

**Верховцев Олег Григорьевич, Лютов
Кирилл Павлович**

**Практические советы
мастеру-любителю**

**Электроника. Электротехника.
Материалы и их обработка.
Практическое руководство.**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621.3
ББК 31.352
В36

- Верховцев Олег Григорьевич**
В36 Практические советы мастеру-любителю: Электроника. Электротехника. Материалы и их обработка. Практическое руководство. / Верховцев Олег Григорьевич, Лютов Кирилл Павлович – М.: Книга по Требованию, 2026. – 208 с.

ISBN 978-5-8854-2812-5

Приведены сведения об основных материалах, применяемых в любительской практике, технологические приемы обработки материалов, рекомендации по изготовлению и усовершенствованию простейшего инструмента и приспособлений, приемы изготовления и ремонта некоторых деталей. Эти сведения помогут читателю выбрать необходимый материал и обработать его в домашних условиях. Первое издание вышло в 1984 г. Для любителей, увлекающихся конструированием и изготовлением различных электронных и электротехнических устройств. Переиздается по предложению книготорговых организаций.

ISBN 978-5-8854-2812-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2026

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2026

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

1. РАБОТА С МЕТАЛЛАМИ

1.1. Выбор металла. При работе с металлами необходимо учитывать их свойства.

Малуглеродистые стали паяются и свариваются. Из них изготавливают проволоку, сетки, сварные конструкции, крепежные изделия средней прочности.

Углеродистые стали с содержанием углерода 0,5 %, как подвергающиеся закалке, используются для изготовления деталей повышенной прочности, работающих на истирание.

Инструментальные стали могут подвергаться всем видам термообработки. Стали марок У7 и У8 пригодны для изготовления молотков, зубил, отверток, столярного инструмента, пил для металла. Из стали марок У12 и У13 изготавливаются метчики, плашки, сверла, напильники, шаберы, мерительный инструмент. Сталь с содержанием хрома идет на изготовление токарных резцов, в том числе и для твердых материалов. Сталь с содержанием марганца или кремния используется для изготовления пружин холодным способом, пружинных шайб и т.п. Эти стали могут подвергаться всем видам термообработки.

Медь — металл с малым удельным электрическим сопротивлением. Используется длямоточного провода, токонесущих деталей переключателей и др.

Сплавы меди (латунь, бронза и др.) идут на различные поделки в любительской практике, например сердечники, декоративные элементы.

Медь и ее сплавы легко поддаются механической обработке, никелируются, хромируются, серебрятся, а также окрашиваются в различные оригинальные цвета.

Алюминий марок А1, А2, А3 обладает высокими пластическими свойствами, что позволяет использовать его для пластин конденсаторов, экранов к контурным катушкам и др.

Дюралюминий — сплав алюминия с различными ком-

понеитами, повышающими прочность, что позволяет выполнять из него детали, работающие под нагрузкой. На листовом дюралюминии проставляется марка, последние буквы которой обозначают: горячекатаные листы — буква А (Д1А), отожженные — буква М (Д1АМ), закаленные и естественно состаренные — буква Т (Д1АТ) и т. д.

1.2. Определение марки стали довольно точно можно произвести по пучку искр, образуемому при обработке на наждачном круге. Форма и длина нитей искр, цвет искр, форма пучка различны для разных марок сталей:

малоуглеродистая сталь — непрерывные соломенно-желтые нити искр с небольшим количеством звездочек на концах нитей;

углеродистая сталь (с содержанием углерода около 0,5 %) — пучок светло-желтых нитей искр со звездочками;

инструментальная сталь У7—У10 — расходящийся пучок светло-желтых нитей с большим количеством звездочек;

инструментальная сталь У12, У13 — плотный и короткий пучок искр с очень большим количеством звездочек; звездочки более «разветвленные»;

инструментальная сталь с содержанием хрома — плотный пучок темно-красных нитей искр с большим количеством желтых звездочек; звездочки сильно «разветвленные»;

быстрорежущая сталь с содержанием хрома и вольфрама — пучок прерывистых темно-красных нитей искр, на концах которых более светлые звездочки каплеобразной формы;

пружинная сталь с содержанием кремния — широкий пучок темно-желтых искр с более светлыми звездочками на концах нитей;

быстрорежущая сталь с содержанием кобальта — широкий пучок темно-желтых нитей искр без звездочек.

1.3. Термическая обработка металлов и сплавов, используемая в любительской практике, подразделяется на отжиг, закалку и отпуск.

Отжиг стальной детали производят для уменьшения ее твердости, что необходимо для облегчения механической, в том числе пластической, обработки. Отжиг целесообразен в тех случаях, когда необходимо изготовить какой-либо инструмент, используя металл другого, закаленного ранее инструмента.

Полный отжиг происходит при нагревании детали

или заготовки до 900 °С, выдержке при этой температуре для прогрева детали по всему объему, а затем медленном охлаждении до комнатной температуры.

Температуру раскаленной детали можно определить по свечению материала:

Цвета каления	Температура, °С	Цвета каления	Температура, °С
Ярко-белый . .	1250—1300	Вишнево-красный	770—800
Светло-желтый .	1150—1250	Темно-вишнево-красный	730—770
Темно-желтый .	1050—1150	Темно-красный . .	650—730
Оранжевый . . .	900—1050	Коричнево-красный	580—650
Светло-красный	830—900	Темно коричневый	550—580
Светло вишнево-красный . .	800—830		

Закалка дает стальной детали большую твердость и износоустойчивость. Деталь нагревают до определенной температуры, выдерживают некоторое время, необходимое для прогрева всего объема материала, а затем быстро охлаждают. Обычно детали конструкционных сталей нагревают до 880—900, из инструментальных — до 750—760, из нержавеющей стали — до 1050—1100 °С. Для охлаждения применяют раствор поваренной соли или масло. При охлаждении в масле на поверхности стали образуется плотная пленка оксидов, которая является хорошим антикоррозийным покрытием.

При закалке мелких деталей можно легко перекалить их. Во избежание этого пользуются оправдавшим себя способом: раскаляют плоскую крупную болванку, на которую кладут мелкую деталь. Температуру закаливаемой детали определяют по цвету свечения болванки.

Необходимо, чтобы в процессе охлаждения детали температура жидкости оставалась почти неизменной, поэтому масса жидкости должна быть в 30—50 раз больше массы закаливаемой детали. Для интенсивного охлаждения деталь следует перемещать во всех направлениях.

Тонкие широкие детали нельзя погружать в жидкость плашмя, так как при этом деталь будет коробиться.

Отпуск закаленных деталей позволяет снизить их хрупкость до допустимых пределов, сохранив при этом твердость, приобретенную сталью в результате закалки.

Температуру разогрева стальной закаленной детали при отпуске можно определить по изменению цвета оксидной пленки:

Цвета побежалости	Температура, °C	Цвета побежалости	Температура, °C
Серый	330	Коричнево-красный	265
Светло-синий	314	Коричнево-желтый	255
Васильковый	295	Темно-желтый	240
Фиолетовый	285	Светло-желтый	220
Пурпурно-красный	275		

Ниже приведены рекомендуемые температуры отпуска для некоторых инструментов и деталей (в градусах Цельсия):

Резцы из углеродистых сталей	180—200
Молотки, штампы, метчики, плашки, малые сверла	200—225
Пробойники, чертилки, сверла для мягкой стали	225—250
Сверла и метчики для меди и алюминия, зубила для стали и чугуна	250—280
Инструмент для обработки древесины	280—300
Пружины	315—330

Дюралюминиевые детали при закалке нагревают до 360—400 °C, выдерживают некоторое время при этой температуре, а затем погружают в воду комнатной температуры и оставляют до полного охлаждения. После этого дюралюминий становится мягким и пластичным, легко гнется и куется. Повышенную же твердость он приобретает спустя 3—4 дня: твердость и хрупкость его увеличиваются настолько, что он не выдерживает изгиба даже на небольшой угол. При отжиге деталь разогревают до 360 °C, выдерживают некоторое время, после чего охлаждают на воздухе. Для отпуска деталь слегка нагревают и натирают хозяйственным мылом. Затем продолжают нагревать до тех пор, пока слой мыла не почернеет, после чего дают остыть на воздухе. (Почернение происходит при температуре отпуска.)

Приблизительно температуру нагрева дюралюминиевой детали можно определить следующим образом. При температуре 350—360 °C конец спички, свободный от серы, которым проводят по раскаленной поверхности детали, обугливается и оставляет темный след. Достаточно точно температуру можно определить с помощью небольшого (со спичечную головку) кусочка медной фольги, который кладут на поверхность разогреваемой детали. При температуре 400 °C над фольгой появляется зеленоватое пламя.

Закалка меди происходит при медленном остывании на воздухе предварительно разогретой детали. Для от-

жига разогретую деталь быстро охлаждают в воде. При отжиге медь нагревают до красного каления (600°C), при закалке — до 400°C , определяя температуру также с помощью кусочка медной фольги.

Для того чтобы латунь стала мягкой, легко гнулась, ковалась и хорошо вытягивалась, ее отжигают путем нагрева до 500°C и медленного охлаждения на воздухе при комнатной температуре.

1.4. Удаление ржавчины с металлических поверхностей производят обычно стальными щетками (кардощетками) или наждачной бумагой, но более эффективны химические средства, например «Автопреобразователь ржавчины». При пользовании им металлическую поверхность следует очистить шпателем от рыхлой и пластовой ржавчины, после чего обезжирить уайт-спиритом или бензином. Затем, тщательно размешав, состав наносят на поверхность с помощью кисти. О взаимодействии состава со ржавчиной свидетельствует изменение цвета поверхности — она становится синевато-фиолетовой.

Работать следует в резиновых перчатках и защитных очках. При попадании средства на кожу — сразу смыть водой.

Другое средство — паста «Автоочиститель ржавчины». Ее наносят на металлическую поверхность, предварительно очищенную от рыхлой и пластовой ржавчины и обезжиренную, слоем толщиной в 2—3 мм и выдерживают 30 мин. Эту операцию можно повторить несколько раз, до тех пор пока металл не освободится от ржавчины.

Хорошие результаты получаются при очистке составом, который готовят из двух растворов. Первый из них: в 250 мл воды растворяют 53,5 г аммония, 52 г едкого натра (каустической соды), 200 г 40 %-ного формалина и добавляют еще 250 мл воды. Второй — 10 %-ный раствор соляной или серной кислоты. К одному литру второго раствора добавляют 30 мл первого, и состав готов. Перед погружением детали в состав ее тщательно обезжиривают в бензине и сушат. В составе деталь оставляют на 10—30 мин до полного растворения оксидов. После обработки деталь промывают горячей водой и насухо протирают.

Ржавчину можно удалить и электрохимическим способом. К ржавой детали прикрепляют небольшой кусочек цинка и погружают вместе с ним в воду, слегка подкис-

лениую сериой кислотой. При хорошем контакте цинка с деталью ржавчина исчезает через несколько дней. Очищенную деталь промывают в теплой воде и протирают тканью.

Ржавую поверхность хорошо очищать рыбьим жиром, оставляя слой жира на 1,5—2 ч. После выдержки ржавчина легко удаляется. Необходимо отметить, что рыбий жир, проникая на всю глубину ржавчины, образует под ней пленку, препятствующую дальнейшему ржавлению детали.

Если необходимо быстро удалить ржавчину, то сначала деталь промывают несколько минут в насыщенном растворе хлорного олова, а затем в теплой воде и насухо протирают.

Небольшие пятна ржавчины можно удалить тампоном, смоченным в керосине, а также тампоном с кашицей из толченого древесного угля, замешанного на машинном масле. В последнем случае деталь не только зачищается, но и полируется.

Очищенные от ржавчины места протирают мелким горячим песком или древесной золой, в необходимых случаях закрашивают.

1.5. Правка листового металла. Правка (рихтовка) волнистости полосы или краев листа осуществляется ударами киянки или стального молотка с гладко отшлифованным выпуклым бойком (см. также п. 5.39) — от середины к краям выпуклости. Более сильные удары наносят в середине и уменьшают силу удара по мере приближения к краям.

Правку длинных узких серповидно изогнутых заготовок производят на плите. Заготовку кладут на плиту, одной рукой прижимают и молотком наносят удары, начиная с более короткой (вогнутой) кромки. В начале правки удары должны быть более сильными, а затем постепенно ослабляться по мере приближении к противоположной кромке.

Перед началом правки выпуклых мест (выпучин) их обводят мелом или карандашом, затем заготовку кладут на плиту выпуклостью вверх и начинают наносить удары в направлении от краев выпуклости к ее центру. Удары наносят частые, но не сильные. По мере приближения к центру удары должны быть слабее. Нельзя ударять сразу по самому выпуклому месту — от этого оно еще больше увеличится по площади.

Полосы из мягких алюминиевых и медных сплавов лучше править через прокладку из гетинакса или текстолита толщиной 1,5—3 мм. В этом случае ровная неповрежденная поверхность получается даже при работе обычным стальным молотком.

Тонкий (до 0,5 мм) листовой металл правят на стальной плите с помощью металлического или деревянного бруска с закругленными кромками.

1.6. Разметка заготовки заключается в переносе с чертежа или образца на поверхность заготовки точек и линий (рисок). Для этого достаточно иметь: две стальные измерительные линейки длиной 150 и 300 мм, чертилку, кернер, небольшой молоток массой 100—200 г, обычный чертежный циркуль, слесарный угольник и штангенциркуль с глубиномером.

Чертилка представляет собой отрезок (150—200 мм) проволоки диаметром 3,5—4,5 мм из стали У10 или У12. Один конец ее длиной 20—30 мм закален и остро заточен, а другой согнут в кольцо диаметром 15—25 мм. Для разметки в труднодоступных местах удобно пользоваться чертилкой, в которой заточенный (рабочий) конец отогнут под углом 90° и после этого закален. Чем острее рабочая часть чертилки, тем большей точности можно добиться при разметке. Линию лучше проводить один раз, т. е. наверняка, так как второй раз труднее попасть точно в то же место.

Если необходимо нанести различные линии, то целесообразно провести сначала горизонтальные, затем вертикальные и наклонные и только после этого — дуги, закругления и окружности.

На точность разметочных работ влияет состояние поверхности размечаемого материала. Ее нужно очистить от грязи, окалины, ржавчины.

Чтобы линии, наносимые чертилкой, были четкими, поверхность стальных и чугунных заготовок перед разметкой окрашивают мелом или покрывают раствором медного купороса (омедняют). При разметке на мягких металлах и сплавах, например на дюралюминии, латуни и других, пользуются хорошо заточенным твердым карандашом (2Т, 3Т). Применять стальную чертилку нельзя, так как при нанесении рисок разрушается защитный слой и создаются условия для коррозии.

Разметку листовых материалов можно производить следующим образом. Предварительно наносят разметоч-

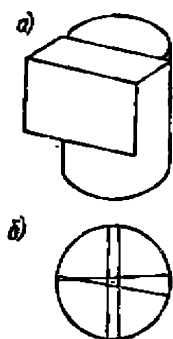


Рис. 1.1. Разметка центрального отверстия в торце цилиндрической детали

ные линии на лист миллиметровой бумаги. Этот лист наклеивают с помощью нескольких капель резинового клея на заготовку и через него кернером намечают все центры отверстий и узловые точки контура детали. После этого миллиметровку удаляют и производят окончательную разметку и обработку детали.

Простой способ разметки центрального отверстия в торце цилиндрической детали проиллюстрирован на рис. 1.1. Прямоугольный кусочек жести сгибают под прямым углом таким образом, чтобы ширина верхней части его была приблизительно равна радиусу цилиндра (рис. 1.1, а). Уголок прижимают к боковой поверхности детали и на торце проводят четыре линии под углом примерно 90° . Центр торца детали оказывается внутри небольшого пространства, ограниченного линиями, и отметить его кернером можно достаточно точно (рис. 1.1, б).

Перед высверливанием отверстий по контуру (в случае необходимости получить отверстие большого диаметра или криволинейной формы) требуется разметка центров «контурных» отверстий кернением. Эта трудоемкая операция значительно упростится, если воспользоваться несложным приспособлением: кернер оснащают выдвигающейся заостренной ножкой. Выставив с ее помощью необходимое межцентровое расстояние, приступают к кернению, совмещая острие ножки с предыдущим размеченным центром.

1.7. Гибка заготовки производится путем сгибания ее вокруг какой-либо оправки, форму которой она принимает, а также в тисках или на плите — на нужный угол. Гибку толстых заготовок осуществляют ударами молотка, лучше всего деревянного, не оставляющего на металле следов.

В процессе гибки неизменным по длине остается так называемый нейтральный слой, который у симметричных по сечению заготовок проходит через центр симметрии, а у несимметричных — через центр тяжести сечения. Внутренний слой претерпевает сжатие, наружный — растяжение. Если радиус гибки очень мал, то в металле

могут образоваться трещины. Чтобы этого избежать, не следует гнуть на радиус, меньший двойной толщины заготовки.

Листовой металл после прокатки имеет волокнистую структуру. Чтобы не получалось трещин, его следует гнуть поперек волокон или так, чтобы линия изгиба составляла с направлением прокатки угол более 45° . Чтобы избежать излома при гибке листового дюралюминия, по линии изгиба производят отжиг материала (п. 1.3).

1.8. Гибка труб, особенно большого диаметра (30—40 мм), может производиться с использованием пружины.

Определив длину изгибаемой части трубы, навивают пружину, длина которой должна быть равна измеренной части или чуть больше ее. Наружный диаметр пружины должен быть на 1,5—2 мм меньше внутреннего диаметра трубы. В качестве материала для пружины используют проволоку диаметром 1—4 мм (в зависимости от толщины стенки трубы). Намотка ведется так, чтобы между витками был зазор 1,5—2 мм. Пружину устанавливают в трубе — в месте изгиба. Гибку производят на болванке с радиусом, равным внутреннему радиусу изгиба, предварительно разогрев место изгиба паяльной лампой. Изгиб получается аккуратным, без помятостей. После окончания работы пружину удаляют.

Пружину можно изготовить из стальной проволоки на специальной оправке, зажатой в патрон дрели, которая, в свою очередь, закреплена в тисках. Оправка представляет собой стальной прут соответствующего диаметра с резьбой, гайкой и продольным пазом на одном конце (который остается свободным при креплении прутка в дрели). Конец пружинной проволоки вставляют в паз и зажимают гайкой, после чего, вращая патрон дрели, производят навивку пружины. Для создания необходимого натяжения проволоку пропускают между двумя плотно сжатыми деревянными планками. Окончив навивку, гайку отвинчивают и пружину снимают с оправки. Эту же оправку можно использовать для навивки пружины большего диаметра, если предварительно намотать на нее в несколько слоев металлическую фольгу или плотную бумагу.

Аккуратный изгиб трубы можно получить и другими способами.

1. С одного конца трубу закрывают металлической пробкой, а в другой заливают расплавленный свинец или

оловянно-свинцовый припой. (Во избежание ожогов трубу необходимо предварительно хорошо просушить.) После гибки свинец (припой) выплавляют, нагревая трубу паяльной лампой.

2. Трубу предварительно заполняют горячим песком.

3. В трубу заливают воду и замораживают каким-либо способом (например, в морозильной камере холодильника, если позволяют размеры). Затем трубу изгибают, после чего нагревают и выпускают воду.

1.9. Сверление отверстий. При большом числе отверстий разного диаметра вначале рекомендуется просверлить их все сверлом, диаметр которого равен диаметру самого малого отверстия, а уж затем рассверлить остальные отверстия до нужных размеров. Во избежание ошибок одинаковые отверстия помечают. Следует учитывать при этом, что отверстия, диаметр которых всего в 1,2—1,5 раза больше диаметра самого малого отверстия, сверлят сразу сверлом необходимого размера.

Зенкование отверстий делают для придания им законченного вида. Зенкование выполняют на небольшую глубину (0,2—0,3 мм) с обеих сторон специальным инструментом (зенковкой) или сверлом, диаметр которого примерно вдвое больше диаметра отверстия. Сверло затачивают под углом 90°.

При сверлении отверстий в стали, алюминии и его сплавах необходимо использовать смазочно-охлаждающие вещества: для мягких сталей — технический вазелин; для твердого алюминиевого сплава (типа Д16Т) — хозяйственное или туалетное мыло; для алюминия, органического стекла, гетинакса — мыльную воду.

1.10. Клепка используется для неразъемного соединения деталей. Заклепки обычно изготавливают из стали, меди, латуни, алюминия и других металлов и сплавов, поддающихся ковке. Длина стержня заклепки берется исходя из суммарной толщины склепываемых деталей и выступающей части стержня, необходимой для образования замыкающей головки. Для образования плоской (потайной) головки выступающий конец должен быть равен половине диаметра стержня, а полукруглой головки — полутора диаметрам. Диаметр стержня заклепки выбирают в зависимости от толщины склепываемых листов или деталей: $d=2S$, где S — наименьшая толщина склепываемых деталей (листов).

Диаметр отверстий под заклепки делают на 0,1—