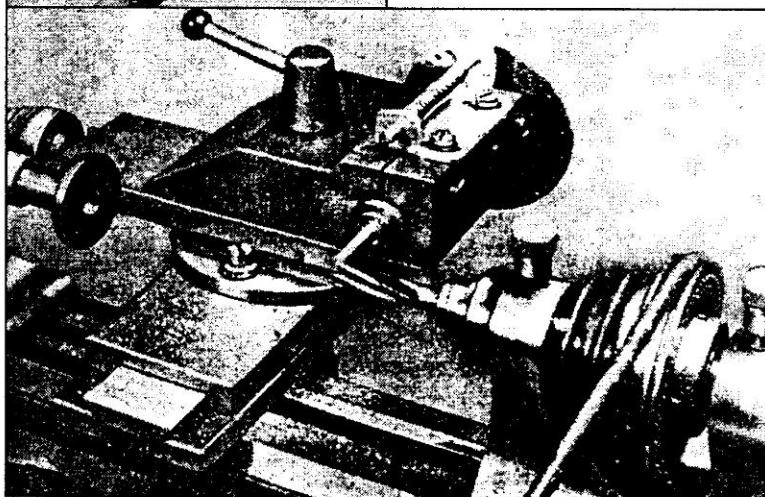


Рис. 113. Делительная головка, устанавливаемая на станке вместо резцедержателя

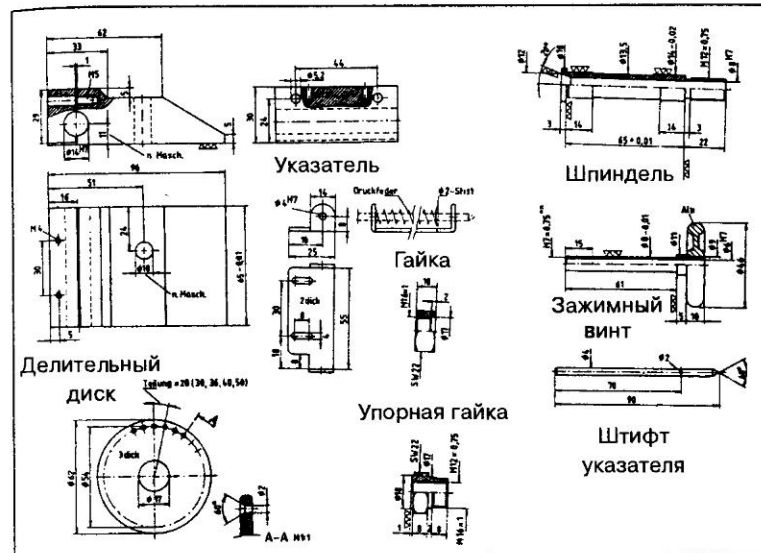


Рис. 114. Детали делительной головки, устанавливаемой вместо резцедержателя

### Цанговый патрон для точения мелких деталей

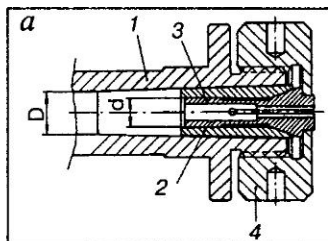
Трехкулачковый патрон токарного станка обладает недостатками, из-за которых у моделиста возникают некоторые проблемы. Он слабо зажимает детали диаметром меньше 5 мм. Губки патрона сильно мнут мягкий металл, такой, как медь, алюминий, латунь. Этих недостатков лишен цанговый патрон. Использование цангового патрона также увеличивает точность обработки мелких деталей за счет снижения радиальной биений. Конструкция такого патрона приведена на рис. 115—119.

Чтобы работать на станке с цанговым патроном, нужно снять с фланца шпинделя трехкулачковый патрон и вместо него поставить цанговый, который крепится к фланцу шпинделя так же, как трехкулачковый. Для увеличения точности работы с патроном надо накернить цангу и корпус патрона и совмещать риски друг с другом при установке сменной цанги



зажимается в тисках через алюминиевую прокладку. После изготовления цангу закалывать не обязательно, поскольку моделист в основном работает с мягкими материалами: алюминием, пластмассой и латунью. В цанговый патрон нельзя зажимать некруглый, ржавый материал, а только лишь зачищенные круглые точеные стержни диаметром, соответствующим диаметру отверстия цанги.

На рис. 119, а показан вариант конструкции цангового патрона для токарного станка, шпиндель которого — конус Морзе. В этом случае нужно делать промежуточную гильзу 2, внешняя поверхность которой имеет конус такой же, как на шпинделе. Для удаления промежуточной гильзы вытачивается стержень, показанный на рис. 119, б.



Дальнейшим развитием этого способа крепления цанги в патроне является конструкция, показанная на рис. 119, в. В этом случае корпус и зажимная гайка отсутствуют. Натяжение цанги производится болтом 4.



Рис. 119. Варианты конструкции цангового патрона: а) 1 — шпиндель; 2 — промежуточная гильза; 3 — цанга; 4 — зажимная гайка; б — стержень; в) 1 — шпиндель; 2 — промежуточная гильза; 3 — цанга; 4 — зажимающий стержень; 5 — установщик заготовок; 6 — фиксирующий винт;  $D$  — номинальный диаметр цанги

Чтобы автоматически выставить заготовку на нужный вылет, можно (как и в крупносерийном производстве) вставить в цангу стержень 4 и закрепить его винтом 6. Следующие заготовки необходимого вылета будут получать автоматически.

### Приспособление для глубокой вытяжки металла на токарном станке

Сделать это довольно простое приспособление не составит большого труда, но зато даст возможность моделисту изготавливать из тонкого листа меди или мягкой латуни такие детали, как корпуса прожекторов и фонарей, фигурные диски, фланцы, круглые кожухи, головки вентиляторов и т. п. В данном случае применяется метод выдавливания при помощи стального давилника.

Конструкция приспособления ясна из рис. 120. На этом рисунке показано приспособление для дрели, но такое же можно сделать для токарного станка.

Давильник на токарном станке можно зажать в резцедержатель. На планшайбе при помощи шурупов закрепляется брусок из твердой древесины. Этот брусок обрабатывается

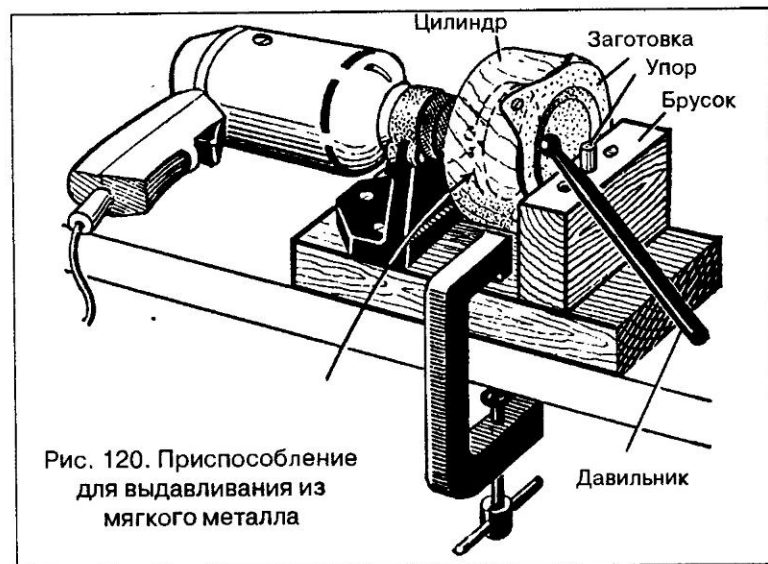


Рис. 120. Приспособление для выдавливания из мягкого металла

стамесками так, чтобы получился цилиндр с углублением необходимой формы на его торце, т. е. получилась матрица. Концы давяльников затачиваются в виде сферы различного диаметра (от 1 до 15 мм) и полируются. Металлическая заготовка закрепляется на матрице четырьмя шурупами. Перед работой пластину надо отжечь. Толщина ее — 0,3—0,5 мм. Затем заготовка смазывается вазелином. Давить надо от центра заготовки к ее краю. При изготовлении глубоких форм металл периодически отжигается.

## Глава 6

### САМОДЕЛЬНЫЕ СТАНКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

В литературе встречаются описания многих самодельных станков для обработки древесины. Это электролобзики различной конструкции, станки для рельефного фрезерования, шипорезные станки и т. п. В этой главе будет рассказано только о самодельных циркулярных пилах и токарных станках.

#### Малая циркулярная пила

Этот станок был изготовлен в кружке начального технического моделирования СЮТ Бабушкинского района Москвы (рис. 121). Пила имеет малые размеры (длина — 230 мм, ширина — 190 мм, высота — 105 мм), обладает хорошими качественными характеристиками и безопасностью в работе.

Она может быть установлена на токарном станке или работать самостоятельно от двигателя. Конструкция пилы позволяет резать рейки высотой 1 мм и шириной от 1 до 70—80 мм. Заготовки получаются ровными и требуют только зачистки наждачной бумагой. Безопасность работы достигается за счет небольшого выхода диска — на 10—12 мм. Кроме того, обрабатываемый материал подается сбоку, на значительном расстоянии от режущего инструмента. Описание и чертежи этого станка приведены в приложении «ЮТ для умелых рук» (№ 9, 1981).

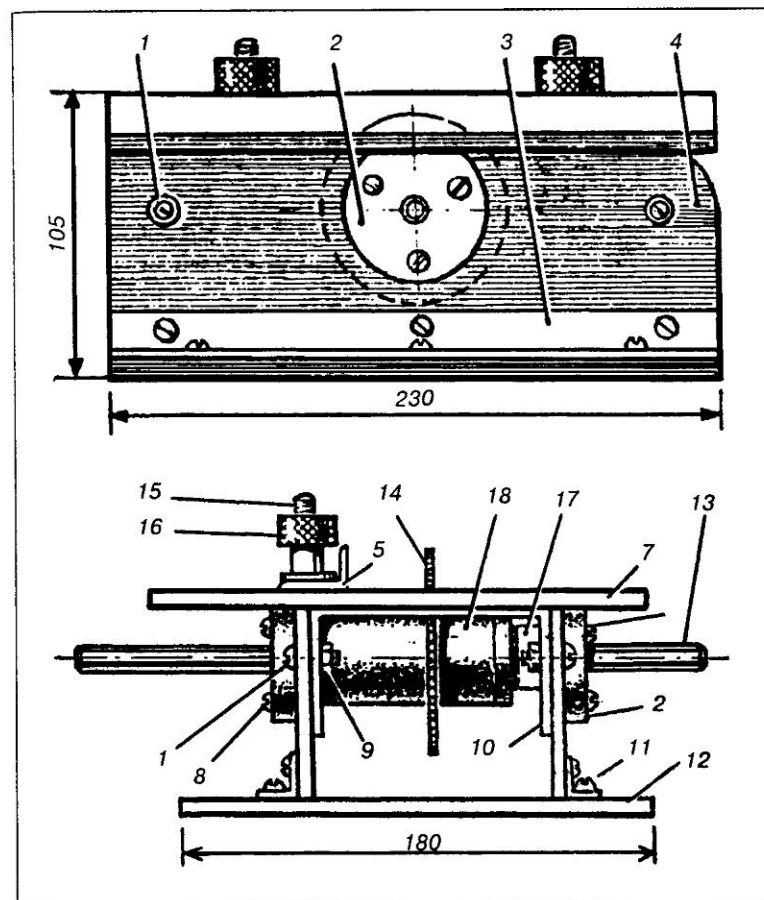


Рис. 121. Малая циркулярная пила:

1 — винт М5х15 (4 шт.); 2 — фланец  $\varnothing 55$  (2 шт.); 3 — угольник 20х20х230 (2 шт.); 4 — стойка 230х75х5; 5 — линейка 12х25х230; 6 — винт М4х10 (4 шт.); 7 — стол 230х190х5; 8 — винт М5х20 (6 шт.); 9 — гайка (4 шт.); 10 — скоба П-образная 80Г15 (2 шт.); 11 — винт М5х10 (6 шт.); 12 — основание 230х180х5 (дюраль); 13 — вал; 14 — фреза 80х22х1,5; 15 — винт; 16 — гайка М6 (2 шт.); 17 — гайка М18 с шайбой  $\varnothing 35$ х5; 18 — шайба внешним  $\varnothing 35$ х25 (внутренним  $\varnothing 22$ )



### Деревообрабатывающий станок на базе станка «Умелые руки»

Станок «Умелые руки», выпускавшийся могилевским заводом, позволял кое-что сделать, но его возможности были очень ограничены. Преподаватель санкт-петербургского ПТУ В. О. Пахомов создал несложное приспособление (рис. 122), позволяющее расширить возможности этого станка.

На массивном основании из дерева или ДСП размером 700×260×20 мм слева закреплен станок «Умелые руки». Стальной вал 1 левым концом навинчивается на вал станка. Правый его конец вместе с дисковой пилой вращается в двух шарикоподшипниках с внутренним диаметром 10 и 6 мм. Они крепятся хомутками на деревянных стойках 3. Чтобы в подшипники не попали опилки, они закрываются с двух сторон

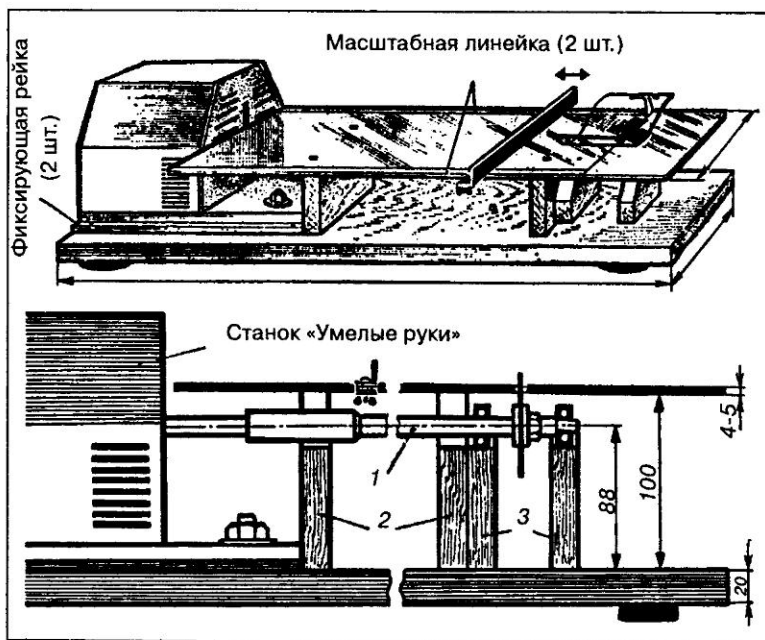


Рис. 122. Деревообрабатывающий станок на базе станка «Умелые руки»:

1 — вал; 2 — бруски 150×100×20; 3 — стойки

крышками из пластмассы или дюралюминия. Подшипники необходимо тщательно отцентрировать по высоте и по осевой линии, иначе вал будет вибрировать. Если избавиться от вибрации не удастся, то вал можно соединить со станком при помощи карданного соединения. Для этого торцевое отверстие вала 1 дополнительно рассверливается до диаметра 10 мм на глубину 25 мм. В него вставляется вал станка, центрируется с помощью бумажных прокладок и просверливается совместное сквозное поперечное отверстие в обоих валах. В это отверстие вставляется штифт, и его концы слегка расклепываются. Бумажные прокладки удаляются.

Осталось привинтить к деревянным брускам 2 крышку стола из дюралюминия толщиной 4—5 мм. На столе укрепляется отбойная рейка из уголка 20×20 мм. Ее крепление показано на рис. 124, справа вверху. Высота установки крышки стола позволяет дисковой пиле выступать над ним на 10 мм.

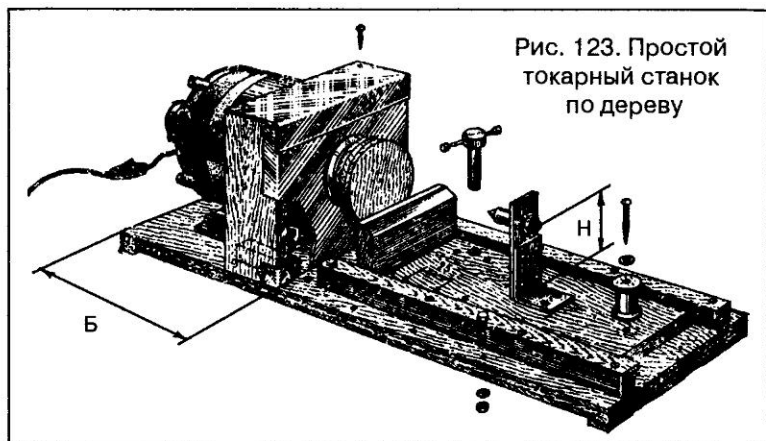
На станке можно аналогично приспособить и патрон от дрели. Для этого на вал станка навинчивается переходной вал, внешняя поверхность которого соответствует внутренней поверхности патрона (конусу Морзе или резьбе). Тогда на станке можно точить мелкие детали из древесины, пластмассы, алюминия.

### Простой токарный станок по дереву

Если у моделиста нет станка «Умелые руки», то можно сделать токарный станок самостоятельно. Этот станок (рис. 123) очень простой и собран почти полностью из древесины. Подойдет любой однофазный электродвигатель (со шкивом) мощностью 250—500 Вт, развивающий 1400—1700 об/мин. Функцию передней бабки выполняет вал двигателя с насадками. В зависимости от вида работ необходимы несколько насадок: шкив с планшайбой, трезубец, универсальная насадка.

Чтобы закреплять длинные заготовки, необходима задняя бабка. На станке это уголок с центром, перевернутый к неподвижной платформе.

Основанием станка служит деревянная плита размером (445+*B*)×275 мм (размеры *B* и *H* зависят от типа электродвигателя). К основанию прикреплены винтами направляющие,



в которых передвигается платформа. На ней установлены подлокотник, задняя бабка и рукоятка. Подлокотник нужен только для точения чашеобразных заготовок, крепится он к платформе винтами. Для точения длинных деталей необходимо сделать из металла специальный подлокотник. Направляющие и платформа — силовые элементы станка, поэтому изготавливать их надо из дуба или текстолита. Платформа фиксируется в направляющих специальным стопорным винтом М10, для чего в нее плотно запрессована гайка или резьбовая втулка. Стопорный винт можно совместить с рукояткой. Чтобы защитить электродвигатель от пыли и стружек, его закрывают спереди кожухом, согнутым из жести. Полностью двигатель закрывать не нужно: нарушится вентиляция и он будет перегреваться. Станок крепится к столу струбцинами.

#### Универсальный токарный станок по дереву

Этот станок (рис. 124) был также сделан на станции юных техников Бабушкинского района Москвы. На таком станке можно вытачивать детали разной формы и размеров, но максимальная длина обрабатываемой заготовки — 200 мм, максимальный диаметр — 110 мм.

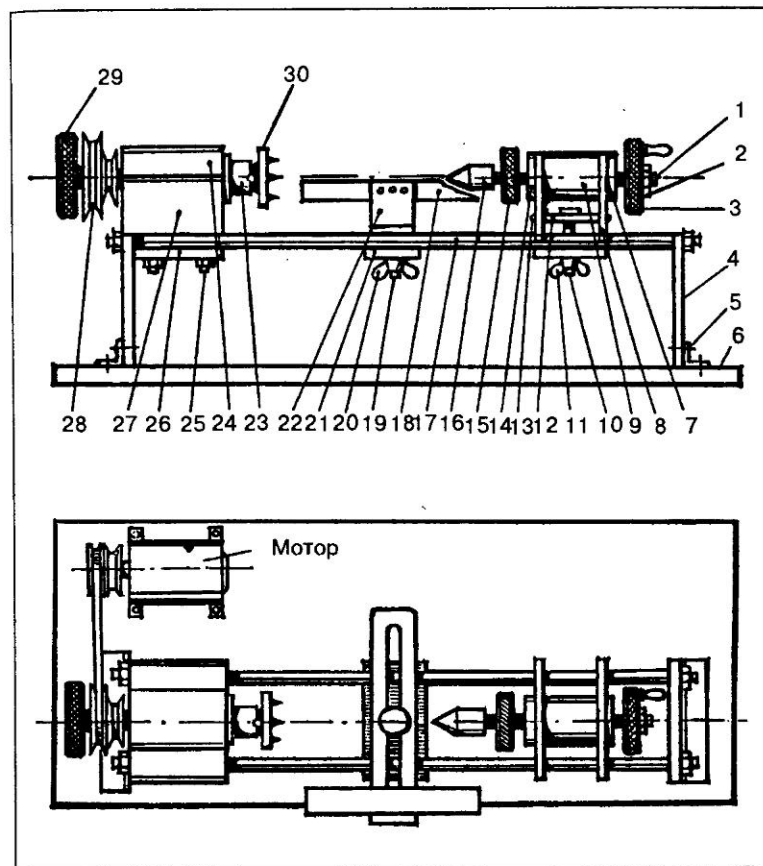


Рис. 124. Токарный станок по дереву:

1 — пиноль; 2 — гайка; 3 — маховик; 4 — стойка (2 шт.); 5 — угольник (2 шт.); 6 — основание; 7 — корпус пиноли; 8 — стойка задней бабки (2 шт.); 9 — втулка задней бабки; 10 — винт натяжной; 11 — гайка-барашек; 12 — распорная планка; 13 — винт М4×12 (4 шт.); 14 — гайка М14×1,25; 15 — контргайка; 16 — корпус вращающегося центра; 17 — направляющие (2 шт.); 18 — подручник; 19 — натяжной винт; 20 — гайка-барашек; 21 — планка; 22 — основание подручника; 23 — шпиндель; 24 — корпус шпинделя; 25 — шпилька передней бабки; 26 — планка для передней бабки; 27 — подушка; 28 — шкив; 29 — натяжной винт; 30 — планшайба

На станке кроме токарных работ можно выполнять и другие, например, распиливать фанеру, дощечки, нарезать рейки, зарезать шипы, затачивать инструмент, шлифовать и полировать различные материалы. Делается это с помощью специальных приставок. Описание и чертежи станка приведены в приложении «ЮТ для умелых рук» (№ 10, 1983)

### Приставки к токарному станку

Общий вид приставки, циркулярной пилы, показан на рис. 125.

Для установки циркулярной пилы необходимо изготовить вал 44. Вал устанавливается на шпинделе 23 (см. рис. 124).

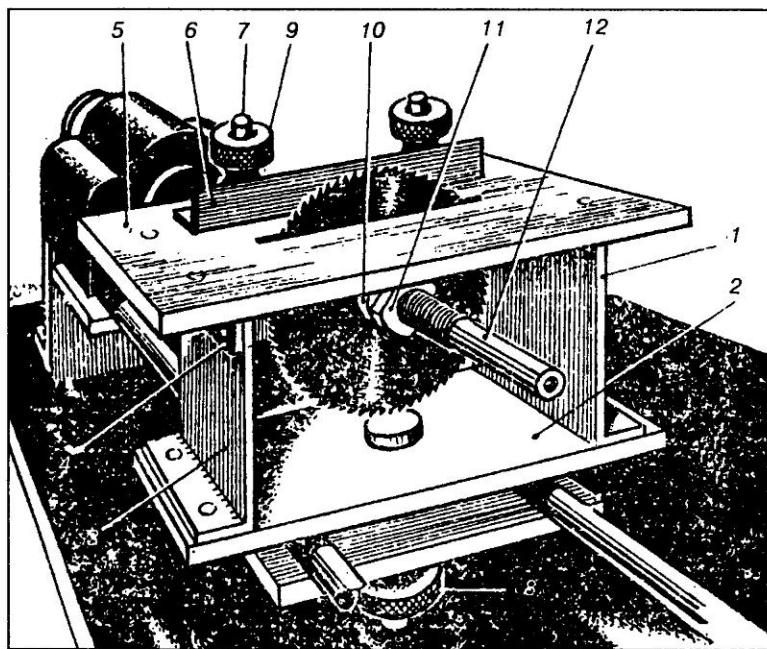


Рис. 125. Установка циркулярной пилы на токарном станке: 1 — правая стойка; 2 — основание; 3 — левая стойка; 4 — петля; 5 — стол; 6 — линейка; 7 — винт (2 шт.); 8 — гайка М6 с накаткой (2 шт.); 9 — гайка М8 с накаткой; 10 — специальная шайба; 11 — гайка М14; 12 — вал

Он закрепляется штифтом, который вставляется в сквозное отверстие в конусном наконечнике вала и в шпинделе. На вал надевается 70-миллиметровая дисковая пила или фреза и закрепляется гайкой со специальной шайбой 42. Корпус пилы устанавливается на направляющих 17 (рис. 124). Он закрепляется с помощью планки 21 (рис. 124) винтом М8 с гайкой 41 (рис. 125). Дисковая пила возвышается над столом на 8 мм.

Приставка для заточки инструментов такая же, как и описанная выше. Вместо циркулярной пилы на станке устанавливается диск с наждачной бумагой. Для шлифовки на диск наклеивается мелкозернистая наждачная бумага, для полировки — войлок или мягкая хлопчатобумажная ткань, на которые наносится полировальная паста (например, паста ГОИ).

При работе со всеми станками необходимо соблюдать правила техники безопасности. Не забывайте об этом!

## Глава 7

### САМОДЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

#### Микродрель

Этот инструмент может использоваться как по прямому назначению, так и для тонких фрезерных и доводочных работ. Основной микродрель (рис. 126) является микродвигатель ДП с прикрепленным к его корпусу обрезком трубки от большого фломастера. Внутри трубки размещается механизм от цангового карандаша. С валом двигателя он соединен стальной пружиной-муфтой.

В качестве сверл и фрез удобно использовать зубо-врачебные боры. Если необходимо зажать в цанге сверло малого диаметра, на его хвостик наматывается медная проволока подходящего диаметра и пропаивается. Электромоторчик подключается к блоку питания или батарее.

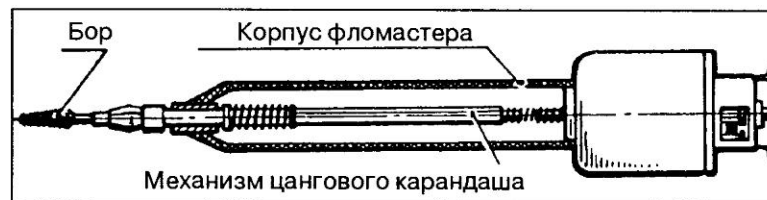


Рис. 126. Микродрель

Достоинствами предлагаемого микроинструмента являются большая надежность сверления малых отверстий (исключается поломка как деталей, так и сверл) и удобство в работе.

### Ручная микродрель

Эта микродрель позволяет сверлить отверстия диаметром менее 1,5 мм (рис. 127).

Для изготовления микродрели необходимо прежде всего подобрать пару зубчатых колес. Оси шестеренок должны пересекаться под углом  $90^\circ$ . Это могут быть либо конические шестерни 22, либо червячная пара 23, либо шевронные шестерни 11. Для подобранной пары шестерен, в соответствии с их размерами и размерами, указанными на чертеже, вытачивается ось для цангового патрона 7. На ее конце нарезается резьба для зажимной гайки 6. О том, как сделать цанговый патрон, рассказывалось ранее. Основание 16 для установки шестерен можно подобрать готовое или согнуть из жести и склепать. К основанию припаиваются втулки 8 и 13, к которым крепятся бронзовые подшипники 9 и 12. Подшипник 10 для оси рукоятки крепится гайкой 15. К основанию винтами крепятся стенки дрели: нижняя 24 — из 2-мм листового дюралюминия, боковые 3 — из 4-мм, задняя 25 и передняя 26 — из 2-мм листового дюралюминия. Сверху из листового дюралюминия ставится крышка 27.

Ручка 1 делается из пластмассы, в нее вставляется шпилька М6, и она вворачивается в заднюю стенку в соответствующее отверстие. Осталось подобрать или сделать рукоятку 4. Во втулку 17 заливается эпоксидная смола 19. В нее

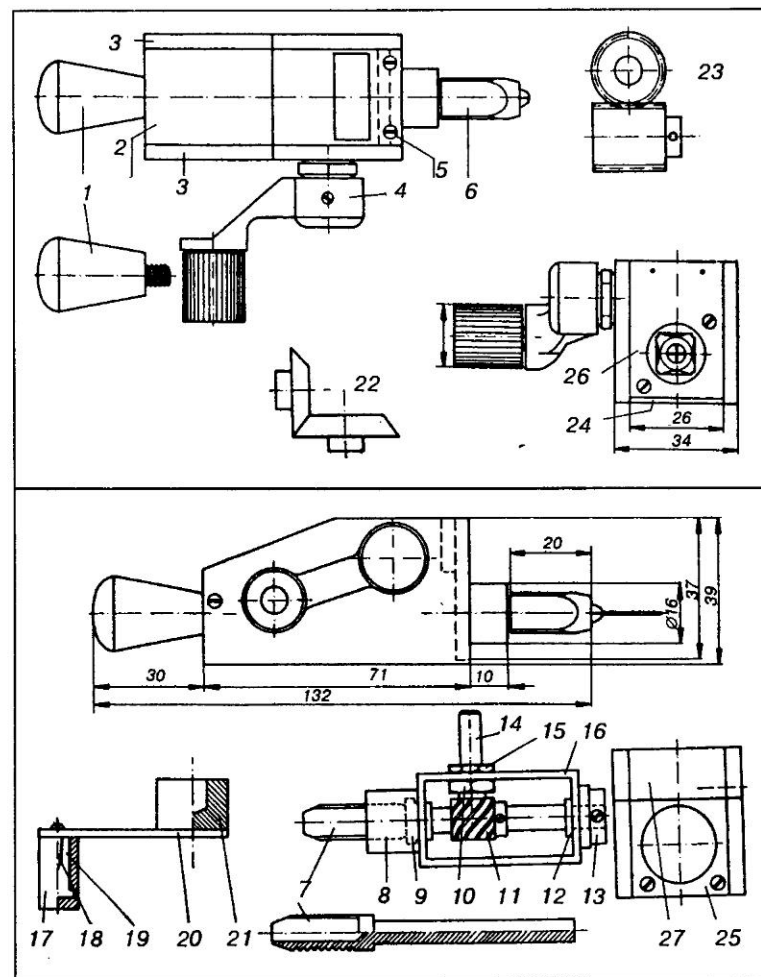


Рис. 127—128. Конструкция узлов микродрели:

1 — ручка; 2 — корпус; 3 — боковая стенка; 4 — рукоятка; 5 — винт; 6 — цанговая гайка; 7 — ось; 8, 13 — втулки; 9, 10, 12 — бронзовые подшипники; 11, 22, 23 — пара зубчатых колес; 14 — вал рукоятки; 15 — гайка; 16 — основание; 17, 21 — втулки; 18 — винт-саморез; 19 — эпоксидная смола; 20 — пластина; 24 — нижняя стенка; 25 — задняя стенка; 26 — передняя стенка; 27 — крышка



вворачивается винт-саморез 18. Втулка 21 припаивается к пластине 20.

Варианты таких миниатюрных инструментов встречаются в соответствующей литературе довольно часто. Моделист сам может подобрать конструкцию по своим силам и возможностям, если не получится сделать сверлильный станок.

### Миниатюрный сверлильный станок

Этот станок (рис. 129) позволяет сверлить множество отверстий диаметром 0,3—1 мм. В основании из оргстекла сверлятся отверстия для деталей 3 и 4 и в них нарезается резьба. Деталь 3 закрепляется снизу основания и используется как кондуктор для сверления отверстия диаметром 4 мм. Сверху основания закрепляется деталь 4. После сверления в ней необходимого углубления диаметром 4 мм деталь снимается. Изготовив деталь 10, в ней следует просверлить отверстия диаметром 3 мм, пользуясь основанием как кондуктором. Шпиндель 5 изготавливается из стального прута диаметром 4 мм. К нему припаивается ведомая шестерня диаметром около 30 мм с числом зубьев 40—50. Если пара подобранных шестерен пластмассовая, то ведомая шестерня закрепляется на металлической шайбе, припаянной к шпинделю. На шпиндель надеваются текстолитовые шайбы общей высотой 3—4 мм, затем он вставляется в основание. Деталь 4 ставится сверху на шпиндель, и замеряется высота детали над основанием. Отрезаются втулки нужной высоты, и деталь 4 закрепляется на основании винтами. При этом шпиндель должен вращаться свободно, но без биений. Теперь на вал двигателя надевается ведущая шестерня и двигатель монтируется на основании. К опорной плите 11 крепятся направляющие 7, на них надеваются пружины подходящего размера и устанавливается весь привод станка. Сверху направляющие соединяются перемычкой 6. Станок закрепляется на опоре. Для сверления отверстий необходимо изготовить сменный инструмент 1 для каждого размера сверл. Остальная конструкция станка видна из рисунка. В качестве двигателя можно использовать двигатель

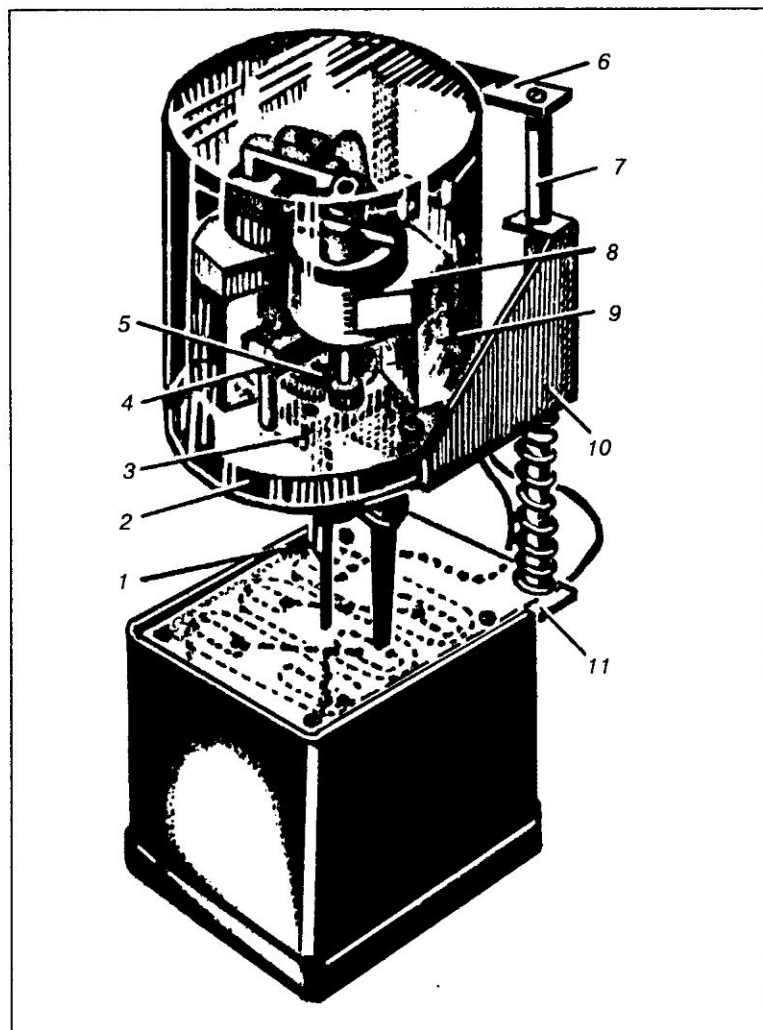


Рис. 129. Миниатюрный сверлильный станок:  
1 — сменный инструмент; 2 — основание; 3 — нижний подшипник; 4 — верхний подшипник; 5 — шпиндель; 6 — перемычка; 7 — направляющие стойки; 8 — держатель двигателя; 9 — опоры двигателя; 10 — кронштейн; 11 — плита

от старой электробритвы (вместе с электрической схемой) или старого проигрывателя грампластинок. В соответствии с типом примененного двигателя надо изменить размеры деталей 8 и 9. Можно использовать и модельный двигатель любого типа, при этом внутри опоры необходимо разместить блок питания или батарейки.

### Универсальный сверлильный станок

Сверлильный станок (рис. 130, 131) позволяет кроме сверления круглых отверстий делать на нем и трехгранные, и четырехгранные, а при помощи приспособлений выполнять различные фрезерные и шлифовальные работы по дереву и пластмассе, гравировать и многое другое. Его чертежи приведены в приложении «ЮТ для умелых рук» (№ 12, 1986).

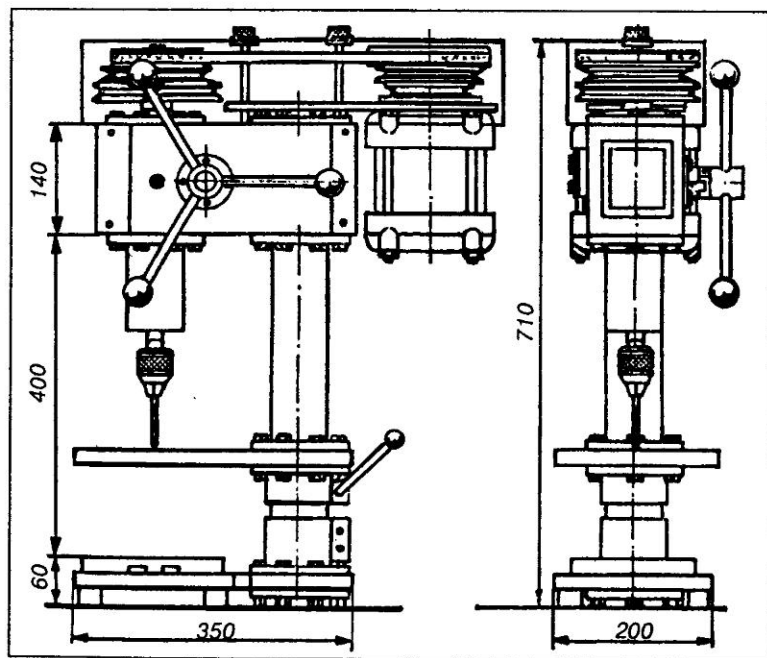


Рис. 130. Сверлильный станок (габаритные размеры)

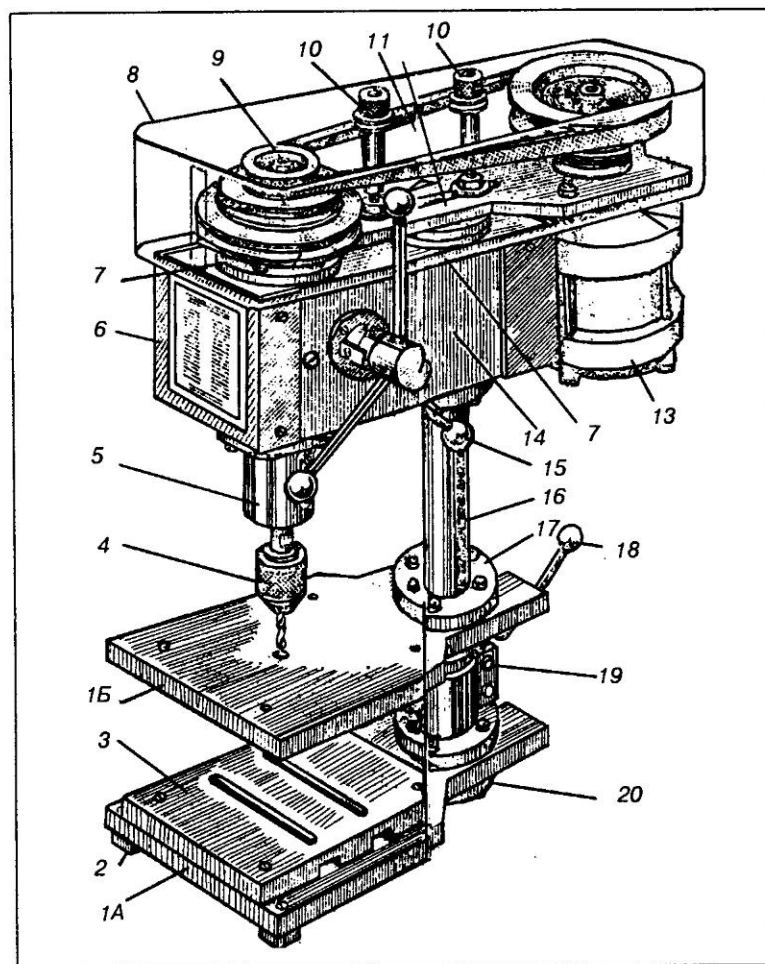


Рис. 131. Сверлильный станок:

1А — неподвижный стол; 1Б — подвижный стол; 2 — ножка; 3 — стол для крепления станочных тисков; 4 — патрон; 5 — пиноль со шпинделем; 6 — корпус; 7 — опорная верхняя втулка; 8 — защитный кожух; 9 — приводной шкив; 10 — шпильки; 11 — верхний фланец; 12 — плита; 13 — двигатель; 14 — корпус головки; 15 — рукоятка; 16 — опорная труба; 17 — разрезная втулка подвижного стола; 18 — фиксирующая рукоятка; 19 — разрезная нижняя втулка; 20 — нижний фланец

Станок имеет шпиндель, на котором крепится патрон для сверла. Патрон берется от дрели или покупается в магазине. Подойдет только тот патрон, который крепится на станке с помощью конуса Морзе. Для точных работ шпиндель лучше поставить на подшипники скольжения, выполненные из бронзы, но можно установить в пиноль на подшипники качения.

Использование для перемещения пиноли шестерни и ходовой рейки удобнее, однако пару «рейка—шестеренка» надо где-то найти и подобрать. Основной недостаток рычажного привода — наличие «мертвых» ходов (люфтов).

Потребная мощность двигателя станка — 600 Вт, частота вращения его должна быть около 1500 об/мин. На шпинделе надо получить 500, 1000 и 1500 об/мин.

Кроме неподвижного стола станок снабжается подвижным столом, который может перемещаться вверх и вниз, поворачиваться вокруг оси. У стола предусмотрены отверстия для крепления приспособлений, а по его центру выполнено отверстие для выхода сверла при сверлении без подложки.

### Самодельный токарный станок

Общий вид токарного станка показан на рис. 132, отдельные его узлы — на рис. 133.

Два коротких 7 и два длинных 1 швеллера соединяются между собой. Они образуют жесткую раму (станину) станка. На левом конце рамы укреплена неподвижная передняя бабка 9, а на правом — опора 12. Передняя бабка и опора имеют втулки, в которые вставлена ходовая труба 2. По ней перемещаются задняя бабка 3 и суппорт 5.

Шпиндель передней бабки такой же, как и у токарного станка по дереву. Для закрепления заготовок на нем устанавливается патрон или планшайба. Передача на него осуществляется от двигателя 8 клиновым ремнем. Мощность двигателя не менее 500 Вт с частотой вращения вала до 3000 об/мин.

Резцы закрепляются в резцедержателе, который устанавливается на суппорте и перемещается вдоль него по направляющим типа «ласточкин хвост». Продольная подача

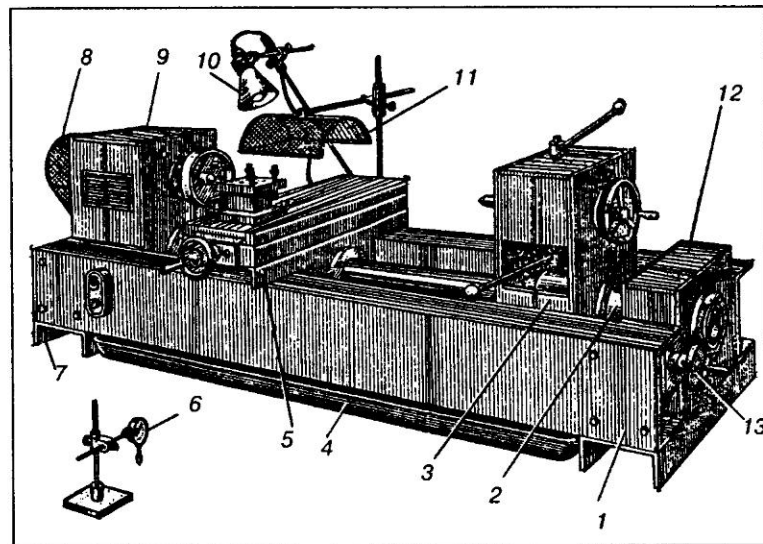


Рис. 132. Токарный станок:

- 1 — длинный швеллер; 2 — ходовая труба; 3 — задняя бабка; 4 — поддон;  
5 — суппорт; 6 — индикатор; 7 — короткий швеллер; 8 — двигатель;  
9 — передняя бабка; 10 — лампа освещения; 11 — защитный экран;  
12 — опора; 13 — ходовой винт

суппорта осуществляется вращением ходового винта 13, закрепленного в подшипниках на передней бабке и опоре 12. На правом конце винта расположен небольшой маховик 5 (рис. 133), с помощью которого перемещается суппорт. Шаг резьбы ходового винта лучше сделать равным 2 мм, тогда на маховике можно поставить диск с делениями. Кроме резцедержателя на суппорте установлены лампочка 10 в защитном колпаке и сетчатый экран 11. При точении длинных деталей рекомендуется использовать люнет. Для сбора стружки под рамой станка устанавливается поддон 4, согнутый из жести. Шпиндель, детали его крепления и шкивы такие же, как у токарного станка по дереву. Но если нужно существенно увеличить возможности станка, то надо сделать шпиндель под стандартный трехкулачковый патрон.

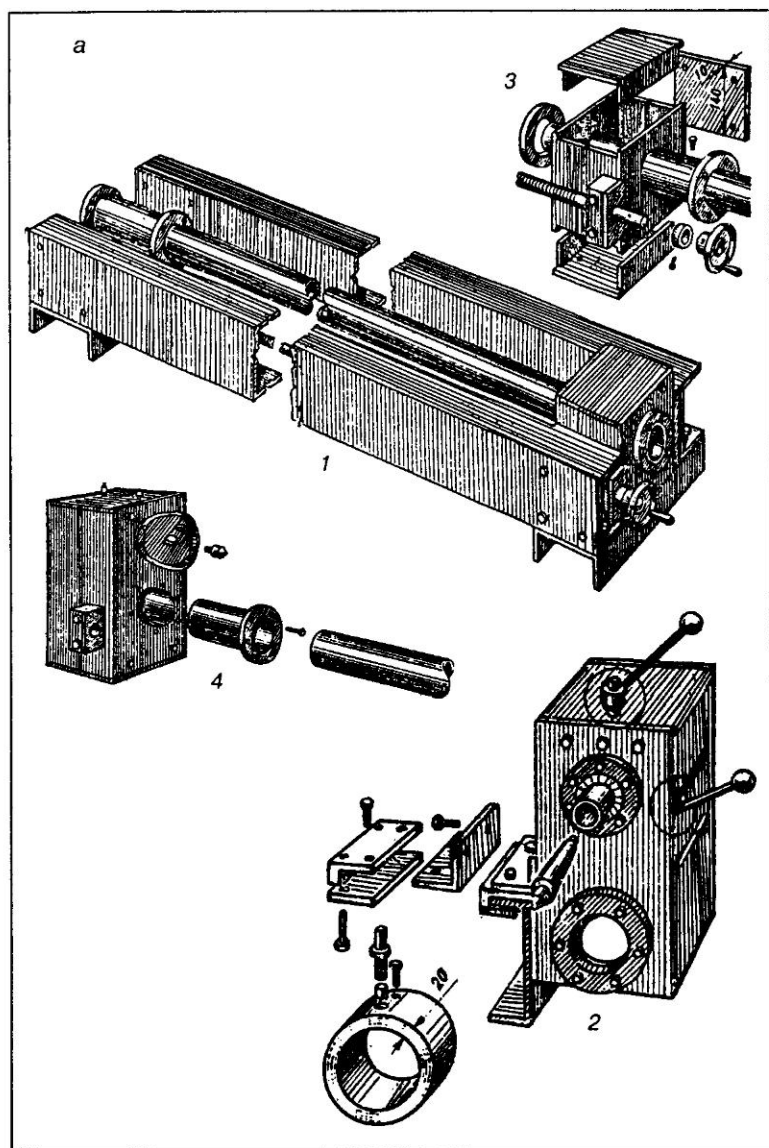
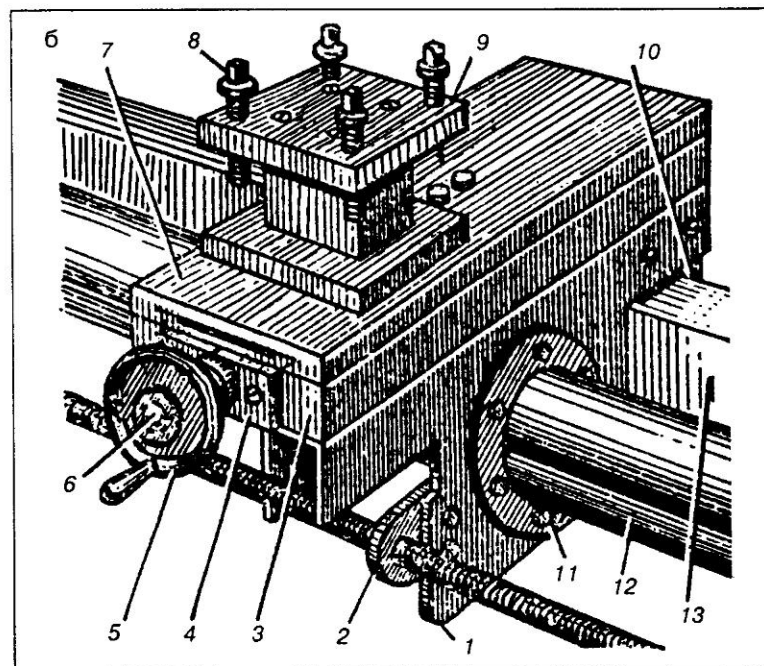


Рис. 133. Отдельные узлы токарного станка:  
а) 1 — станина; 2 — задняя бабка; 3 — передняя бабка; 4 — опора;



б) суппорт: 1 — корпус; 2 — ходовая гайка; 3 — продольный суппорт; 4 — фиксирующая накладка; 5 — маховик поперечной подачи; 6 — ходовой винт поперечной подачи; 7 — поперечный суппорт; 8 — болты для фиксирования резцов; 9 — корпус резцедержателя; 10 — задняя опора суппорта; 11 — втулка; 12 — ходовая труба; 13 — длинный задний швеллер

Корпуса обеих бабок, суппорта и опоры проще всего изготовить из швеллеров № 12 и 14 с плоскими полками. Для ходовой трубы необходимо взять стальную трубу диаметром 70 мм и толщиной стенки 5 мм. Ходовые винты нужно выточить из качественной стали или найти готовые от какой-либо сломанной техники. Подшипники скольжения изготавливаются из бронзы. Маховички делаются из любого алюминиевого сплава, а прочие детали — из конструкционной стали (например, Ст45). Подробные чертежи приведены в приложении «ЮТ для умелых рук» (№ 4, 1986).



### Универсальный настольный станок

Этот станок (рис. 134, 135) был показан в одной из телевизионных передач «Это вы можете». Станок разработан гравером подмосковного города Троицка Ю. М. Орловым.

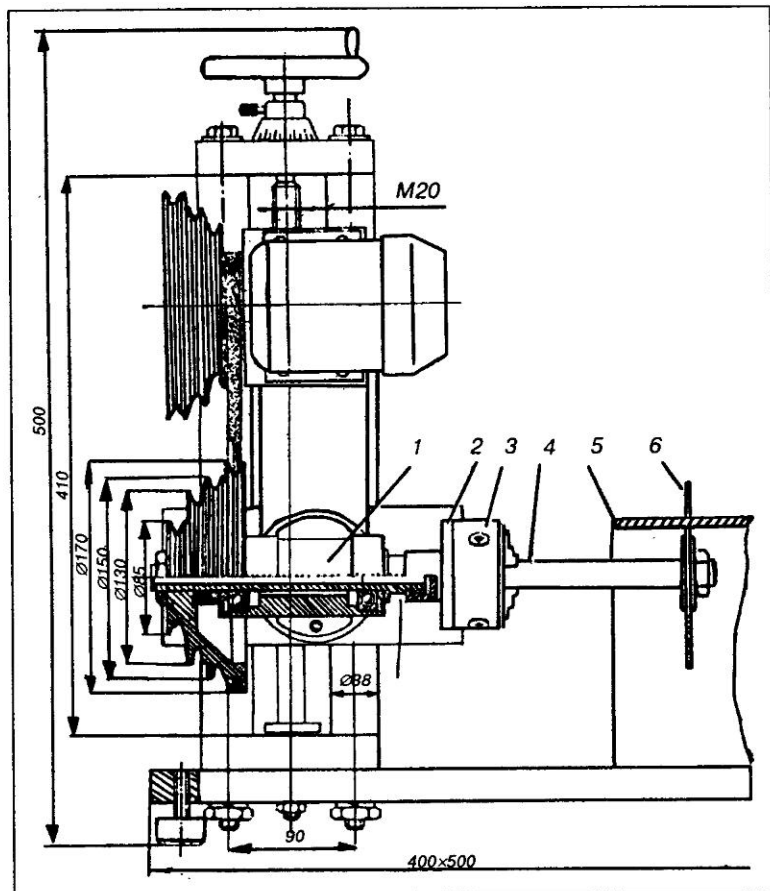


Рис. 134. Станок в горизонтальном положении:

1 — шпиндельный узел в сборке; 2 — фланец крепления токарного патрона; 3 — токарный патрон; 4 — оправка для установки пильного диска; 5 — опорный стол; 6 — дисковая пила

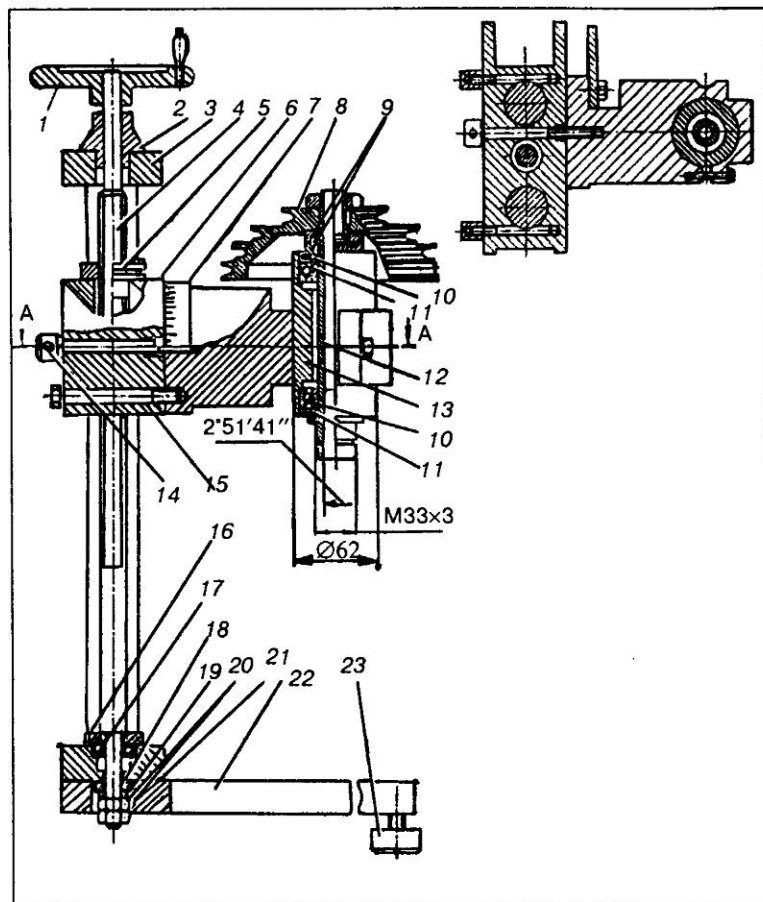


Рис. 135. Станок в вертикальном положении:

1 — маховик; 2 — лимб-подшипник; 3 — верхний мостик; 4 — винт вертикальной подачи M20; 5 — гайка суппорта с разрезным фланцем; 6 — ползун суппорта; 7 — поворотный суппорт; 8 — шкив шпинделя; 9 — зажимные гайки; 10 — маслоудерживающие кольца; 11 — подшипник № 205; 12 — шпиндель; 13 — корпус; 14 — осевой болт фиксации поворотного суппорта; 15 — дополнительный болт; 16 — крышка подшипника; 17 — подшипник № 202; 18 — упорный подшипник № 8102; 19 — шайба; 20 — гайка; 21 — нижний мостик; 22 — основание станка; 23 — винтовая ножка

Идея этого станка заключается в том, что для различных операций применяется единый силовой узел, состоящий из суппорта с укрепленными на нем шпиндельной головкой и электродвигателем. А для того, чтобы шпиндель мог занимать и горизонтальное и вертикальное положение, весь узел делается поворотным. Виды работ, выполняемые на станке: сверление, токарная обработка, зенкование, развертывание, расточка, пиление древесины, шлифовка, полировка и даже прессование. Для их проведения необходимы некоторые приспособления (тиски, задняя бабка и т. п.). Подробно об этом станке вы можете узнать из журнала «Моделист-конструктор» (№ 7, 1984).

На этом заканчивается рассказ о мастерской судомоделиста, хотя существует большое многообразие приспособлений и инструментов, придуманных моделистами. Если читатель понял принципы организации своего инструментального хозяйства, то он легко сконструирует и изготовит нужные ему приспособления и инструменты.

## ПРОСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ МОДЕЛЕЙ СУДОВ

### Глава 1

#### ИЗГОТОВЛЕНИЕ НАДПИСЕЙ И ЭМБЛЕМ

**С**удомоделист знает, что на настоящем корабле существует множество надписей. Применяя новые технологии, сейчас даже новичок может выполнить их на модели, хотя размер букв порой не превышают 1 мм.

Кроме названия корабля и порта приписки на борту судна изображаются круг Плимсоля и грузовые марки в районе ватерлинии. Надписи с названием судна и портом приписки существуют на спасательных шлюпках, спасательных кругах. Различные надписи могут быть на надстройке, на фальшборте, на дверях, на контейнерах спасательных плотов, на грузовых стрелах и кранах, на люках и пожарных щитах и т. п. На военных кораблях надписи есть на орудийных башнях, на торпедных аппаратах, на пусковых установках ракет. Кроме того, на шлюпках существуют флюгарки.

На военных кораблях кроме тактических номеров название корабля выполняется накладными металлическими буквами, а на носу или корме крепится металлический (чаще бронзовый) государственный герб.

На трубах современных грузовых судов изображаются эмблемы различных судоходных компаний, которым принадлежит данное судно. Например, на знаменитой «Каллипсо» Ж.-И. Кусто эмблема с изображением нимфы Каллипсо, плывущей наперегонки с дельфином, находится на дымовой трубе, на бортах рабочих понтонов, на поплавах бортового вертолета.

На вертолетах и самолетах авианесущих судов также полагаются эмблемы со знаками эскадрилий, авиационные опознавательные знаки и т. п. Все это можно выполнить на модели достаточно просто, если основательно продумать вопросы технологии.

#### **Применение персонального компьютера для изготовления надписей и эмблем**

Это наиболее современная технология, которую можно применить и в судомоделизме. Открываете программу Paint (Windows), рисуете эмблему или делаете надпись (в натуральную величину или с увеличением в 2, 6 или 8 раз), уменьшаете до нужной величины и выводите на печать. Но и здесь есть несколько проблем. Во-первых, принтер не всегда сможет выдать изображение того цвета, который вам нужен. В полиграфии применяется специальный профессиональный принтер, который стоит довольно дорого. Во-вторых, уменьшить изображение можно лишь до определенного предела, иначе могут потеряться мелкие детали или оно станет нечетким. Словом, все упирается в тип используемого принтера. Он должен быть струйным или лазерным с большой разрешающей способностью (большим количеством точек на дюйм), т. е. профессиональным. А это требование многократно увеличивает его цену. Да и не каждый моделист имеет персональный компьютер. Поэтому можно использовать другие, относительно простые и уже отработанные технологии.

#### **Применение цветной фотографии для изготовления эмблем и надписей на модели корабля**

Технологически этот процесс очень похож на метод изготовления рисунка на компьютере, но содержит дополнительные операции по фотопечати изображения.

Эмблема рисуется на листе плотной бумаги красками. Аналогично можно сделать и надпись плакатными перьями. Для изготовления надписи на спасательных кругах циркулем

рисуется внутренний и внешний диаметры круга (в натуральную величину или в масштабе 1:2). Затем полученное кольцо закрашивается в оранжевый цвет, являющийся фоном для надписи. Фоном для надписи на орудийных башнях будет шаровый цвет, такой же, как и на модели. Потом на этом фоне краской того же цвета, которой наносятся надписи на настоящем корабле, моделист делает нужную надпись. Затем лист бумаги с надписью фотографируется с различного расстояния на цветную пленку. После проявления пленки можно печатать с фотоувеличителя эмблему и надписи необходимого моделисту размера. Процесс фотопечати подробно описан в соответствующей литературе, поэтому здесь на нем останавливаться не будем. Фотобумага имеет довольно большую толщину, и если сразу наклеить ее на модель (тем более на спасательный круг), она ухудшит общее впечатление от модели. Поэтому излишняя толщина бумаги срезается. Для этого на гладкой поверхности укладываются прокладки, толщина которых экспериментально подбирается так, чтобы после обрезки осталось изображение на тонком, почти прозрачном слое бумаги. На прокладках винтами или струбцинками закрепляется остро отточенное лезвие рубанка, резак или бритва и фотоотпечаток проводится между гладкой поверхностью и лезвием изображением вниз. Лишняя толщина фотобумаги при этом срезается. После обрезки готовое изображение, эмблема или надпись приклеивается на свое место. Кроме эмблем таким же методом можно выполнить картины на кормовой раковине судов XVII — начала XVIII в., например, «Гото Предестинации» или «Ингермланд».

#### **Изготовление гербов и металлических букв для названия корабля**

Использование фотографии поможет моделисту сделать герб и металлические буквы названия корабля из латуни или бронзы. Для этого используется известная в радиотехнике технология получения печатных плат. На фольгированный гетинакс или стеклотекстолит наносились при помощи фотошаблона дорожки, затем проводилось химическое

травление. Незакрашенные участки металла растворялись, и после того, как краска смывалась с дорожек, получалась готовая печатная плата.

Аналогично можно изготовить герб и буквы названия корабля из латуни (бронзы). Самое главное — получить четкий слой краски на листе латуни в том месте, где надо оставить металл. Здесь и поможет фотография. Буквы или герб рисуются на листе бумаги в большом масштабе (белым цветом на черном фоне). Затем рисунок фотографируется на обычную черно-белую пленку. Фотоотпечаток делается на капроновой ткани. Для этого берут кусок старого капронового чулка. Ткань обезжиривают в содовом растворе, промывают, сушат и ровно натягивают на рамку из фанеры или оргстекла.

В сильно затемненном помещении готовят эмульсию (светочувствительный состав): 8 г желатина заливают 50 мл теплой воды и оставляют набухать на 2—3 ч. Затем в водяной бане при температуре 40° желатин распускают до однородной сиропообразной массы. Отдельно в 50 мл воды растворяют 4 г двуххромовокислого аммония и полученный раствор вливают в желатиновый сироп. После тщательного размешивания к образовавшейся массе добавляют 15—20 капель 25 %-ного раствора аммиака и 10 мл спирта-ректификата.

Полученная эмульсия отстаивается в полной темноте 24 ч, а затем ее осторожно сливают. Оставшийся осадок следует удалить. На подготовленную и натянутую на рамку ткань эмульсию наносят в два слоя мягкой широкой кистью. Первый слой — вдоль одних волокон ткани, второй — вдоль других, перпендикулярных первым. Время высыхания первого слоя эмульсии — 10 мин, второго — 12 ч. Эмульсию можно хранить в темноте до 10 дней.

Копирование обычно производится контактным способом. На ткань накладывается негатив с буквами или рисунком герба. Выдержка при экспонировании при двух электрических лампах по 150 Вт на расстоянии 50 см — в пределах 10—15 мин. Можно экспонировать и с фотоувеличителя, но время экспонирования придется подбирать экспериментально. Проявлять рисунок нужно в теплой воде при температуре 40°,

не забывая покачивать кювету. Во время проявления участки эмульсии, не освещенные при экспонировании, растворяются в воде. После проявления рамку переносят в дубящий раствор следующего состава:

- квасцы хромовые — 20 г/л;
- двуххромовокислый калий — 50 г/л;
- спирт этиловый — 20 мл/л.

Дубящий раствор приготавливается на снеговой талой воде или на конденсате из бытового холодильника. В нем рамку с тканью выдерживают 2—3 мин, затем ее ополаскивают. Опускают на 1—2 с в 1 %-ный раствор метилвиолета и промывают. Время высыхания рисунка после обработки — 1 ч.

Поверхность латунного листа зашкуривают, обезжиривают. Рамку с рисунком плотно накладывают на латунный лист и резиновым шпателем или кистью с коротким волосом средней жесткости продавливают краску сквозь сетку. Рамку с тканью осторожно снимают, и на пластине остается четкий рисунок герба или названия корабля, которые припудриваются тальком. В качестве краски используются кислотоупорные лаки (асфальтовый, асфальтобитумный и др.) повышенной вязкости. Чтобы повысить вязкость лака, его надо на одни-два суток оставить в широкой открытой посуде. Ткань с рисунком потом промывают в керосине, протирают мягкой тряпочкой и сушат. Хранить ткань с рисунком следует в закрытой коробке.

После высыхания лака рисунок корректируется острым ножом и латунный лист подвергается процессу химического фрезерования (см. ч. 1, гл. 7). Пластины можно протравливать не до конца, тогда ее приклеивают на борт, вырезав углубление по толщине непротравленной части пластины.

Также описанным выше способом можно изготовить различные ажурные решетки для релингов, леерных ограждений и т. п.

### Нанесение рисунка на парус

На паруса галеонов очень часто наносились изображения. Это могли быть кресты, изображения святых, эмблемы правящей династии, гербы и т. п. Сделать хороший рисунок на ткани довольно сложно. Способ, который



предлагается в этой главе, поможет нанести на ткань четкий рисунок, а затем окрасить его в различные цвета.

На листе ватмана рисуется контур будущего изображения, причем границы цветов также наносятся контуром. Должен получиться рисунок, напоминающий детскую раскраску. Этот рисунок фотографируется. После проявления получается негатив, с которого изображение будет переводиться на ткань. Новую ткань с аппретурой предварительно стирают, чтобы удалить крахмал. Готовый парус с пришитыми ликтросами, риф-бантами и т. п., смачивают водой и, не выжимая, подвешивают для просушки за два уголка на бельевых прищепках. Подсохшую, но еще сыроватую ткань погружают на 3—4 мин в раствор следующего состава:

- сахар рафинированный — 10 г;
- винная (или лимонная) кислота — 1 г;
- бура кристаллическая — 0,5 г;
- соль поваренная — 6 г;
- вода — 200 мл.

Раствору следует дать отстояться, а затем слить его, отделив от осадка. Хорошо пропитанный в этом растворе парус развешивают для просушки. Работать можно при свете. Раствор сохраняет свои свойства три дня. Появление в нем хлопьевидного осадка указывает на его порчу. Обработанная же в растворе ткань отлично сохраняется и может быть заготовлена впрок.

Подготовленный таким образом парус перед печатью пропитывается в светочувствительном растворе:

- азотнокислое серебро — 8 г;
- вода дистиллированная (или снеговая) — 100 мл.

Этот раствор готовят и работают с ним при слабом красном свете. Он заливается в кювету, и в него опускают парус на 2—3 мин, а затем, не выжимая, парус расправляют и развешивают для просушки в темноте. Печатают изображение на ткань с помощью фотоувеличителя при красном свете. Чтобы выступающие за пределы изображения края паруса не засвечивались, их закрывают черной бумагой или материей. Укладывая парус на столик фотоувеличителя,

следят за тем, чтобы волокна ткани не перекашивались. Слишком сильно натягивать ткань не следует. Выдержка подбирается экспериментально на кусочках ткани, которые обрабатываются в растворах вместе с парусом. Примерное время экспонирования — 10—15 мин. После печати для удаления излишнего хлористого серебра парус хорошо стирают в чистой холодной воде при красном свете, затем отжимают и погружают в фиксирующую ванну следующего состава:

- тиосульфит натрия кристаллический — 20 г;
- уксуснокислый натрий — 5 г;
- вода — 100 мл.

Фиксирование длится 3—4 мин, после чего парус хорошо прополаскивают в воде, выжимают и разглаживают горячим утюгом. Во время проглаживания изображение усиливается. Полученное на ткани изображение можно тонировать, как и обычную фотографию, в коричневый или синий цвет.

После получения изображения на парусе его можно раскрашивать. Чтобы краски на ткани не расплывались, перед началом раскрашивания парус пропитывается очень жидким нитролаком. Полезно еще предварительно и подкрахмалить материю. А чтобы добиться эластичности «парусины», необходимо сделать пробы на отдельных кусочках ткани, подбирая консистенцию лака. После просушки на этих кусочках нужно проверить, не расплывается ли краска. Для раскрашивания можно использовать темперу, но разводить ее необходимо очень малым количеством воды. Также применяются «мелкотертые» укрывистые нитрокраски. Кисти нужно использовать с тонким волосом.

Паруса из разноцветных полос можно сшить из лент, но такой способ требует много времени. Поэтому и их проще раскрасить полосами разного цвета.

Все упомянутые в главе химические вещества можно купить в магазинах фототоваров, в хозяйственных и продовольственных магазинах.

### Изготовление флагов и вымпелов

Сделать изображения гербов и другие рисунки на флагах и вымпелах можно так же, как и на парусе. Это изображение делается на относительно большом куске ткани, а затем аккуратно вырезается по размерам флага (вымпела). Чтобы концы вымпелов и края флагов не разлохматились, поступаем следующим образом.

На ткань с рисунком флага (вымпела) накладываем тонкий полиэтилен. Сверху и снизу под ткань укладываем листы прозрачного целлофана (в который обычно заворачивают букеты цветов). После этого проглаживаем ткань через пленку не очень горячим утюгом. Полиэтилен должен расплавиться и проникнуть в структуру ткани, но не должен при этом пожелтеть. Целлофан легко снимается с ткани, и после этого можно смело вырезать вымпел или флаг. Нитки ткани будут зафиксированы полиэтиленом и не разлохматятся.

## Глава 2

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ ГАЛЬЮННЫХ ФИГУР, СКУЛЬПТУР И БАРЕЛЬЕФОВ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ СТАРИННЫХ СУДОВ

В первой части книги читатель уже встретил описание изготовления таких деталей. В этой главе остановимся на их выполнении более подробно.

#### Изготовление гальюнной фигуры для модели парусника

Носовая фигура у каждого корабля была своя, хотя во времена царствования Николая I на корабле положено было иметь изображение двуглавого орла как символа Российской империи. До этого времени гальюнная фигура или отражала название корабля, или изображала святого покровителя судовладельца. Поэтому моделист при изготовлении модели парусника вынужден каждый раз делать носовую фигуру в единственном экземпляре.

Начинающий моделист может и не делать такую сложную деталь, а обратиться сначала к прилавкам магазинов. Сейчас продается множество небольших сувениров в виде скульптур зверей, птиц, рыб, драконов и т. д., сделанных из металла или пластмассы. Также продаются фигурки солдат и кавалеристов, относящиеся к различным эпохам и армиям. Можно подобрать подходящую по размерам и форме фигурку и после небольшой доработки (например, изменив позу или положение рук и т. п.) использовать ее в качестве носовой фигуры. Если найти ничего подходящего не удастся, то необходимо вырезать ее самому.

Чтобы облегчить себе эту работу, нужно выбрать подходящий для этого материал. Наилучшим является гипс, приготовленный на восковой основе. Необходимо расплавить на плите воск (восковую свечку) и добавлять в него небольшими порциями гипс до консистенции густой сметаны. После этого смесь выливается в форму, имеющую размеры чуть большие, чем размеры самой фигуры. Когда гипс застынет, моделист получит прекрасный материал для вырезания гальюнной фигуры.

Выполнение скульптурных изображений требует от моделиста определенных навыков работы и наличия художественного вкуса. При уменьшении размеров модели до масштаба 1:75 и менее, естественно, теряются многие мелкие детали скульптур. Моделист должен сам решить, какие подробности фигуры стоит делать, а какими можно пренебречь. Но при этом общее впечатление от модели не должно ухудшиться. В масштабе 1:50 и более на скульптуре придется вырезать все мелкие детали. Чем мельче детали, тем больший опыт работы с миниатюрными деталями требуется моделисту. При проведении таких работ очень помогает лупа, установленная на штативе, или биноклярная лупа, укрепленная на голове.

Теперь по чертежу или рисунку (вид спереди, сбоку и сверху) вырезается носовая фигура. Вначале вырезается ее абрис, а затем прорабатываются подробности. При обработке применяются различные резакки, штихеля, скальпель и микрофрезы для гравировки металла.

Если для модели корабля требуется изготовить много скульптур, например кариотид или атлантов для кормового балкона, балюстрады и т. п., то их лучше отливать (см. ч. I, гл. 5). Воскогипсовую композицию в этом случае можно использовать для изготовления литейной модели. После изготовления скульптуры надо покрасить или «позолотить». (О. Курти в своей книге не рассказывает о способах изготовления корабельных скульптур, но зато подробно описывает способы «золочения» скульптур и барельефов.)

#### **Изготовление мелких скульптур для украшений на бортах, кормовой раковине, пушечных портах, переборках и окнах**

В отличие от больших фигур, о которых говорилось выше, мелких одинаковых фигурок на старинном судне может быть довольно много. Поэтому их изготавливают только методом литья. Для этого лучше применять силиконкаучуковые формы, а материалом для литья может служить эпоксидный клей или зубоврачебная пластмасса (акрил).

Для тех модельеров, кто не сможет достать силиконкаучуковую пасту, для изготовления литейной формы можно предложить следующую композицию:

- желатин или столярный клей — 30—50 %;
- глицерин — 30—35 %;
- зубной порошок — 1—5 %;
- вода — 10—15 %.

Желатин или столярный клей заливают теплой водой и оставляют на 1—2 ч, потом нагревают в водяной бане до 80 °С, помешивая, вводят глицерин. Затем смесь разваривают в течение 2—6 ч до получения однородной массы, время от времени помешивая. Температура при этом должна быть постоянной. Потом добавляют зубной порошок и хорошо перемешивают. Охлажденный до комнатной температуры заливочный материал приобретает эластичность и упругость. Если эластичную литейную форму выдержать в течение часа в растворе формалина, то она не будет размягчаться при нагревании, хотя и сохранит эластичность.

В такой форме можно многократно получать отливки из гипса, а также из состава, имитирующего слоновую кость. В этот состав входят следующие вещества:

- столярный клей — 40—45 %;
- сульфат бария — 2—5 %;
- мел (зубной порошок) — 1,5—2 %;
- олифа натуральная — 5—7 %;
- вода — 45—55 %.

Клей размягчают в воде и подогревают на водяной бане до полного исчезновения комков. В однородный клеевой раствор, перемешивая, вводят порошкообразные наполнители. Потом добавляют олифу (ее можно заменить льняным или подсолнечным маслом). Полученную массу заливают в литейную форму, а после затвердевания извлекают и выдерживают в течение часа в 5 %-м растворе алюмокалиевых квасцов, в 5 %-м растворе уксуснокислого алюминия или в растворе формалина. После этого отливку сушат и полируют. По внешнему виду она не отличается от изделий из слоновой кости.

#### **Изготовление барельефов и подобных им деталей сложной формы**

Наиболее простой способ изготовления таких деталей был описан в журнале «Химия и жизнь» (1973). Но модельеру надо еще где-то найти то химическое вещество, на основе которого был разработан этот метод.

Для работы потребуется примерно 40 мл водного раствора акрила кальция. Под действием света молекулы мономера соединяются между собой, но для этого нужны свободные электроны. Их источником служит триэтаноламин (четыре капли), который необходимо добавить к раствору акрила кальция. Но чтобы заставить триэтаноламин отдать электроны, нужно ввести третье вещество — краситель, поглощающий световую энергию. Годятся красители всех цветов. Но в домашних условиях удобнее других метиленовый голубой: он поглощает красный цвет, которого больше всего в спектре ламп накаливания. Красителя берут также четыре капли. Раствор,

составленный из этих трех веществ, взбалтывают и покрывают им стеклянную пластину размером 15×15 см, а затем проецируют на нее изображение. На стекле образуется слой полимера, толщина которого зависит от яркости падающего светового потока. Если проецировать на раствор негатив, то изображение будет позитивным. Для того чтобы получить негатив, на листе бумаги рисуется барельеф (либо в натуральную величину, либо немного уменьшенный), причем те участки барельефа, которые занимают самое высокое положение, изображаются черным цветом, а те, что в самых низких местах, белым. Остальное — различные оттенки серого. Рисунок фотографируется.

После проявления фотопленки получается негативное изображение, с которого производится печать. Темные места на негативе пропускают мало света, поэтому слой полимера в этом месте получается тонким, а на светлых местах — более толстым.

Готовить пластину к экспонированию необходимо таким образом. Пластину промывают стиральным порошком, протирают ватой, смоченной нашатырным спиртом, и ополаскивают дистиллированной водой. Вытерев насухо стекло фильтровальной бумагой, прилепляют к нему по краям замазку или пластилин и наливают в полученную кювету мономер слоем примерно 2 мм. Следует помнить, что вы имеете дело не с эмульсией, а с жидкостью: стеклянная пластина должна быть установлена горизонтально на столике фотоувеличителя. Полимер образуется сначала на верхней поверхности жидкости, а затем растет вниз. Не забудьте, что при полимеризации получается зеркальное изображение и, значит, негатив нужно вставлять в фотоувеличитель «задом наперед».

Второй способ получения рельефного изображения несколько сложнее первого, но применяются при этом более простые вещества. Для этого способа рисунок на бумаге лучше делать не полутоновым, а штриховым. В данном процессе получения рельефа используется свойство желатина набухать в воде. Хороший рельеф, передающий все полутона, дает раствор из следующих веществ:

- желатин — 20 г;
- уксусная кислота — 1 мл;
- гуммиарабик — 10 г;
- вода — 100 мл.

Желатин и гуммиарабик должны быть высшего качества, без посторонних примесей. Для приготовления раствора необходима водяная баня, состоящая из двух сосудов. В меньший сосуд наливают 50 мл воды, кладут 20 г желатина и оставляют на 5—6 ч для набухания. Затем больший сосуд наполняют наполовину водой и нагревают. Когда температура достигнет 60—70 °С, в больший сосуд опускают меньший и перемешивают его содержимое, пока желатин не растворится. После этого в раствор постепенно добавляют гуммиарабик, разведенный в 50 мл воды, и уксусную кислоту. Полученную массу хорошо перемешивают и фильтруют.

Еще теплую смесь наливают слоем толщиной 2—3 мм на хорошо отполированную стеклянную пластинку с бортиком из оконной замазки по краям. Пластинка должна находиться в горизонтальном положении. Желатин обладает свойством студениваться, поэтому эмульсия наносится на пластинку, лежащую на кювете с горячей водой. Светочувствительность эмульсии придается прямо на пластинке при желтом освещении 3 %-ным раствором двуххромовокислого калия, в который после полного растворения двуххромовокислого калия добавляют по каплям аммиак из пипетки до получения соломенно-желтого цвета. Температура раствора не должна превышать 18—20 °С. Раствор пригоден к употреблению в течение трех-четырех дней.

Экспозиция при свете лампы накаливания мощностью 500 Вт на расстоянии 0,5 м от источника света при нормальном негативе длится 20 мин. Пластинку проявляют, равномерно покачивая, в растворе следующего состава:

- уксусная кислота — 3 мл;
- формалин — 3 мл;
- вода — 300 мл.

Во время проявления те места желатина, которые меньше подвергались воздействию света, разбухают больше



(следовательно, на рисунке надо высокие части рельефа оставлять белыми, а низкие — затемнять). На тех местах, где свет действовал сильнее, вследствие большей задубленности слоя рельеф будет ниже. Чем медленнее проявляется изображение, тем глубже будет рельеф. От продолжительности проявления в значительной степени зависят упругость, прочность рельефа. После проявления пластинку промывают в течение 1 ч в ванночке со слабым раствором соды и сушат в вертикальном положении. Края пластинки нужно оклеить картонным бортиком. Теперь моделист может сделать либо металлическую или эластичную литейную форму для изготовления деталей рельефа, либо матрицу, на которой можно сделать детали рельефа из металла.

#### Изготовление деталей барельефа из металла

Для изготовления деталей барельефа из металла применяется одна из технологий гальванопластики (см. ч. I, гл. 7). Но прежде необходимо изготовить матрицу. Получив готовый барельеф из желатина, такую матрицу сделать легко. Для этого барельеф вместе с пластиной смазывается вазелином и заливается гипсовосковой композицией, из которой делаются носовые фигуры (см. гл. 2.1). Если моделист не может сделать барельеф описанным способом, его придется вырезать на гипсовосковой пластине размером 10×10 см. Для вырезания применяются штихеля, ножи и микрофрезы. На гладкую сторону пластины, отлитой из гипсовосковой композиции, переносится контур рельефа. Для этого на чертеж укладывается калька и рельеф обводится по контуру свинцовым заостренным стержнем. Затем калька переворачивается, накладывается на гипсовосковую пластину и с легким нажимом натирается по рельефу закругленной деревянной палочкой. На пластине получается зеркальный отпечаток рельефа. Контроль глубины и качества получаемой формы проводится заливкой формы небольшим количеством расплавленного воска или парафина, желательно темного цвета.

После изготовления форма покрывается слоем порошка графита, графит мягкой кистью втирается в полученную

матрицу. Излишки графита удаляются, к пластине прикрепляются проводники из меди и пластина опускается в ванну для омеднения. После получения слоя меди нужной толщины он аккуратно снимается с пластины. Если нужно, обновляется слой графита и форма используется снова. Задняя сторона полученной детали барельефа аккуратно отшлифовывается, и затем она приклеивается на соответствующее место на борту, кормовой раковине или переборке.

С барельефа, полученного по методу, описанному выше, можно получить и литейную форму. Для этого барельеф ставится на стеклянную пластинку, на него помещается литейный «ящик» и заполняется силиконкаучуковой пастой или композицией (не забудьте вставить проволочки для воздушных каналов).

После застывания силиконкаучука или композиции получается литейная форма, с которой можно изготовить множество одинаковых деталей рельефа из гипса, пластмассы (см. ч. I, гл. 5) или композиции, имитирующей слоновую кость. С готового барельефа можно получить и металлическую литейную форму (из меди), если применить описанные методы гальванопластики.

#### Изготовление старинных кормовых фонарей для парусников

Методы изготовления украшений для фонарей подобны описанным ранее, но несколько отличаются от них. Во-первых, украшения можно делать из металла, применяя метод химического фрезерования, как и при изготовлении металлических букв и гербов.

Второй метод заключается в следующем. Фонарь склеивается из отдельных деталей из прозрачного полистирола или оргстекла толщиной 1 мм. Рамы и украшения на стекле фонаря изготавливаются в гипсовосковой форме из эпоксидки или «слоновой кости» и аккуратно наклеиваются на фонарь. Нижняя, верхняя и промежуточные части фонаря делаются из латуни или из древесины, смазываются вазелином или растительным маслом и заливаются гипсовосковой смесью. Затем они вытаскиваются из литейной формы и она

обрабатывается в соответствии с имеющимися на кожухе фонаря украшениями. Контроль качества изготовления литейной формы также производится заливкой в нее небольшого количества воска. Далее эти детали делаются либо целиком из эпоксидки («слоновой кости»), либо в литейную форму можно залить небольшое количество эпоксидки и вставить в нее деревянную или латунную основу. В обоих случаях извлекать готовую деталь из формы нужно осторожно, чтобы не разрушить форму.

Проще поступать следующим образом: изготовить одну деталь, вынуть ее из литейной формы, если надо, провести ее доработку, а затем из гипсовосковой композиции сделать несколько литейных форм, по количеству фонарей на модели корабля (плюс 2), используя сделанную деталь как литейную модель. Все остальные детали фонарей отливаются в этих формах, как и первая. Детали с дефектами отбраковываются. Если эти дефекты можно исправить, то проводится доработка этих деталей.

### Изготовление рулевых штурвалов

Для моделей кораблей, выполненных в большом масштабе, детали рулевых штурвалов изготавливаются на токарном станке из груши или латуни.

Вначале вытачивается кольцо штурвала и ступица. В кольце сверлятся отверстия, диаметр которых  $D$  равен максимальному диаметру спицы штурвала (рис. 136). Вытачивая спицы, надо не забывать, что ее диаметр в районе кольца должен быть равен диаметру отверстия, а длина равна ширине  $H$  кольца. Далее спицы вставляются друг против друга сначала в кольцо, затем в ступицу и приклеиваются. Латунный штурвал можно тонировать под красное дерево, покрыв его тонким слоем светло-серой краски. Отверстия в ступице сверлятся меньше диаметра спицы.

Для моделей, выполненных в мелком масштабе, рулевой штурвал можно изготовить так же, как изготавливаются барельефы. Рисунок штурвала выполняется на бумаге, причем промежутки между спицами закрашиваются черной краской. После проявления негатива производится изготовление

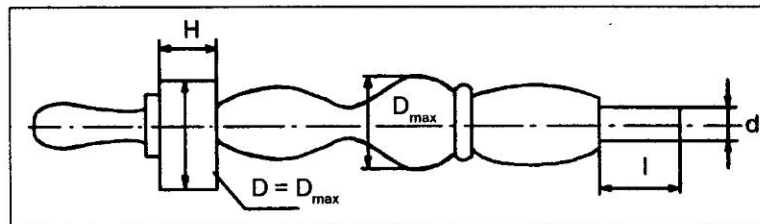


Рис. 136. Спица рулевого штурвала

рельефной фотографии штурвала, как описано выше. По готовому рельефу изготавливается литейная форма. Для одного штурвала необходимо сделать две отливки из эпоксидки или композиции, имитирующей слоновую кость. Затем отливки шлифуются и склеиваются вместе. Рулевой штурвал, полученный таким способом, будет выглядеть тем лучше, чем тщательнее будет выполнен его рисунок.

## Глава 3

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ АНТЕНН И ДРУГИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

#### Изготовление штыревых антенн

Штыревые антенны корабля имеют коническую форму, т. е. диаметр антенны в верхней части меньше, чем ее диаметр внизу. Например, в масштабе 1:25 штыревая антенна имеет длину 225 мм, ее верхний диаметр — 0,3 мм, нижний — 0,8 мм. Эскиз этой антенны показан на рис. 137.

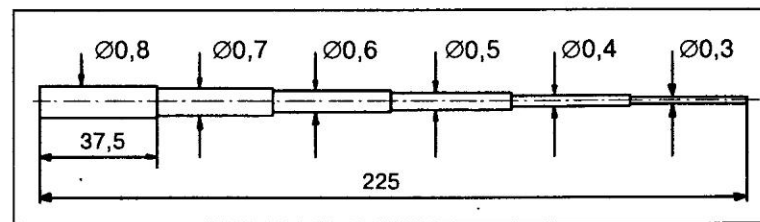


Рис. 137. Штыревая антенна в масштабе 1:25

Из рисунка видно, что штыревая антенна изготавливается в виде ступенчатой детали. Для ее изготовления берется заготовка из латунной проволоки диаметром 2 мм и длиной 250 мм. Она зажимается в цанговый патрон (номинальный диаметр — 2 мм) токарного станка, причем вылет заготовки должен быть не более 5 мм. Этот кончик обтачивается до диаметра 0,3 мм. При помощи продольной подачи резец уводится из зоны резания и заготовку выдвигают еще на 5 мм. Заготовка обрабатывается дальше по диаметру 0,3 мм, выдвигается еще на 5 мм, обтачивается, и такие операции проводятся, пока обработанная часть не достигнет длины 37,5 мм. Затем при помощи поперечной подачи суппорт отодвигается на 0,05 мм (необходимо учесть, что существует «мертвый ход» штурвала поперечной подачи). Обточка заготовки на диаметре 0,4 мм производится аналогично обработке на диаметре 0,3 мм. Как только протачиваются первые 5 мм на диаметре 0,4 мм, трехгранным шабером уступ снимается. Только осторожно: латунь диаметром 0,3 мм можно легко сломать. Заготовку при этом нужно придерживать пальцами. Этим способом вытачивается антенна до диаметра 0,8 мм по всей длине. При достижении длины около 90 мм готовую часть антенны нужно вставить в тонкую трубку, зажатую в пиноли задней бабки, иначе она потеряет устойчивость и начнет «хлестать» по станине. Все уступы срезаются трехгранным шабером и зачищаются надфилем. В этом случае после окраски антенна будет выглядеть, как имеющая идеальную коническую форму.

#### Изготовление антенн РЛС и решетчатых мачт из проволоки

При изготовлении этих и им подобных деталей проблема заключается в сложности пайки деталей разной формы из отдельных кусочков проволоки. Для уменьшения трудоемкости этого процесса можно применить несколько способов.

Трехмерный сборочный узел паяется из двухмерных деталей при помощи приспособления для пайки, описанного в ч. II, гл. 1. Причем двухмерные детали паяются более

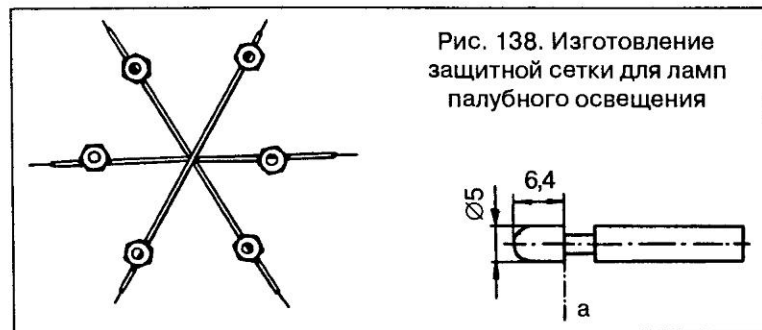


Рис. 138. Изготовление защитной сетки для ламп палубного освещения

тугоплавким припоем, чем трехмерный узел. При пайке также применяется отвод тепла от мест пайки двухмерных деталей.

Можно применить более трудоемкий, но для начинающего моделиста более простой способ. Макет антенны или мачты склеивается из плотной бумаги или тонкого картона, облуженные кусочки проволоки наклеиваются на бумажный макет в соответствии с чертежом. После высыхания клея стыки деталей обмазываются флюсом и к ним прикрепляются маленькие кусочки припоя. Затем каждый стык прогревается паяльником. Нужно только следить, чтобы бумага не прогорела и чтобы кусочек проволоки при этом не отвалился. Далее готовую собранную антенну или мачту промывают теплой водой, удаляют бумагу, высушивают и зачищают надфилями и шкуркой.

При необходимости спаять такую деталь, как защитная сетка для ламп палубного освещения, поступают следующим образом. На куске гетинакса вычерчивается рисунок для пайки продольных провололочек. На этот рисунок укладываются три куса тонкой медной проволочки (рис. 138). Проволока берется из отслуживших свой срок трансформаторов, магнитных катушек и т. п. Она нагревается для ожига и зачищается до блеска между сложенным листом мелкой шкурки. Проволочки пропаиваются в середине и легкими ударами молотка рихтуются на металлической плите. Для надежности проволоочки можно опять натянуть на гетинаксовой пластине и пропаять снова. Затем из гетинакса вытачивается

кондуктор для сгибания и пайки защитной сетки. Он размещается своим круглым концом точно в середине «звезды», и концы проволочек загибаются вверх. На них надеваются два колечка из той же проволоки и осторожно припаяваются маленьким паяльником. Сильно прогревать не нужно, пайку надо провести быстро. Поэтому до начала работы проволока должна быть облужена. Отводить тепло надо маленьким пинцетом. Затем торчащие концы полученной «корзиночки» укорачиваются по грани *a*. Готовая защитная сетка приклеивается маленькими каплями клея к корпусу лампы или вставляется в отверстия, просверленные в корпусе, и приклеивается в них.

Для решетчатой антенны отражающую сетку можно спаять из тонкой проволоки, а можно изготовить из металлизированной методом гальванотехники марли. Для этого надо подобрать кусок марли с равномерной структурой. Размер ячеек примерно 1 мм. Марлю растягивают на рамке и пропитывают парафином. Затем ее проглаживают горячим утюгом между листами бумаги для удаления излишков парафина. Далее наносится электропроводящий слой мелкого графита, избыток его тщательно сдувают с марли. Проложив проводники по краю марли, ее крепят на пластмассовой рамке или рамке из толстого провода с хлорвиниловой изоляцией, вместе с которой марлю погружают в электролит. Марлю, покрытую медью, обрабатывают латунной щеткой. Паяют ее обычным припоем.

#### Изготовление сетчатых и цепных ограждений, выполненных в малом масштабе

На пассажирских судах (чаще всего речных) в дополнение к леерам для ограждения пассажирских палуб между стойками приваривалась стальная сетка. Моделист может подобрать латунную сетку, которую используют на машиностроительных заводах для изготовления различных фильтров в приборах, применяемых в медицине, авиации, водолазном деле и т. п. Но можно сделать такую сетку самому из марли описанным выше способом. Если на прототипе, с которого моделист делает копию, сетка узорная, то

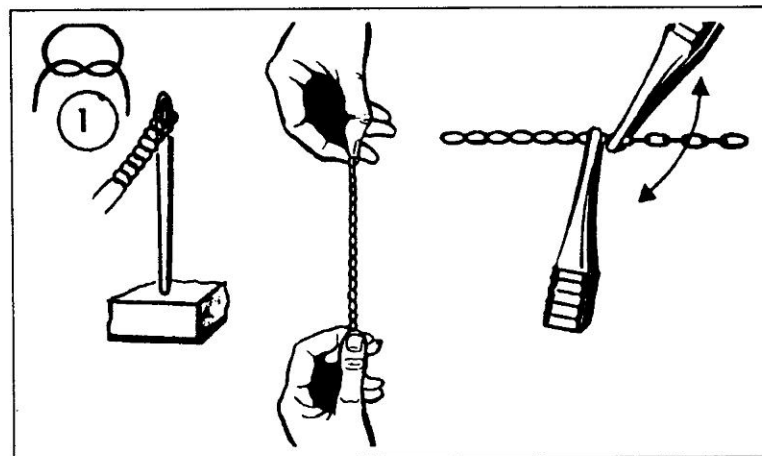


Рис. 139. Изготовление цепи с малыми звеньями

моделист может на марле вышить узоры, используя ее как канву, а затем покрыть все металлом.

На настоящих кораблях часто используются цепи с мелкими звеньями для загромождения различных проходов в леерном ограждении. Спаять такие цепочки из отдельных звеньев не всегда сможет даже опытный моделист. Но есть относительно простой способ изготовления таких цепочек. Для этого надо взять тонкую медную проволоку (диаметром около 0,15 мм) и хорошо ее отжечь и облудить. Затем берется иголка и на ней вяжется обычный узел. Проволока на несколько секунд суется в пламя горелки, и на ней завязывается второй узел (рис. 139). Сделав подобным образом 3—4 звена, проволоку снова отжигают. Так поступают каждый раз, провязав 3—4 узла.

Связав необходимое количество звеньев, цепочку отжигают снова. Медь при таких маленьких радиусах изгиба получает большие напряжения и может легко обломиться, поэтому и нужен постоянный отжиг. После этого цепочку осторожно тянут за крайние звенья, чтобы придать всем звеньям овальную форму. Осталось развернуть все звенья под углом 90° друг к другу, что удобно сделать тонким пинцетом, и цепочка готова. Ее следует снова отжечь, покрасить и повесить на свое место.



### Изготовление наклонных трапов

Наклонные трапы для моделей-копий стальных кораблей лучше всего паять. Старинные парусники тоже имели наклонные трапы, но их, как и на настоящем корабле, лучше сделать из древесины. В нашей судомодельной литературе трапы советуют собирать на кондукторе, но этот метод пригоден больше для крупных парусников большого масштаба. Для маломасштабных моделей больше подходит следующий способ. Сначала делается простой кондуктор для сверления отверстий. Из листа алюминия толщиной не менее 2 мм вырезается полоска, ширина которой равна учетверенному расстоянию между ступенями трапа. На ней размечаются 3 отверстия, расстояние между которыми равно расстоянию между ступенями трапа. После сверления отверстий диаметром 0,8 мм в кондукторе делается пропил шириной, равной ширине боковой струны трапа, причем отверстия должны проходить строго посередине этого пропила. На циркулярной пиле из твердой породы древесины выпиливается рейка толщиной 1 мм и шириной, равной ширине боковой струны трапа. При помощи кондуктора в ней сверлится первое отверстие, и в него вставляется штифт из стальной проволоки диаметром 0,8 мм. Затем сверлятся второе и третье отверстия. Штифт вынимается, кондуктор перемещается на одно отверстие. В первое и второе отверстия кондуктора вставляются штифты, а через третье отверстие сверлится боковая струна трапа. И так поступают, пока не просверлят все отверстия, количество которых равно количеству ступенек плюс 2. Сделав две детали, в два последних отверстия необходимо поставить штифты, детали соединить, совместно обрезать по длине, обработать и зачистить. Ступени для трапа делаются все сразу из одного бруска. Он обрезается по размерам ступенек, но посередине его с двух сторон остаются выступы шириной и высотой 1 мм. Далее на циркулярной пиле из этого бруска нарезается нужное количество ступенек толщиной 0,8 мм. Затем выступы скругляются надфилем по диаметру 0,8 мм и ступеньки на клею вставляются в струны. Пока клей не высох, ступенькам придают одинаковый наклон. Потом боковые поверхности трапа

зачищаются так, чтобы их толщина составила 0,8 мм, готовый трап покрывается лаком. К нему могут крепиться перила, поэтому в ступеньках надо просверлить отверстия для стоек. Перила собираются отдельно, и стойки перил на клею вставляются в свои отверстия.

Металлические трапы сделать сложнее. Их придется спаивать, причем струны трапов изготавливаются из швеллеров, а ступени имеют Z-образный профиль. Как сделать металлический профиль, будет рассказано ниже, а здесь описывается технология изготовления собственно трапа. Для сверления отверстий в боковых струнах трапа изготавливается такой же кондуктор, как и для деревянного, и в швеллере (толщиной 0,6 мм) сверлятся отверстия диаметром 0,6 мм. Две боковые струны трапа также обрабатываются совместно. Ступеньки трапа отрезаются от Z-образного профиля с припуском 1,5 мм по длине. С двух сторон на ступеньке выпиливаются выступы длиной 0,75 мм, шириной 0,6 мм и закругляются надфилем. Далее выступы облуживаются и вставляются в боковые струны трапа с некоторым натягом. Трап туго обматывается алюминиевой проволокой, и ступени устанавливаются с необходимым наклоном к горизонтали. Здесь можно использовать сборочный кондуктор, выполненный из вбитых в деревянный брусок под одинаковым углом гвоздей подходящего диаметра без шляпок. Ступени припаиваются к боковым струнам трапа. Готовый трап снимается с кондуктора, убирается проволока и он обрабатывается шабером, надфилем и зачищается на шкурке. Осталось просверлить в нем отверстия под леер и установить на модель. Леер потом следует к нему приклеить или припаять с обязательным охлаждением трапа при пайке.

### Изготовление уголков, швеллеров и других стандартных профилей для моделей судов

Уголки, швеллера, тавры и двутавры применяются на настоящих кораблях довольно часто. Из стандартных профилей делаются многие детали кораблей, например фундаменты брашпильей, лебедок и т. п.

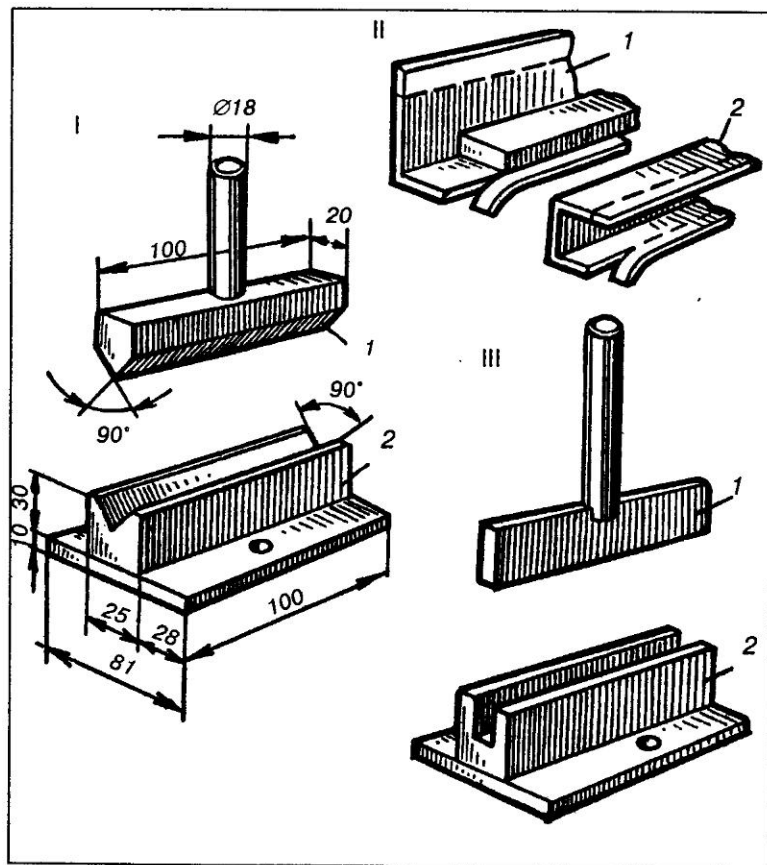


Рис. 140. Приспособления для изготовления деталей:  
 I. Штмп для изготовления уголков: 1 — пуансон; 2 — матрица; II. Обрезка припуска: 1 — по шаблону; 2 — по разметке; III. Штмп для изготовления швеллеров: 1 — пуансон; 2 — матрица

Уголки и швеллера изготавливают из листового металла, нарезанного на полосы, ширина которых равна сумме размеров полки плюс припуск на обрезку и зачистку кромок. При малой длине и в небольшом количестве их делают так. Размечают на полосе нужного размера полки и, прорезав место сгиба вдоль примерно до половины толщины листа, сгибают

в тисках полки уголков, а швеллеров — на стальной плитке, толщина которой равна внутреннему размеру швеллера.

Если же уголков и швеллеров потребуется много, их проще и быстрее делать штамповкой на приспособлении, состоящем из стальных матрицы и пуансона (рис. 140). Перед обработкой сталь отжигают: нагревают до вишнево-красного каления и дают медленно остыть. Рабочие плоскости штампов необходимо зачистить и опилить строго под линейку и угольник. Для штамповки швеллеров между матрицей и пуансоном следует предусмотреть зазоры, соответствующие толщине штампуемого материала. Более рационально для штамповки швеллеров разных размеров сделать съемные пуансоны и подвижные матрицы.

Штамповку профилей из мягкого листового металла толщиной до 0,8 мм можно производить на незакаленном штампе. Рабочие поверхности его нужно периодически протирать машинным маслом, тавотом или техническим вазелином.

Штамповка уголков и швеллеров производится на винтовом или приспособленном для этого переплетном прессе, на неподвижной станине которого крепится матрица, а на подвижной части устанавливается пуансон. Для работы с материалом толщиной до 0,5 мм можно приспособить большую металлическую струбцину, сделав к ней крепление для установки матрицы и пуансона. В этом случае струбцину зажимают в настольные тиски.

Уголки штампуют на приспособлении в такой последовательности: отрезанную по размеру полосу металла кладут на матрицу и пуансоном изгибают заготовку до нужной формы. При этом следят, чтобы полки не перекашивались. Затем, постепенно продвигая полосу вперед примерно на половину длины пуансона и периодически надавливая им, придают полосе нужный профиль. Отштампованные с припуском полки обрезают по шаблону до заданных размеров.

Если после обрезки профиль искривился, то для выпрямления следует его вновь слегка проштамповать на приспособлении. Аналогично выполняется штамповка швеллеров. Чтобы получить тавр, необходимо взять два уголка, одна полка которых длиннее. Длинную полку следует

опилить и отшлифовать примерно до половины ее толщины. Затем эти полки облуживаются, уголки соединяются вместе (чтобы не было перекоса, нужно на концах уголков просверлить отверстия и вставить в них штифты), туго обматываются алюминиевой проволокой и прогреваются паяльником или на газовой горелке. Готовый тавр зачищается от излишков припоя. Двутавр делается аналогично из двух швеллеров.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

---

Технология в переводе с греческого — наука о мастерстве. Это знание о различных физических (в том числе механических), химических и других способах обработки сырья, полуфабрикатов и изделий для получения конечного продукта. И, как каждая наука, технология имеет свои законы и требует творческого подхода и, конечно, многое для ее развития дает эксперимент. В то же время технология — это часть мировой культуры. Она развивалась одновременно с развитием человека, ведь только труд продвигал мировую культуру вперед. Достижения технологии дали названия целым эпохам в развитии человечества: каменный век, железный.

Обработка этих материалов происходила при помощи технологических процессов, ставших основой материальной культуры. Поэтому в широком смысле технология включает в себя изучение свойств применяемых материалов, способов их обработки и трудовых затрат работающих людей. Все эти параметры определяют в конце концов стоимость вещи. Достижения технологии позволяют все время снижать ее стоимость. Самый впечатляющий пример таких достижений — персональный компьютер. Еще сорок лет назад компьютер был по карману лишь очень богатым фирмам и организациям, но вскоре он начал появляться в каждой семье. И это стало возможным благодаря развитию технологии производства больших интегральных схем, выращивания кристаллов с заданными свойствами, нанесению пленочных покрытий, применению новых методов контроля и т. п.

Многие достижения современной технологии приходят и в судомоделизм. Например, при изготовлении надстроек уже начал применяться двухсторонний фольгированный гетинакс, пришедший из производства электронной техники, который можно и паять, и клеить.

Наука не стоит на месте. Уверен, что, пока писалась эта книга, какой-нибудь моделист уже начал экспериментировать с новым материалом или придумал свой технологический процесс, чтобы получить отлично сделанную деталь для модели корабля. И когда-нибудь эта технология станет достоянием всех моделистов.

Надеюсь, главные начинающие моделисты поняли: чтобы сделать хорошую модель, требуется большой творческий труд. Моделист должен много думать, читать и изобретать. Тогда он сам допишет к этой книге следующие главы. Автор с благодарностью примет все замечания и рекомендации читателей, поскольку, как говорил Козьма Прутков, «нельзя объять необъятное».

## ЛИТЕРАТУРА

- Курти О.* Постройка моделей судов: Энциклопедия судомоделизма. Л.: Судостроение, 1977.
- Целовальников А. С.* Справочник судомоделиста (по судовым устройствам). М.: ДОСААФ, 1978; ч. II—III.
- Журнал «Моделист-конструктор», 1966—2000.
- Журнал «Modellbau heute» (DDR), 1980—1991.
- Журнал «Modelarz» (Польша), 1965—1990.



# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
Введение .....	4
От корабля к модели .....	4
Требования качества в судомоделизме .....	6

## Часть I

### ОБЗОР ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

<b>Глава 1. Подготовительные операции</b> .....	8
Оценка различных вариантов изготовления деталей .....	8
Планирование времени и выбор материала .....	9
Серийное и групповое изготовление деталей .....	9
Преимущества изготовления сборочных узлов .....	10
Монтаж сборочных узлов и деталей .....	10
Самостоятельное изготовление крепежных деталей .....	11
Возможности рекомендуемого метода монтажа .....	11
<b>Глава 2. Работа с древесиной</b> .....	12
Повреждения модели .....	12
Влияние температуры и влажности на древесину .....	13
Изготовление деревянной палубы .....	14
Размеры палубных реек .....	15
Применение древесины на модели .....	17
Виды применяемой древесины .....	18
Подготовка и хранение древесины .....	20
Изготовление мачт .....	21
Изготовление блоков и юферсов .....	22
Изготовление блоков из профилей .....	22
Шлифовка деревянных деталей .....	23

Циркулярная пила .....	24
Шлифовальный барабан .....	24
Изготовление решетчатых люков .....	25
Древесина в качестве имитации металла .....	27
Грунтовка и шпаклевка деревянных деталей .....	28
Шлифовка зашпаклеванных деталей .....	28
<b>Глава 3. Технология обработки металла</b> .....	29
Свойства материала .....	30
Вырезание заготовок из листового материала .....	30
Изготовление деталей из жести в пакете .....	31
Сгибание металла .....	32
Имитация заклепок .....	32
Прошивка тонких шлицов в металле .....	34
Выдавливание из фольги (басма) .....	34
Изготовление весел для шлюпок .....	35
Изготовление якорей .....	36
Специальный инструмент .....	37
Пайка .....	37
Паяные швы .....	38
Склеивание металла .....	41
Оформление мест соединения для склеивания деталей .....	42
<b>Глава 4. Обработка материалов резанием</b> .....	43
Ручная электрическая дрель и дополнения к ней .....	44
Сверлильный станок .....	44
Сортамент сверл .....	45
Нарезка резьбы .....	45
Развертывание отверстий .....	47
Точение древесины на токарном станке .....	47
Изготовление точеных деталей .....	48
Токарные резцы .....	48
Изготовление иллюминаторов .....	52
Изготовление деталей сферической формы .....	53
Изготовление на токарном станке деталей сложной формы .....	55
Точение крупногабаритных деталей сложной формы .....	58
Точение деталей, не имеющих в дальнейшем цилиндрической формы .....	61
Фрезерование на токарном станке .....	61
Отпиливание деталей от заготовки .....	62
Сортамент фрез .....	63
Применение делительной головки .....	64

Микрофрезы .....	66
Изготовление корпусов спасательных шлюпок .....	67
<b>Глава 5. Применение литья</b> .....	69
Литье из свинца и цинка .....	70
Формы для литья из цинка и других легкоплавких металлов .....	70
Процесс литья легкоплавких металлов .....	72
Литье по выплавляемым моделям .....	72
Искусственные смолы, как материал для литья .....	73
Литейные модели .....	74
Эластичные литейные формы .....	74
Литье из гипса .....	76
Смолы для литья .....	76
Теплота полимеризации .....	77
Время полимеризации (затвердевания) .....	77
Воздушные пузыри .....	78
Окраска деталей из искусственной смолы .....	79
Способ литья смолы по выплавляемой модели .....	79
Изготовление восковых литейных моделей .....	80
Выплавление литейной модели из формы .....	80
«Многодетальные» литейные формы .....	81
<b>Глава 6. Горячая вытяжка из термoplastов</b> .....	82
Возможности и условия горячей вытяжки .....	82
Форма инструмента для вытяжки .....	83
Окончательная обработка прессованных деталей .....	85
Полировка оргстекла .....	86
Вакуумное прессование пластмассовых деталей .....	86
<b>Глава 7. Гальванотехника и другие химические технологии в судомоделизме</b> .....	88
Нанесение металлических покрытий на неметаллические материалы .....	91
Изготовление матриц и литейных форм из меди .....	91
Обезжиривание внешней поверхности деталей .....	93
Электрохимическое полирование поверхностей металлических деталей .....	93
Электрохимическое окрашивание металлических деталей .....	94
Декоративная отделка деталей из алюминия и его сплавов .....	96
Химическое фрезерование металлов .....	97
Химическое полирование металлов .....	99

Нанесение надписей и рисунков на оргстекло методом травления .....	100
--	-----

## Часть II МАСТЕРСКАЯ СУДОМОДЕЛИСТА

<b>Глава 1. Применение в судомоделизме простых приспособлений</b> .....	101
Критерии применения приспособлений .....	101
Изготовление кондукторов .....	103
Гибочное приспособление для изготовления якорной цепи .....	104
Универсальное приспособление для резки проволоки и жестяных полосок .....	105
Универсальное приспособление для монтажа и пайки деталей сложной формы .....	107
<b>Глава 2. Термическая обработка самодельного инструмента</b> .....	109
Сорта инструментальной стали .....	110
Технология закалки .....	110
Отпуск стали .....	112
<b>Глава 3. Пробойники, штампы для вырезки из листового материала</b> .....	113
Изготовление пробойников .....	113
Формы пробойников .....	114
Материалы для штамповки .....	115
Штампы для вырезки отверстий в листовом металле .....	116
Применение штампованных деталей промышленного изготовления .....	118
<b>Глава 4. Приспособления для шлифования и заточки инструмента</b> .....	119
Приспособление для заточки ножа рубанка .....	119
Станок для заточки столярного инструмента .....	120
Станок для заточки пил и фрез .....	122
Плоскошлифовальный станок .....	123
Шлифовка и полировка инструментов и деталей на станке УК-4 «Умелые руки» .....	124
Шлифовальная приставка к дрели .....	125
<b>Глава 5. Приспособление для металлорежущих станков</b> .....	127
Делительная головка .....	127
Цанговый патрон для точения мелких деталей .....	131

Приспособление для глубокой вытяжки металла на токарном станке .....	135
<b>Глава 6. Самодельные станки для обработки древесины</b> .....	136
Малая циркулярная пила .....	136
Деревообрабатывающий станок на базе станка «Умелые руки» .....	138
Простой токарный станок по дереву .....	139
Универсальный токарный станок по дереву .....	140
Приставка к токарному станку .....	142
<b>Глава 7. Самодельные металлорежущие станки</b> .....	143
Микродрель .....	143
Ручная микродрель .....	144
Миниатюрный сверлильный станок .....	146
Универсальный сверлильный станок .....	148
Самодельный токарный станок .....	150
Универсальный настольный станок .....	154

### Часть III

#### НЕКОТОРЫЕ НЕСЛОЖНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ МОДЕЛЕЙ СУДОВ

<b>Глава 1. Изготовление надписей и эмблем</b> .....	157
Применение персонального компьютера для изготовления надписей и эмблем .....	158
Применение цветной фотографии для изготовления эмблем и надписей на модели корабля .....	158
Изготовление гербов и металлических букв для названия корабля .....	159
Нанесение рисунка на парус .....	161
Изготовление флагов и вымпелов .....	164
<b>Глава 2. Изготовление гальюнных фигур, скульптур и барельефов для моделей старинных судов</b> .....	164
Изготовление гальюнной фигуры для модели парусника .....	164
Изготовление мелких скульптур для украшений на бортах, кормовой раковине, пушечных портах, переборках и окнах .....	166
Изготовление барельефов и подобных им деталей сложной формы .....	167

Изготовление деталей барельефа из металла .....	170
Изготовление старинных кормовых фонарей для парусников .....	171
Изготовление рулевых штурвалов .....	172
<b>Глава 3. Изготовление антенн и некоторых других металлических деталей</b> .....	173
Изготовление штыревых антенн .....	173
Изготовление антенн РЛС и решетчатых мачт из проволоки .....	174
Изготовление сетчатых и цепных ограждений, выполненных в малом масштабе .....	176
Изготовление наклонных трапов .....	178
Изготовление уголков, швеллеров и других стандартных профилей для моделей судов .....	179
Заключение .....	183
Литература .....	185

По вопросам оптовой покупки книг  
издательства АСТ обращаться по адресу:  
*Звездный бульвар, дом 21, 7-й этаж*  
Тел. 215-43-38, 215-01-01, 215-55-13

Книги издательства АСТ можно заказать по адресу:  
*107140, Москва, а/я 140, АСТ — «Книги по почте»*

**Издательская группа АСТ**  
129085, Москва, Звездный бульвар, д. 21, 7-й этаж  
Справки по телефону: (095)215-01-01, факс 215-51-10  
E-mail: [astpub@aha.ru](mailto:astpub@aha.ru) <http://www.ast.ru>

Учебное издание

Дрегалин Александр Николаевич  
**АЗБУКА СУДОМОДЕЛИЗМА**

Главный редактор *Н.Л. Волковский*  
Редактор *А.А. Санникова*  
Технический редактор *И.В. Буздаева*  
Компьютерный дизайн: *Е.А. Коляда*  
Компьютерная верстка *А.А. Шуваловой*  
Компьютерная графика *С.А. Елисеева, Е.М. Петровой*  
Корректор *Н.В. Абалакова*

Общероссийский классификатор продукции  
ОК-005-93, том 2: 953005 — учебная литература  
Санитарно-эпидемиологическое заключение  
№ 77.99.02.953.Д.000577.02.04 от 03.02.2004 г.

ООО «Издательство АСТ»  
667000, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Кочетова, д. 28  
Наши электронные адреса: [WWW.AST.RU](http://WWW.AST.RU) E-mail: [astpub@aha.ru](mailto:astpub@aha.ru)

ООО «Издательство «Полигон»  
194044, С.-Петербург, Б. Сампсониевский пр., 38/40  
Тел./факс: 542-91-12 E-mail: [polygon@rol.ru](mailto:polygon@rol.ru)

При участии ООО «Харвест». Лицензия № 02330/0056935 от 30.04.04.  
РБ, 220013, Минск, ул. Кульман, д. 1, корп. 3, эт. 4, к. 42.

Республиканское унитарное предприятие  
«Издательство «Белорусский Дом печати».  
220013, Минск, пр. Ф. Скорины, 79.