

СЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ

1. РАЗМЕТКА ЗАГОТОВОК И ДЕТАЛЕЙ

Разметкой называют процесс нанесения рисок с кернением на подготовительные поверхности заготовки, которые определяют контуры детали или места, подлежащие обработке. Разметку используют преимущественно для единичного и мелкосерийного изготовления деталей.

Линейную разметку применяют перед резкой фасонного проката, проволоки, труб и т. п.

Плоскостную разметку используют при обработке листового металла, переносе размеров с шаблона на заготовку или с одной детали на другую. Разметку листовых металлоконструкций выполняют по развертке либо геометрическими построениями. Разметку фундаментов осуществляют с помощью оптических приборов, струн и отвесов. При плоскостной разметке применяют обычные приемы черчения с использованием специального разметочного инструмента.

Разметка по месту заключается в нанесении центров отверстий под болты или шпильки через отверстия одной детали на поверхность другой. Например, через опорную часть корпусной детали осуществляют разметку отверстий в фундаментах под самоанкерующиеся болты.

При пространственной разметке размечают не только отдельные поверхности заготовок, расположенные в различных плоскостях, но и проводят взаимную увязку этих поверхностей между собой.

Перед разметкой тщательно проверяют отсутствие на заготовке трещин, раковин или других дефектов, а также возможность изготовления из заготовки детали требуемых размеров. Затем поверхности заготовок очищают, обезжиривают и окрашивают, чтобы разметочные риски были более четкими (табл. 1).

При пространственной разметке заготовку устанавливают на чугунную разметочную плиту. С помощью раз-

1. Метод очистки и материал для окраски в зависимости от размечаемых поверхностей деталей

Детали	Метод очистки	Материал для окраски
Отливки и поковки	Стальными скребками, ручными металлическими щетками (мелкие детали) или механизированными щетками и ротационными машинами (крупные детали)	Мел, разведенный в воде до молокообразного состояния, сиккатив (для быстрого высыхания), столярный клей (50 г на 1 л воды). Кусковой мел
Обработанные мелкие из стали и чугуна	Обезжиривание в 10%-ном растворе едкого натра	Раствор медного купороса (20—30 г купороса на 250 г воды)
Обработанные стальные и чугунные крупные, алюминиевые отливки	Не очищают	Нитрокраска, нитроэмаль
Из цветных металлов горячекатаного листового и профильного стального проката	То же	Не окрашивают

меточных призм, подкладок, клиновых домкратов деталь выставляют так, чтобы ее база или главная ось была параллельна плоской поверхности плиты (разметочной).

Положение заготовки проверяют в нескольких точках, нанося горизонтальные риски штангенрейсмасом, чертилку которого устанавливают на нужный размер. Вертикальную разметку выполняют с помощью слесарных угольников (плоских или с широким основанием).

При нанесении прямых рисков линейку или угольник плотно прижимают к заготовке тремя пальцами левой руки так, чтобы между ними и заготовкой не было просвета. Чертилкой как карандашом, не прерывая движения, проводят риску необходимой длины за один раз. Криволинейные риски наносят с помощью лекал и разметочного циркуля. Линии, вдоль которых будет проводиться обработка, накернивают.

Расстояние между кернами может быть 5—150 мм в зависимости от формы риски и размеров детали. На прямых линиях керны ставят реже, а на кривых и ло-

манных—чаще. Острые кернера устанавливают точно на риске с легким наклоном от себя. Перед нанесением удара по бойку кернер переводят в вертикальное положение. Для накернивания используют молотки массой 100—150 г.

2. ПРАВКА, РИХТОВКА И ГИБКА

Правка — слесарная операция по устранению дефектов заготовок в виде вогнутости, выпуклости, коробления, искривления и т. д. Сущность правки заключается в сжатии выпуклого слоя металла и расширении вогнутого слоя. Правку осуществляют в холодном или нагретом состоянии заготовки, в зависимости от ее размеров и материала. Правка может быть ручной или машинной на специальных вальцах или прессах. Различают правку заготовок из листа, профильного металла и труб.

Ручную правку заготовок из листа выполняют на чугунной или стальной плите специальными молотками со сферическим бойком; заготовки из тонкого листа правят молотками со вставным бойком из мягкого металла или деревянным молотком — киянкой.

Наиболее сложна правка листов. Лист укладывают на плиту, линейкой определяют места выпуклостей, границы которых обводят мелом. Схемы нанесения ударов при правке выбирают в зависимости от числа выпуклостей и их расположения. При наличии одной выпуклости в середине листа удары наносят, начиная от края листа по направлению к выпуклости, изменяя силу и место ударов молотком. При правке листа с несколькими выпуклостями удары начинают наносить от промежутка между выпуклостями, постепенно приближаясь к середине выпуклостей.

Для правки лист кладут на плиту выпуклостью вверх, поддерживая его левой рукой, правой наносят удары молотком. Удары должны быть частыми, но не сильными.

Правку полос, изогнутых по ребру, осуществляют следующим образом: определяют кривизну линейкой или на глаз, отмечая ее границы мелом. Широкой поверхностью полосу кладут на плиту и наносят удары поперек полосы по краю вогнутой стороны. Полоса односторонне

вытягивается в результате «разгона» металла, принимая прямолинейную форму. Этот способ применяют при правке уголка с небольшой кривизной полки.

Заготовки круглого сечения (прутки) правят на плите, в призмах или с помощью ручного пресса. Удары молотком наносят по выпуклой части от края изгиба к его средней части. Правку заканчивают легкими ударами, поворачивая деталь вокруг своей оси. Этот способ правки используют и для правки стальных труб. В том случае, когда сила удара молотком не обеспечивает правку, применяют ручные винтовые прессы. На столе пресса устанавливают две призмы, на которых размещают изогнутый вал или трубу так, чтобы призматический наконечник на штоке пресса находился над местом наибольшей кривизны. Плавню вращая маховик, подводят наконечник винта к месту изгиба. Затем винтом нажимают на исправляемый вал.

Профильный металл правят подогревом газопламенной горелкой или резаком. В частности, «серповидность» выправляют путем формирования зоны подогрева в виде треугольника или трапеции с основанием, обращенным в сторону выпуклости; в процессе остывания происходит деформация заготовки, величина которой определяется площадью и степенью нагрева.

Рихтовка является разновидностью правки. Рихтовку выполняют на термообработанных деталях. Особенность рихтовки заключается в том, что выпрямление детали происходит в результате нанесения ударов носком закругленного и закаленного бойка молотка по вогнутой части детали, которую устанавливают на стальной термообработанной рихтовальной бабке. Рабочая поверхность рихтовальной бабки цилиндрической формы должна иметь сферу радиусом 150—200 мм.

Рихтовку плоских заготовок выполняют на плоской правильной стальной плите. Полосу располагают на плите вогнутой стороной вверх. Удары молотком наносят в месте соприкосновения детали с плитой от края вогнутости к ее середине. Силу удара выбирают в зависимости от толщины и кривизны детали.

Гибка — слесарная операция, при которой заготовке или ее части придается изогнутая форма в соответствии с требованиями чертежа. Гибке подвергают заготовки из полосовой и листовой стали, прутка, а также труб.

2. Минимально допустимые радиусы гибки (в мм) заготовок из листового материала

Толщина заготовки, мм	Материал заготовки				
	Сталь	Дуралюмин	Алюминий	Медь	Латунь
0,4	0,5	1,5	0,5	0,4	0,5
0,5	0,6	1,5	0,5	0,5	0,5
0,6	0,8	1,8	0,6	0,6	0,6
0,8	1,0	2,4	1,0	0,8	0,8
1,0	1,2	3,0	1,0	1,0	1,0
1,2	1,5	3,6	1,2	1,0	1,2
1,5	1,8	4,5	1,5	1,5	1,5
2,0	2,5	6,5	2,0	1,5	2,0
2,5	3,5	9,0	2,5	2,0	2,5
3,0	5,5	11,0	3,0	2,5	3,5
4,0	9,0	16,0	4,0	3,5	4,5
5,0	13,0	19,5	5,5	4,0	5,5
6,0	15,5	22,0	6,5	5,0	6,5

Последовательность операции гибки зависит от размеров и материала заготовки. Расчет длины и ширины заготовки выполняют по чертежу с учетом радиусов всех изгибов. Размер минимально допустимого радиуса изгиба зависит от механических свойств материала заготовки, от технологии гибки и качества поверхности заготовки (табл. 2).

При гибке заготовок из полосового или листового материала их наружная часть вытягивается, а внутренняя — сжимается. Поэтому при разметке надо учитывать припуск с внутренней стороны на каждый изгиб в пределах 0,5—0,8 толщины заготовки. Для гибки под прямым углом заготовку после разметки зажимают в тисках с нагубниками так, чтобы риска изгиба совпадала с верхней плоскостью нагубника. Ударами молотка загибают одну сторону заготовки и, повторяя операцию, загибают при необходимости вторую сторону. При криволинейной гибке используют различные оправки, которые и зажимают в тисках вместе с заготовкой. Ударами молотка конец заготовки загибают по оправке, добываясь плотного прилегания ее к поверхности оправки. При необходимости заготовку с оправкой переставляют и операцию повторяют.

Основной подготовительной операцией при изготовлении трубопроводов является *гибка труб* под различными углами, которую выполняют с помощью специальных приспособлений или на трубогибочных станках. В зоне изгиба толщина стенки трубы по наружной стороне уменьшается, а по внутренней увеличивается. Радиус изгиба устанавливают по нормативным документам; его обычно назначают не менее $2D_n$. Допускаемая овальность в зоне изгиба труб D_y до 250 мм не должна превышать 10%, а для $D_y = 300 \div 400$ мм — 6—8%. Гибку труб в холодном состоянии применяют при изготовлении трубопроводов D_y до 150 мм. Для холодной гибки труб применяют три основных способа: на двух опорах, обкаткой роликом и с внутренним дорном. Гибку на двух опорах осуществляют в специальных станках. Ее применяют для труб диаметром до 125 мм. Холодную гибку труб обкаткой роликом применяют для труб диаметром до 32 мм. Трубу жестко прикрепляют скобой к неподвижному гибочному диску, а обкатывающий ролик перемещают по дуге вокруг гибочного диска и изгибают трубу. Радиусы ручьев гибочного диска и обкатывающего ролика должны точно соответствовать наружному диаметру изгибаемой трубы.

Холодную гибку с внутренним дорном используют для тонкостенных труб наружным диаметром 32—219 мм. Изгибаемую трубу надевают на штангу с внутренним дорном, который располагают в месте изгиба, что предохраняет трубу от возникновения овальности и образования гофр. Конец трубы зажимают между гибочным диском, имеющим полукольцевую выточку (ручей), и вкладышем с такой же полукольцевой выточкой. В процессе гибки диск, поворачиваясь, увлекает за собой трубу, сталкивая ее с внутреннего дорна. Труба, прижатая к ползуну, в результате трения продвигается вперед. Форма внутренних дорнов может быть ложкообразной или шарообразной. Трубы при холодной гибке продувают сжатым воздухом, а их внутреннюю поверхность смазывают машинным маслом или мыльной эмульсией.

Гибку труб в горячем состоянии выполняют двумя способами: с нагревом ТВЧ и с нагревом в пламенных печах или горнах с наполнителем (набивкой песком). Гибка труб с нагревом ТВЧ, применяемая наиболее ши-

роко, заключается в непрерывном последовательном изгибе небольшого участка трубы, нагреваемого в кольцевом индукторе под действием электромагнитного поля, которое создается токами высокой частоты. При гибке труб с нагревом ТВЧ используют три схемы: с отклоняющим роликом, с водилом и «подсадкой».

Гибку труб из цветных металлов выполняют в холодном состоянии: диаметром до 38 мм при радиусе изгиба не менее $2,5D_n$ без дорна и наполнителя, а диаметром более 38 мм с радиусом изгиба не менее $3D_n$ с дорном или наполнителем (песком).

3. РУБКА, РЕЗКА И ОПИЛИВАНИЕ

Рубка — слесарная операция, при выполнении которой с помощью зубила и слесарного молотка с поверхности заготовки либо удаляется слой металла, либо заготовка разрубается на части. Рубку применяют в тех случаях, когда станочная обработка нерациональна или трудновыполнима. Рубка, как правило, является подготовительной операцией. Точность обработки с помощью рубки не превышает $\pm 0,5$ мм. Рубку проводят в тисках. Заготовки из листового материала рубят на части на плите. При рубке заготовок из вязких металлов рабочую кромку зубила следует смачивать индустриальным маслом. Заготовки из хрупких металлов (чугуна, бронзы) рубят от края к середине. Для облегчения и ускорения рубки широких поверхностей предварительно прорубают канавки крейцмейселем, а затем срубают зубилом оставшийся между канавками металл. Толстые заготовки надрубают с обеих сторон, а затем ломают.

Ударным инструментом при рубке служат ручные слесарные, пневматические или электрические молотки, а режущим — зубила, крейцмейсели, бородки, выколотки. Производительность механизированной рубки возрастает в 4—5 раз по сравнению с ручной. При выборе слесарного молотка учитывают ширину лезвия зубила: на 1 мм ширины лезвия зубила должно приходиться 30—40 г массы молотка, а для крейцмейселя 80 г. Углы заострения у зубил и крейцмейселей должны быть следующие:

	Угол за- острения, °
Чугун, твердая сталь, бронза . . .	70
Сталь мягкая и средней твердости	60

Латунь, медь, титановые сплавы . . .	45
Алюминиевые сплавы	35

На монтажной площадке при установке оборудования на фундаменты осуществляют рубку бетонных поверхностей фундаментов и металлических поверхностей подкладок после газовой резки.

Резка — слесарная операция разделения заготовок из листового и профильного материала и труб на части. В зависимости от размера, формы и материала заготовок резку осуществляют с помощью ручного или механизированного инструмента: ножниц, острогубцев, ручных ножовок, труборезов. Различают резку металла со снятием стружки и без снятия стружки.

Ручными ножницами осуществляют резку заготовки из тонкого листового и полосового материала (толщиной 0,5—1,0 мм из стали и толщиной до 1,5 мм из цветных металлов). Для резки по прямой линии и по окружности большого радиуса используют ножницы с прямыми лезвиями, а для вырезки фигурных профилей с малыми радиусами используют ножницы с криволинейными лезвиями. Режущие кромки ножниц сдвигаются одна относительно другой постепенно. Кромки ножниц в шарнирном соединении должны плотно прилегать друг к другу и иметь легкий ход. При тугом ходе возникает большое трение, вызывающее излишние усилия в работе и быстрое изнашивание режущих кромок. При большом зазоре между режущими кромками разрезаемый материал будет сминаться и заклиниваться. Ножницы держат в правой руке, охватывая рукоятки четырьмя пальцами и прижимая их к ладони, мизинец помещается между рукоятками ножниц. Удерживая лист левой рукой, подают его между режущими кромками, направляя верхнее лезвие точно посередине разметочной линии, которая должна быть видна при резке.

При резке по прямой линии следует применять левые ножницы и соизмерять величину раскрытия ножниц настолько, чтобы они могли захватить лист на длину не более 30 мм по прямой риске. При резке по наружным фигурным контурам лист поворачивают так, чтобы ножницы не закрывали линию резки.

Заготовки режут также ручными ножницами с зажатием одной рукоятки в тисках. Этот прием используют

при резке заготовок толщиной до 1,2 мм по прямой линии. Для резки заготовок из листового материала толщиной до 2,0 мм используют рычажные ножницы.

Острогубцами (торцовыми кусачками) режут проволоку диаметром до 5 мм. Перед резкой проволоку правят, протягивая ее вокруг круглой оправки. Проволоку помещают между лезвиями так, чтобы она располагалась перпендикулярно им. Угол заострения режущих кромок выбирают в зависимости от твердости разрезаемого материала; обычно он равен 55—60°.

Ручные ножовки применяют для резки толстых листов, профильного проката и труб. Ручной ножовкой прорезают шлицы, пазы, обрезают и вырезают заготовки по контуру. Заготовку зажимают в слесарных тисках, размечают; при необходимости трехгранным напильником дают пропил по риску и выполняют резку. Трубы зажимают в специальном трубожиме, закрепленном на верстаке. Место реза должно быть как можно ближе к прижиму. Для резки ручную ножовку необходимо правильно закреплять и иметь отработанную координацию движения. Движения при работе ножовкой должны быть плавными, без рывков и с таким размахом, чтобы в резке участвовали все зубья полотна. Скорость движений при резке ножовкой должна составлять 30—60 ходов в минуту. Заканчивая резку, следует ослабить нажим на ножовку, уменьшить скорость движений, чтобы избежать поломки полотна. Полотна ручных ножовок с шагом 0,8—1,0 мм используют для резки тонкостенных труб и листового материала, с шагом 1,25 мм — для резки профильного проката, с шагом 1,6 мм — во всех остальных случаях резки. Перед работой полотно смазывают густой смазкой или промышленным маслом.

Для резки труб, кроме ручной слесарной ножовки, используют ручной труборез, у которого режущими частями являются стальные диски-ролики. Трубу зажимают в прижиме, надевают на труборез и, вращая рукоятку трубореза вокруг своей оси, доводят подвижной ролик трубореза до соприкосновения со стенкой трубы. За рукоятку трубореза поворачивают вокруг трубы на один оборот, проверяют соответствие разметки и прорезанной линии, затем вращают труборез вокруг трубы до тех пор, пока ее стенки не будут прорезаны.

3. Достигаемая точность (в мм) при опиливании

Номер насечки напильника	Толщина слоя металла, снимаемого за одно движение, мм	Средние отклонения	
		от прямолинейности или плоскостности	от заданного размера
0; 1	0,05—0,1	0,15—0,2	0,2—0,3
2; 3	0,02—0,06	0,03—0,06	0,05—0,1
4; 5	—	0,01—0,02	0,02—0,05

При больших объемах резки листового материала по прямолинейному и фигурному профилю с толщиной разрезаемого листа 2,5—4,8 мм используют ручные пневматические и электрические ножницы. Различают ножевые и прорезные ножницы. У ножевых ножниц один нож подвижный, другой неподвижный, а у прорезных ножниц материал последовательно пресекается пуансоном.

Опиливание — слесарная операция, при которой с поверхности заготовки снимают слои материала с помощью напильника или надфиля. Опиливанием придают детали требуемую форму и размеры, пригоняют сопрягаемые поверхности по месту. Различают опиливание грубое, когда снимают слои металла толщиной до 1,0 мм, и тонкое, когда слой снимаемого металла не превышает 0,3 мм. Опиливанием обрабатывают плоские и криволинейные поверхности, пазы, канавки, отверстия различной формы и т. д. Точность, достигаемая при опиливании напильниками различных типов, приведена в табл. 3. Напильник — это многолезвийный режущий инструмент. По числу зубьев на 1 см длины различают напильники шести номеров: 0; 1 — драчевые; 2; 3 — личные; 4 и 5 — бархатные. Драчевые напильники применяют для черного опиливания, бархатные — для доводки поверхности.

При опиливании заготовку зажимают в тисках так, чтобы опиливаемая поверхность выступала над уровнем губок на 8—10 мм. Для предохранения заготовки от вмятин при зажиме на губки тисков надевают нагубники из мягкого материала. Опиливание начинают с проверки припуска на обработку, который должен обеспечить изготовление детали по размерам, указанным на чертеже. В зависимости от требования к параметрам шероховатости

поверхности опиливание осуществляют драчевым, личным или бархатным напильником. Для получения правильно опиленной прямолинейной поверхности опиливание ведут в перекрестных направлениях под углом $35\text{--}40^\circ$ к боковым сторонам заготовки. Напильник не следует выводить на углы заготовки, так как уменьшается площадь опоры напильника, снимается большой слой металла — образуется «завал» края обрабатываемой поверхности. Образованию «завалов» способствует изгиб заготовки. Отклонение от плоскостности поверхности проверяют лекальной линейкой «на просвет», накладывая ее в различных направлениях. Для улучшения условий опиливания, исключения «завалов» и т. п. применяют специальные приспособления: опилолочные призмы, универсальные наметки, кондукторы.

При обработке плоских поверхностей, расположенных под углом 90° , сначала опиливают поверхность, принимаемую за базу, затем — поверхность, перпендикулярную к базе. Контроль осуществляют по внутреннему углу угольника.

Выпуклые криволинейные поверхности обрабатывают с покачиванием напильника: в начале перемещения напильника его носок касается заготовки, а ручка опущена; по мере продвижения напильника носок опускается, а ручка приподнимается; при обратном ходе движения напильника противоположны.

Вогнутые криволинейные поверхности в зависимости от радиуса кривизны обрабатывают круглыми или полукруглыми напильниками. Напильник совершает сложное движение — вперед и в сторону с поворотом вокруг своей оси.

Распиливание отверстий различной формы начинают с разметки и выполняют напильниками соответствующей конфигурации.

Одним из основных условий высококачественной обработки является правильный выбор напильников. Напильники выбирают по профилю сечения в зависимости от формы обрабатываемого отверстия: для квадратных отверстий — квадратные; для прямоугольных отверстий — плоские и квадратные; для трехгранных отверстий — трехгранные, ромбические и полукруглые; для шестигранных отверстий — трехгранные и квадратные. На-

пильники должны иметь ширину рабочей части не более 0,6—0,7 размера стороны или диаметра отверстия; длина напильника определяется размером опиливаемой поверхности плюс 200 мм.

Для обработки отверстий с криволинейными контурами применяют круглые и полукруглые напильники, у которых радиус закругления меньше радиуса закругления обрабатываемой поверхности. Надфили применяют для обработки труднодоступных и узких мест. Контроль осуществляют штангенциркулем или специальными шаблонами.

Взаимная пригонка опиливанием двух деталей, сопрягающихся без зазора, с большой точностью называется *припасовкой*. Припасовка выполняется как окончательная операция при обработке деталей шарнирных соединений и чаще всего при изготовлении различных шаблонов. Для припасовки используют напильники и надфили с мелкой насечкой.

От стружки напильники и надфили очищают стальной щеткой, а сильно загрязненные опускают в 10%-ный раствор серной кислоты на 10—12 мин, затем промывают в воде и очищают стальной щеткой. Стойкость слесарных напильников общего назначения при опиливании заготовок из стали составляет в среднем 100 ч, при опиливании заготовок из цветных металлов — 140 ч.

4. СВЕРЛЕНИЕ, РАЗВЕРТЫВАНИЕ, ЗЕНКЕРОВАНИЕ И ЗЕНКОВАНИЕ

Сверлением называют процесс образования отверстий в сплошном материале режущим инструментом — *сверлом*. Точность обработки не превышает 11—12-го качества и шероховатость поверхности $Rz = 25 \div 80$ мкм. Сверлением получают отверстия под крепежные болты, шпильки, заклепки, а также отверстия, предназначенные для дальнейшей обработки: рассверливания, зенкерования, развертывания и нарезания резьбы. Различают сверление сквозных отверстий, глухих отверстий и рассверливание. В тех случаях, когда заготовку нельзя установить на станке или отверстия расположены в труднодоступных местах, сверление осуществляют с помощью ручных дрелей, электрических или пневматических ручных машин.

Сверление на станках выполняют, осмотрев и подготовив станок к пуску, проверив плавность хода гильзы шпинделя, перемещение рукоятки подъема, подачу охлаждающей жидкости, исправность местного освещения и наличие инструмента. Сверла, имеющие цилиндрический хвостовик, закрепляют в патроне. Конусный хвостовик патрона устанавливают в отверстие шпинделя сверлильного станка и проверяют его биение. Сверла с коническим хвостовиком устанавливают непосредственно в шпинделе станка. В тех случаях, когда конус хвостовика сверла меньше конуса в шпинделе, применяют переходные втулки. Установка сверл с коническим хвостовиком обеспечивает лучшее их центрирование и закрепление по сравнению с установкой сверл в патроне. Для съема патрона или сверла в выбивное отверстие шпинделя вставляют клин, легкие удары молотком наносят по концу клина. Деталь закрепляют в тисках.

При сверлении отверстий диаметром более 10 мм тиски крепят к столу болтами, головки которых закладывают в продольные канавки на столе станка.

Сверление выполняют, предварительно совместив ось сверла с центром отверстия. Перемещение сверла на требуемую глубину определяют по линейке, закрепленной на станке, либо по лимбу. Для обеспечения максимальной производительности, сохранения стойкости сверл и качества обработки выбирают режим резания, т. е. сочетание скорости резания и подачи. Зная диаметр сверла, материал, из которого сделано сверло, и марку материала заготовки, можно выбрать режимы резания. Режимы резания при сверлении приведены в табл. 4. Во время работы сверло сильно нагревается, вызывая притупление режущих кромок, поэтому рекомендуется применять смазочно-охлаждающие жидкости.

Для повышения производительности труда и точности сверления отверстий применяют специальные приспособления — кондукторы. Точность сверления обеспечивается направлением сверла через направляющие закаленные втулки, укрепленные в корпусе кондуктора. При небольшой партии одинаковых деталей вместо кондуктора применяют шаблон в виде пластины, форма которой соответствует форме детали. Шаблон накладывают на деталь, фиксируют в определенном положении и закрепляют

4. Скорость резания в м/мин (числитель) и частота вращения шпинделя в мин⁻¹ (знаменатель) *1

Подача, мм/об	Диаметр сверла, мм				
	6	8	10	12	14
0,18	27,6/1465	31,2/1235	33,8/1075	31,7/840	38,7/880
0,20	25,6/1355	28,7/1145	31,4/1000	29,5/781	36,1/818
0,25	22,9/1215	25,6/1020	28,0/894	26,3/697	32,1/731
0,30	20,9/1110	23,4/935	25,6/815	24,0/636	29,4/667

*1 При сверлении углеродистой конструкционной стали с $\sigma_B = 650$ МПа сверлом из стали P18 и работе с охлаждением.

струбцинами. При сверлении плоских тонких одинаковых деталей их собирают в пачку, накладывают шаблон и плотно стягивают струбцинами.

При глухом сверлении необходимо периодически выводить сверло из отверстия для удаления стружки из канавок сверла. При сверлении сквозных отверстий во избежание поломки сверла уменьшают подачу при выходе сверла. В процессе сверления пользуются ручной подачей. Сверление по разметке выполняют в два приема — пробное сверление, при котором сверлят небольшое углубление для контроля положения сверла, и окончательное сверление по центру намеченного отверстия. Для получения отверстий диаметром более 20 мм предварительно сверлят отверстия сверлом меньшего диаметра и затем рассверливают его под размер сверлом большего диаметра. Разность диаметров первого и второго сверла составляет 10—15 мм. При сверлении деталь устанавливают так, чтобы верхняя поверхность с размеченным отверстием была горизонтальной, иначе при незначительном перекосе сверло смещается — его «уводит» в сторону. В случае эксцентрического расположения отверстия относительно разметки его необходимо выправить. Для этого крейцмейселем с полукруглой режущей кромкой прорубают канавку в сторону, противоположную смещению сверла, размечают центр отверстия и засверливают. Окончательное сверление проводят после определения правильного рас-

положения отверстия. Для обеспечения точности рассверливание отверстий осуществляют с одной установки. Для этого из шпинделя вынимают сверло меньшего диаметра и вставляют сверло, диаметр которого соответствует заданному.

Наиболее сложной операцией является сверление отверстий в цилиндрических деталях. Вал или трубу укладывают в призму и с помощью штангенрейсмаса выполняют разметку и накернивают центры отверстий. Призму и деталь закрепляют на столе станка, совмещают сверло с намеченным углублением на детали и выполняют сверление. Сверление электрическими или пневматическими ручными машинами выполняют в такой последовательности. Размечают и накернивают места сверления, подбирают сверло необходимого диаметра, закрепляют его в патроне и устанавливают патрон в шпинделе сверлильной машины. Подсоединяют токоподводящий провод к электросети или шланг к пневмосети. Проверяют работу машины на холостом ходу и биение сверла в патроне. Устанавливают сверло вершиной в керновое углубление и сверлят отверстие. В процессе сверления следят, чтобы ось сверла была перпендикулярна к плоскости сверления. Не выключая сверлильную машину, выводят сверло из отверстия. Отверстия диаметром до 9 мм сверлят машинами легкого типа, диаметром до 15 мм — машинами среднего типа, а диаметром до 23 мм — машинами тяжелого типа.

Сверление ручной дрелью выполняют в тех случаях, когда необходимо просверлить отверстие малого диаметра в труднодоступном месте крупногабаритного оборудования. При сверлении ручной дрелью работающий должен одновременно удерживать дрель в определенном положении, осуществлять соответствующий нажим, направленный по оси просверливаемого отверстия, и вращением рукоятки приводить во вращение сверло. Порядок выполнения операции при сверлении ручной дрелью аналогичен сверлению электрическими машинами.

Высокая производительность и точность сверления отверстий обеспечиваются правильно заточенным сверлом (с одинаковыми по размеру и остроте режущими кромками, определенным углом при вершине сверла, симметрично расположенным относительно его оси). Угол при

вершине сверла выбирают в зависимости от материала заготовки: для стали и чугуна он должен составлять $116\text{--}118^\circ$, для латуни и бронзы $130\text{--}140^\circ$. Спиральные сверла затачивают на заточном станке с мелкозернистым шлифовальным кругом. Взяв сверло левой рукой за рабочую часть на расстоянии $15\text{--}20$ мм от режущих кромок, правой охватывают хвостовик, слегка прижимая сверло к поверхности абразивного круга так, чтобы режущая кромка располагалась горизонтально и плотно прилегала задней поверхностью к кругу. Плавным движением правой руки, не отнимая сверла от круга, поворачивают его вокруг своей оси и, соблюдая правильный наклон, затачивают заднюю поверхность. Заточку проводят с охлаждением, периодически погружая конец сверла в воду. После заточки задних поверхностей режущие кромки должны быть прямолинейными. По мере стачивания сверла образуется поперечная кромка, которую укорачивают подточкой. Подточку поперечной кромки применяют для сверл диаметром более 12 мм. Качество заточки сверл проверяют специальным шаблоном.

Развертывание отверстий применяют для получения точного по размеру и форме отверстия с шероховатостью поверхностей в пределах $Rz = 1,25 \div 0,16$ мкм. Развертывание отверстий выполняют вручную, электро- и пневмосверлильными ручными машинами или на сверлильных станках *развертками*. Гладкие цилиндрические отверстия обрабатывают развертками с прямыми канавками, отверстия со шпоночным пазом — развертками со спиральными канавками, а отверстия под конические штифты — коническими развертками соответствующей конусности. Диаметр развертки подбирают по диаметру отверстия, а припуск под черновое и чистовое развертывание определяют в зависимости от его диаметра:

Диаметр отверстия, мм	4—6	6—18	18—30	30—50
Припуск под развертывание, мм:				
черновое	0,15	0,3	0,4	0,5
чистовое	0,05	0,10	0,2	0,25

В качестве смазочной и охлаждающей жидкости при ручном развертывании отверстий в заготовках из стали применяют эмульсии и минеральное масло. В заготовках

5. Скорость резания в м/мин (числитель) и частота вращения шпинделя в мин^{-1} (знаменатель) при черновом развертывании (углеродистая, конструкционная, хромистая и хромоникелевая сталь с $\sigma_B = 650$ МПа; развертки из стали P18; работа с охлаждением)

Подача S , мм/мин	$d = 5$ мм; $f = 0,05$ мм	$d = 10$ мм; $f = 0,075$ мм	$d = 15$ мм; $f = 0,1$ мм
До 0,5	24,0/1528	21,6/686	17,4/371
0,6	21,3/1357	19,2/613	15,3/326
0,7	19,3/1223	17,4/553	14,1/299
0,8	17,6/1123	15,9/514	12,9/273
1,0	—	13,8/439	11,1/236
1,2	—	12,3/391	9,9/209

из бронзы и латуни развертывание осуществляют без масел.

Ручное развертывание цилиндрическими развертками выполняют следующим образом. Заготовку с предварительно просверленным отверстием закрепляют в тисках так, чтобы был свободный выход развертки с низу отверстия. Рабочую часть черновой развертки смазывают минеральным маслом. Заборную часть развертки вставляют в отверстие без перекоса. На хвостовик надевают вороток и, слегка нажимая одной рукой на развертку, другой вращают вороток по часовой стрелке. Периодически развертку извлекают из отверстия для очистки от стружки и смазочного материала. Черновое развертывание заканчивают, когда $3/4$ рабочей части развертки войдет в отверстие. Черновую развертку выводят из отверстия (обратное вращение не допускается) и в отверстие вставляют чистовую развертку. Операцию повторяют в той же последовательности.

Развертывание конических отверстий выполняют черновой, промежуточной и чистовой развертками в той же последовательности, что и развертывание цилиндрических отверстий.

При развертывании отверстий машинными развертками в зависимости от диаметра, материала развертки и марки материала заготовки выбирают скорость резания и частоту вращения шпинделя (табл. 5).

Бóльшие скорости резания следует применять при развертывании заготовок из нормализованных сталей,

мёньшие — при развертывании заготовок из вязких сталей. При чистовом развертывании на сверлильном станке скорость резания должна составлять 6—8 м/мин.

Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), применяемые при развертывании:

Материал заготовки	СОЖ
Сталь:	
конструкционная	РЗ-СОЖ; ЛЗ-СОЖ; МР-1; МР-4
инструментальная	ЛЗ-СОЖ1; МР-1; МР-4
легированная	МР-4
Чугун	Без охлаждения; керосин; ОСМ-1
Медь	Эмульсия
Латунь	Без охлаждения
Бронза	Без охлаждения
Алюминий	ЛЗ-СОЖ1; В-31

Отверстия развертывают с одной установки после окончания сверления. Сверло вынимают из шпинделя и вставляют черновую развертку, а затем чистовую развертку. При этом сокращается время на переустановку детали и повышается точность обработки.

Калибрующая часть развертки ближе к шейке имеет обратный конус (0,04—0,6) для уменьшения трения о стенки отверстия. Зубья на рабочей части (винтовые или прямые) могут быть расположены равномерно по окружности или неравномерно. Развертки с неравномерным шагом зубьев используют для обработки отверстий вручную. Они позволяют избежать образования огранки, т. е. получения отверстий неправильной цилиндрической формы. Хвостовик ручной развертки имеет квадрат для установки воротка. Хвостовик машинных разверток диаметром до 10 мм выполняется цилиндрическим, других разверток — коническим с лапкой, как у сверла.

Для черновой и чистовой обработки отверстий применяют комплект (набор) разверток, состоящий из двух-трех штук. Развертки изготовляют из тех же материалов, что и другие режущие инструменты для обработки отверстий.

Зенкерование — процесс обработки предварительно просверленных или полученных штамповкой или литьем отверстий для получения правильной геометрической формы с точностью 9—11-го качества и шероховатостью поверхности $Rz = 1,25 \div 2,5$ мкм. Эта обработка может

быть окончательной или промежуточной перед развертыванием. Зенкерование выполняют на сверлильных станках специальными инструментами — *зенкерами*. Работа зенкера подобна работе сверла при рассверливании отверстия. Припуск на зенкерование зависит от диаметра отверстия:

Диаметр отверстия, мм . .	5—24	25—35	36—45	46—55	56—65	66—75
Припуск, мм	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5

По конструкции и оформлению режущих кромок зенкер отличается от сверла и имеет три-четыре зуба, что обеспечивает правильное и более устойчивое положение зенкера относительно оси отверстия.

Цилиндрические зенкеры различных диаметров применяют для получения цилиндрических отверстий, а конические зенкеры с углом конуса при вершине 60, 75, 90 и 120° — для конических углублений. Зенкеры имеют направляющую цапфу, которая входит в отверстие, обеспечивая точность совпадения оси отверстия с цилиндрическим отверстием, образованным зенкером.

Зная диаметр, материал, из которого изготовлен зенкер, и марку материала заготовки, можно выбрать режим резания (табл. 6).

6. Скорость резания в м/мин (числитель) и частота вращения в мин⁻¹ (знаменатель) зенкера¹ (углеродистая конструкционная сталь с $\sigma_B = 650$ МПа; зенкеры из стали P18; работа с охлаждением)

Подача S , мм/об	$D = 15$ мм, цельный	$D = 20$ мм, цельный	$D = 25$ мм, цельный	$D = 25$ мм, насадной
0,2	41,6/883	—/—	—/—	—/—
0,3	34,0/721	38,0/604	29,7/378	26,5/337
0,4	29,4/624	32,1/510	25,7/327	22,9/292
0,5	29,3/558	28,7/456	23,0/292	20,5/261
0,6	24,0/510	26,2/417	21,0/267	18,7/238
0,7	22,2/472	24,2/386	19,4/247	17,3/221
0,8	—/—	22,7/361	18,2/231	16,2/206
0,9	—/—	21,4/340	17,1/218	15,3/195
1,0	—/—	20,3/323	16,2/207	14,5/185
1,2	—/—	—/—	14,8/189	13,2/168

¹ Глубина резания $t = 1$ мм, в остальных случаях $t = 1,5$ мм.

Зенкование — процесс обработки цилиндрических и конических углублений и фасок под головки болтов, винтов и заклепок в готовых отверстиях. Зенкование проводят на сверлильных станках с помощью *зенковок* или сверлом большего диаметра, чем диаметр отверстия. В отличие от зенкеров зенковки имеют режущие зубья на торце и направляющие цапфы, которыми зенковки вводятся в просверленное отверстие, что обеспечивает совпадение оси отверстия и образованного углубления под головку винта. По форме режущей части зенковки бывают цилиндрические и конические. Цилиндрические зенковки с торцовыми зубьями применяют для расширения отверстий под головки винтов, под плоские шайбы, а также для образования уступов в отверстиях. Конические зенковки предназначены для снятия заусенцев в выходной части отверстия, получения конического углубления под головки винтов и заклепок. Крепление зенковок и зенкеров на сверлильных станках не отличается от крепления сверл.

5. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Нарезание внутренней и наружной резьб осуществляют на станках и вручную. Внутреннюю резьбу в отверстиях нарезают специальными инструментами — метчиками. Метчики по назначению делят на ручные, машинно-ручные, машинные и гаечные. Метчик имеет рабочую часть и хвостовик, заканчивающийся квадратом для воротка. Ручные метчики для метрической и дюймовой резьб изготавливают комплектами из двух или трех метчиков. Комплекты из двух метчиков применяют для резьб с шагом до 3 мм включительно, из трех — с шагом св. 3 мм. Полный профиль имеет только чистовой метчик. Черновой и средний метчики имеют меньшие наружные диаметры. Различна и длина заборного конуса у каждого метчика. Каждый метчик в комплекте на хвостовой части имеет соответственно одну, две и три риски. В соответствующем порядке их используют при нарезании резьбы. Диаметр сверла для сверления отверстий под нарезание внутренней метрической и трубной резьб выбирают по табл. 7, 8. Диаметр сверла для сверления отверстия под нарезание внутренней метрической резьбы приблизительно можно вычислить по зависимости $D = d - P$, где d — диаметр резьбы; P — шаг резьбы.

**7. Диаметры сверл для обработки отверстий
под нарезание метрических резьб**

Размеры, мм

Номинальный диаметр d резьбы	Шаг P резьбы	Диаметр D сверла	Номинальный диаметр d резьбы	Шаг P резьбы	Диаметр D сверла
6	0,5	5,50	24	0,75	23,25
	0,75	5,25		1	23,00
	1	5,00		1,5	22,50
				2	22,00
				3	21,00
8	0,5	7,50	30	0,75	29,25
	0,75	7,25		1	29,00
	1	7,00		1,5	28,50
	1,25	6,80		2	28,00
				3	27,00
			3,5	26,5	
10	0,5	9,5	36	1	35,00
	0,75	9,25		1,5	34,50
	1	9,00		2	34,00
	1,25	8,80		3	33,00
	1,5	8,50		4	32,00
12	0,5	11,5	42	1	41,00
	0,75	11,25		1,5	40,50
	1	11,00		2	40,00
	1,25	10,80		3	39,00
	1,5	10,50		4	38,00
	1,75	10,20		4,5	37,5
16	0,5	15,50	48	1	47,00
	0,75	15,25		1,5	46,50
	1	15,00		2	46,00
	1,5	14,50		3	45,00
	2	14,00		4	44,00
			5	43,00	
20	0,5	19,50	52	1	51,00
	0,75	19,25		1,5	50,5
	1	19,00		2	50,00
	1,5	18,50		3	49,00
	2	18,00		4	48,00
	2,5	17,50		5	47,00

Примечание. Жирно указаны диаметры сверл для отверстий под резьбы с крупным шагом.

8. Диаметры стержней и сверл под нарезание трубной конической резьбы

Размеры, мм

Номинальный размер резьбы, "	Число ниток на 1"	Шаг резьбы P	Диаметр стержня под резьбу (предельное отклонение — 0,1)	Диаметр сверла или отверстия	
				с развертыванием на конус	без развертывания на конус
1/8	28	0,907	9,67	8,1	8,3
1/4 3/8	19	1 337	13,08 16,55	10,8 14,25	11,1 14,5
1/2 3/4	14	1,814	20,85 26,33	— 23,25	— —
1	11	2,309	33,11	—	—
1 ¹ / ₄			41,77		38,25
1 ¹ / ₂			47,66		—
2			59,47		56,00
2 ¹ / ₂			74,97		—
3			87,67		
4			112,82		
5			138,22		
6			163,62		—

Глухие отверстия нужно сверлить глубже длины резьбы на величину $l = (5 \div 6)$.

Нарезание резьбы вручную. После подготовки отверстия под резьбу необходимо: выбрать метчики в соответствии с требуемой резьбой, закрепить заготовку в тисках, смазать рабочую часть черного метчика маслом и вставить его заборной частью в отверстие строго по его оси, надеть на метчик вороток и, слегка нажимая левой рукой

на метчик вниз, правой рукой вращать вороток по часовой стрелке до врезания метчика в металл на несколько ниток, пока его положение в отверстии не станет устойчивым. Взяв вороток двумя руками, его плавно вращают по часовой стрелке. После одного-двух оборотов необходимо сделать поворот в обратную сторону для дробления стружки и продолжить нарезание резьбы до полного входа рабочей части метчика в отверстие. Вывернуть метчик обратным вращением из отверстия, прорезать резьбу средним, а затем чистовым метчиками. Метчики, смазанные маслом, ввертывают в отверстие без воротка и только после того, как метчик пройдет правильно по резьбе, на квадрат хвостовика надевают вороток и продолжают нарезание резьбы.

Качество резьбовой поверхности определяют внешним осмотром, а точность резьбы проверяют резьбовыми калибрами-пробками. Резьбу в глухом отверстии проверяют ввертыванием контрольного болта.

Механизированное нарезание резьбы выполняют на сверлильных станках, применяя специальные предохранительные патроны с остановкой вращения метчика.

Нарезание резьбы ручными машинами. Для нарезания резьбы в глухих и сквозных отверстиях применяют электрические ручные нарезные машины диаметром метчика до 24 мм и пневматические ручные нарезные машины диаметром метчика до 8 мм. По сравнению с нарезанием резьбы вручную применение резьбонарезных машин повышает производительность труда в 5—6 раз. Приемы и способы работы резьбонарезными машинами сходны с работой сверлильными машинами. Резьбонарезные машины имеют реверсивный механизм, который позволяет вывертывать метчик.

Наружную резьбу нарезают *плашками* вручную и на станках. В зависимости от конструкции плашки подразделяют на круглые (лерки) и раздвижные. Круглые плашки изготавливают цельными и разрезными. С помощью цельных плашек можно получить резьбу только одного диаметра. Разрезные плашки имеют прорезь, позволяющую регулировать диаметр резьбы в пределах 0,1—0,3 мм. Плашку крепят в специальном воротке (плашкодержателе) с одним или двумя крепежными и тремя установочными винтами. Крайние винты слу-

жат для уменьшения, средний для увеличения размера плашки.

Раздвижные плашки состоят из двух половинок — полуплашек. На боковых сторонах полуплашек имеются угловые пазы, которыми они устанавливаются в направляющие выступы клуппа (воротка) и поджимаются винтом. Этим же винтом можно изменять расстояние между полуплашками и обеспечивать диаметр резьбы в нужных пределах. Нарезать резьбу двумя полуплашками можно в несколько переходов, что облегчает резание. Диаметр стержня под резьбу выбирают по табл. 8—10. Нарезание наружной резьбы вручную осуществляют следующим образом. На воротке (плашкодержателе) отворачивают все винты, плашку вставляют маркировкой наружу в гнездо воротка, а углубления располагают против стопорных винтов. Плашку закрепляют в воротке стопорными винтами. Для разрезной плашки крайние регулировочные винты воротка отвертывают, а средний винт плотно заворачивают, разжав плашку. Штангенциркулем проверяют диаметр стержня и наличие на его конце фаски для облегчения врезания плашки. При отсутствии фаски стержень опиливают напильником. Приступая к нарезанию наружной резьбы плашками, необходимо закрепить стержень в тисках вертикально так, чтобы его конец выступал над губками тисков на 15—20 мм больше длины нарезаемой части. Конец стержня смазывают смазочно-охлаждающей жидкостью. Плашку накладывают на конец стержня так, чтобы маркировка была снизу. Нажимая на корпус воротка ладонью правой руки, левой рукой вращают его за рукоятку по часовой стрелке до полного врезания плашки. Взяв вороток двумя руками, плавно вращают его по часовой стрелке.

После одного-двух оборотов необходимо сделать пол-оборота обратно и продолжать нарезание резьбы, обильно смазывая стержень. Плашку снимают со стержня обратным вращением.

При нарезании резьбы разрезной плашкой необходимо прорезать стержень на требуемую длину указанным выше способом и, сняв плашку обратным вращением, проверить резьбу. Если гайка или проходное кольцо не навинчивается, прорезать стержень еще раз, регулируя размер резьбы плашки регулировочными винтами.

9. Диаметры стержней и сверл под нарезание трубной цилиндрической резьбы

Размеры, мм

Номинальный размер резьбы, "	Число витков на 1"	Шаг резьбы P	Диаметр стержня под резьбу			Диаметр сверла			
			Номинал.	Пред. откл. для классов точности		для классов точности резьбы			
				A	B	A	B		
1/8	28	0,907	9,67	-0,21	-0,32	—	8,7		
1/4 3/8	19	1,337	13,10 16,61	-0,23	-0,35	11,5 15,0	11,5 15,0		
1/2 5/8 3/4 7/8	14	1,814	20,90 22,86 26,39 30,15	-0,24	-0,38	— — — —	18,75 20,75 24,25 28		
1 1 1/8 1 1/4 1 3/8 1 1/2 1 3/4 2	11	2,309	33,19 37,84 41,86 44,27 47,75 53,69 59,56	-0,28	-0,46	— 35,0 39,0 — — — —	30,5 35,0 39,0 41,5 45,0 51,0		
2 1/4 2 1/2 2 3/4 3 3 1/4 3 1/2 3 3/4 4 4 1/2 5 5 1/2 6			65,66 75,13 81,48 87,83 93,93 100,28 106,63 112,98 125,68 138,38 151,08 163,78			-0,32	-0,53	— — — — — — —	— — — — — — —

10. Диаметры стержней для нарезания наружной метрической резьбы

Размеры, мм

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы P	Диаметр стержня под резьбу с полем допуска			Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы P	Диаметр стержня под резьбу с полем допуска		
		6h	6g	6h; 6g			6h	6g	6h; 6g
		Пред. откл.					Пред. откл.		
6	0,5	5,83	5,94	—0,09	30	0,75	29,94	29,92	—0,09
	0,75	5,94	5,92	—0,10		1,0	29,92	29,89	—0,10
	1,0	5,92	5,89	—0,10		1,5	29,88	29,85	—0,12
8	0,5	7,94	7,92	—0,06	30	2,0	29,84	29,80	—0,13
	0,75	7,94	7,92	—0,09		3,0	29,84	29,79	—0,22
	1,0	7,92	7,89	—0,10		3,5	29,84	29,79	—0,27
	1,25	7,90	7,87	—0,11					
10	0,5	9,94	9,92	—0,06	36	1,0	35,92	35,89	—0,10
	0,75	9,94	9,92	—0,09		1,5	35,88	35,85	—0,12
	1,0	9,92	9,89	—0,10		2,0	35,84	35,80	—0,13
	1,25	9,90	9,87	—0,11		3,0	35,84	35,79	—0,22
	1,5	9,88	9,85	—0,12		4,0	35,84	35,78	—0,32
12	0,5	11,94	11,92	—0,06	42	1,0	41,92	41,89	—0,10
	0,75	11,94	11,92	—0,09		1,5	41,88	41,85	—0,12
	1,0	11,92	11,89	—0,10		2,0	41,84	41,80	—0,13
	1,25	11,90	11,87	—0,11		3,0	41,84	41,79	—0,22
	1,5	11,88	11,85	—0,12		4,0	41,84	41,78	—0,32
	1,75	11,86	11,83	—0,13		4,5	41,84	41,78	—0,34
16	0,5	15,94	15,92	—0,06	48	1,0	47,92	47,89	—0,10
	0,75	15,94	15,92	—0,09		1,5	47,88	47,85	—0,12
	1,0	15,92	15,89	—0,10		2,0	47,80	47,77	—0,13
	1,5	15,88	15,85	—0,12		3,0	47,79	47,75	—0,22
	2,0	15,84	15,80	—0,13		4,0	47,78	47,74	—0,32
20	0,5	19,94	19,92	—0,06	48	5,0	47,84	47,77	—0,37
	0,75	19,94	19,92	—0,09					
	1,0	19,92	19,89	—0,10					
	1,5	19,88	19,85	—0,12					
	2,0	19,84	19,80	—0,13					
	2,5	19,84	19,80	—0,18					
24	0,75	23,94	23,92	—0,09	52	1,0	51,92	51,89	—0,10
	1,0	23,92	23,89	—0,10		1,5	51,88	51,85	—0,12
	1,5	23,88	23,55	—0,12		2,0	51,84	51,80	—0,13
	2,0	23,84	23,80	—0,13		3,0	51,84	51,79	—0,22
	2,5	23,84	23,79	—0,22		4,0	51,84	51,78	—0,32
	3,0	23,84	23,79	—0,22		5,0	51,84	51,77	—0,37

Примечание. Номинальные размеры даны по ГОСТ 19258—73.

При нарезании резьбы раздвижными плашками в клуппе необходимо вложить в рамку клуппа последовательно полуплашки и сухарь так, чтобы маркировка на плашках была со стороны маркировки на корпусе клуппа, и слегка поджать сухарь нажимным винтом. При нарезании резьбы плашку надевают на конец стержня так, чтобы она охватывала стержень на $3/4$ своей толщины; нажимной винт затягивают. Смазав плашку и конец стержня, прорезают стержень на требуемую длину, применяя способ, указанный для круглых плашек. Клупп устанавливают в первоначальное положение, нажимной винт поворачивают на пол-оборота и снова прорезают резьбу на стержне. Нарезание в таком порядке продолжают до получения полного профиля резьбы.

Для нарезания трубной резьбы вручную применяют клупп с тремя комплектами раздвижных плашек. Один из комплектов предназначен для труб диаметром $1/2$ — $3/4$ " , второй — для труб диаметром 1 — $1\frac{1}{4}$ " и третий — для труб диаметром $1\frac{1}{2}$ — 2 ". Нарезание резьбы на трубах диаметром более полутора дюймов выполняют два человека. Проверяют диаметр стальной трубы и зажимают ее в прижиме. Нарезаемый конец трубы очищают стальной щеткой, заусенцы снимают напильником. Готовят клупп и подбирают необходимые плашки. Точность установки плашки на нужный размер проверяют по делениям на корпусе клуппа. Нарезаемый конец трубы и плашки смазывают маслом или эмульсией, устанавливают клупп на конец трубы и, вращая червячный винт, три направляющие плашки доводят до соприкосновения с цилиндрической поверхностью трубы, обеспечивая устойчивое положение клуппа на трубе. Клупп устанавливают для первого перехода так, чтобы заборная часть резьбовых плашек была размещена от края трубы на две-три нитки резьбы. Вращая винт, перемещающий защелку, а вместе с ней и диск, сжимают резьбовые плашки, чтобы они врезались в цилиндрическую поверхность трубы на $0,3$ — $0,5$ мм. Вращая клупп, выполняют первый ход на заданную нарезаемую длину; обратным вращением клуппа плашки подводят к концу трубы. Вторично сжимают плашки винтом и повторяют нарезание. Качество нарезаемой резьбы зависит от числа переходов; при диаметре труб до 1 " применяют два перехода, а св. 1 " — три перехода;

качество нарезания резьбы проверяют, наворачивая муфту по всей нарезаемой длине.

Смазочно-охлаждающие жидкости, рекомендуемые при нарезании резьбы метчиками и плашками:

Материал заготовки

СОЖ

Сталь:

конструкционная	МР-1; МР-4; РЗ-СОЖ8
инструментальная	МР-1; МР-4; РЗ-СОЖ1
легированная	РЗ-СОЖ8
Чугун	Керосин, эмульсия
Медь	Эмульсия, без охлаждения
Латунь	Без охлаждения
Бронза	То же
Алюминий	Эмульсия, керосин, ЛЗ-СОЖ1

6. ШАБРЕНИЕ, ПРИТИРКА, ДОВОДКА И ПОЛИРОВАНИЕ

Шабрение является окончательной слесарной операцией для снятия тонкого слоя металла с обрабатываемых поверхностей специальными режущими инструментами — *шаберами*. Шабрением обеспечивают герметичное или плотное прилегание поверхностей разъема соединяемых деталей, улучшают прилегание поверхностей в подшипниках скольжения. Шабрят предварительно обработанные поверхности.

Поверхности деталей при шабрении контролируют «на краску» или всухую — «на блеск» с помощью чугунных поверочных плит или угольников. В качестве краски применяют сажу или синьку, разведенные в индустриальном масле. Краска должна быть жидкой, но не расплываться на поверочной плите. Контроль «на краску» осуществляют по числу пятен касания в квадрате со стороной 25 мм и по равномерности их распределения. Шабрением достигается высокая точность: отклонения от плоскостности и прямолинейности до 0,002 мм на длине 1 м и до 30 пятен на площади поверхности 25×25 мм. Виды шабрения в зависимости от назначения приведены в табл. 11. При шабрении металл срезают с выпуклых участков, соприкасающихся с поверхностью, к которой пригоняется данная деталь. Постепенно эти участки становятся все мельче и мельче, а их количество увеличивается до достаточного числа пятен соприкосновения. Выпуклые участки определяют контролем «на краску».

11. Виды шабрения

Шабрение	Ширина шабера, мм	Длина штрихов, мм	Число пятен на площади 25×25 мм; параметр Ra, мкм	Назначение
Черновое (предварительное)	20—25	Св. 10	4—6; 1,25	Подготовка к получистовому шабрению. Разбивка больших пятен на более мелкие
Получистовое	12—16	5—10	8—15; 0,63	Окончательная обработка направляющих, подшипников, поверхностей разъема корпусов и т. п.
Чистовое (окончательное)	5—10	3—5	20—25; 0,08	Обработка поверочных инструментов (линеек, плит, мостиков, призм, угольников)
Декоративное (наведение «мороза»)	5—10	3—5	20—25; 0,08	Придание поверхности хорошего внешнего вида

При шабрении плоских поверхностей рукоятку шабера упирают в ладонь правой руки, большой палец располагают вдоль рукоятки, остальные пальцы обхватывают рукоятку снизу. Ладонь левой руки накладывают на шабер посередине, обхватывая инструмент пальцами. В рабочем положении угол наклона шабера относительно обрабатываемой поверхности должен составлять 30—40°. Движениями шабера вперед и назад на длине 10—15 мм срезают окрашенные места. Движение вперед является рабочим ходом, при котором необходимо делать нажим левой руки. В конце рабочего хода нажим на шабер ослабляют, чтобы избежать появления заусенцев. После каждого перенесения краски на пришабриваемую деталь следует изменять направление движения шабером. Шабрить поверхности целесообразно под углом к рискам и следам, оставшимся от предыдущей обработки. Распространен шахматный способ шабрения. Попеременное шаб-

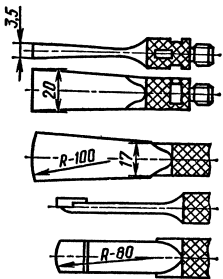
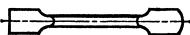

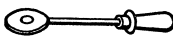
рение в разных направлениях чередуют с проверкой по контрольной плите. Шабрение заканчивают при появлении заданного количества пятен на площади 25×25 мм при равномерном их расположении. При шабрении плоских параллельных поверхностей и плоских поверхностей, расположенных под углом, контроль осуществляют с помощью призмы с индикатором.

Цилиндрические поверхности шабруют для удаления рисок и подгонки внутренней поверхности вкладышей подшипников по шейке вала. Вкладыши обрабатывают трехгранным шабером с углом заострения 60° и острозаточенными режущими кромками. При этом окрашенную шейку вала укладывают на нижний вкладыш подшипника, а сверху накладывают верхний вкладыш с крышкой, затягивают гайками подшипник и поворачивают вал влево и вправо. Вынимают вкладыши и зажимают их в тисках. Перемещая режущую кромку шабера по поверхности вкладыша вправо и влево, средней частью режущей кромки шабруют места, покрытые краской. Шабрение чередуют с нанесением краски до покрытия $2/3$ поверхности вкладыша равномерными пятнами.

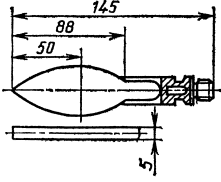
Заготовки из чугуна шабруют всухую, а для заготовок из стали или других металлов применяют мыльную эмульсию или керосин. Для повышения производительности иногда шабрение сочетают с притиркой. В этом случае после предварительного шабрения поверхности на притир наносят слой грубой пасты ГОИ, разведенной в керосине, затем поверхность притирают, проверяют «на краску» и шабером разрезают получившиеся пятна.

В зависимости от формы обрабатываемой поверхности шабрение осуществляют с помощью шаберов различного типа (табл. 12). При больших объемах шабровочных работ в основном используют шаберы со вставными пластинами. Шаберы из сталей У12А, Р6М5, ШХ15, Р18 затачивают на станках с корундовым кругом зернистостью не более 25 и твердостью СМ1 и СМ2, а шаберы с пластинами из твердого сплава Т15К6 — кругами из карбида или алмазными кругами. Твердость рабочей части шаберов на длине пластины 50 мм составляет не менее 60—65 НРС₃. Рабочую часть шаберов доводят. Рекомендуемые углы заострения и резания при шабрении в зависимости от материала заготовки приведены в табл. 13. Плоский шабер

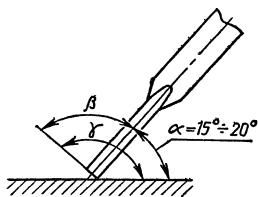
12. Основные типы шаберов

Шабер	Назначение и краткая характеристика
<p data-bbox="42 326 155 355">Плоский</p> 	<p data-bbox="512 425 982 651">Для плоских поверхностей (плит, линейек, призм, угольников, направляющих станков и других плоских поверхностей). Крепится с помощью резьбы к трубчатой рукоятке. Выпускают разновидности: прямой, радиусный и с пластинами из твердого сплава</p>
<p data-bbox="42 838 347 868">Плоский двусторонний</p> 	<p data-bbox="512 868 982 980">Для плоских поверхностей. Ширина рабочей части 12—25 мм, толщина 2,5—4 мм; общая длина 350 или 400 мм</p>
<p data-bbox="42 1107 471 1163">Плоский со вставными пластинами</p> 	<p data-bbox="512 1137 982 1275">Для плоских поверхностей. Применение пластин из быстрорежущей стали или твердого сплава значительно увеличивает стойкость шабера</p>
<p data-bbox="42 1397 176 1432">Дисковый</p> 	<p data-bbox="512 1414 982 1562">Для широких поверхностей плоской формы. Диаметр диска 50—60 мм, толщина 3—4 мм. По мере затупления диск поворачивают и фиксируют винтом</p>

Продолжение табл 12

Шабер	Назначение и краткая характеристика
<p>Трехгранный</p> 	<p>Для криволинейных поверхностей (отверстий, опор скольжения и т. п.)</p>
<p>Ложкообразный</p> 	<p>Для плоских поверхностей, расположенных под острым углом друг к другу</p>
<p>Кольцевой</p> 	<p>Для вкладышей опор скольжения. Может изготавливаться из наружных колец конических роликоподшипников или поршневых колец</p>
<p>Фасонный</p> 	<p>Для фасонных поверхностей. Пластины закрепляют на рукоятке гайкой; они могут иметь различную форму и размеры</p>
<p>Изогнутый</p> 	<p>Для поверхностей в труднодоступных местах</p>

13. Рекомендуемые углы заострения β и резания γ при шабрении заготовок



Шабер	Сталь		Чугун, бронза	
	β°	γ°	β°	γ°
Плоский	75—90	90—112	90—110	105—125
Трехгранный	65—75	90—100	75—85	90—100

затачивают с двух установок; сначала режущую кромку с торца, а затем плоскую поверхность. Заточку торцевой поверхности шабера проводят абразивным кругом малого диаметра. Торцовая поверхность получается вогнутой, что облегчает ее доводку на бруске. Шабер берут правой рукой за рукоятку, а левой рукой обхватывают его как можно ближе к рабочему концу. Опираясь плоской гранью шабера на подручник заточного станка, плавно подводят торцовый конец к кругу. Положение шабера должно быть горизонтальным. Большую кривизну придают для чистового шабрения, а меньшую — для чернового. При заточке шабера по плоской поверхности его конец плавно накладывают на вращающийся круг и слегка поджимают к нему. В результате заточки за один прием образуется участок поверхности сложной формы, которая облегчает доводку режущей кромки. В процессе заточки шабер необходимо охлаждать водой. Заправку или доводку шабера осуществляют вручную на мелкозернистых брусках. Для чистового шабрения окончательную доводку выполняют пастой ГОИ, наносимой на чугунную плиту. Для облегчения заточки и заправки на боковых поверхностях трехгранных шаберов делают продольные канавки.

Процесс шабрения механизмируют путем применения специальных шабровочных станков и головок, электро- и пневмошаберов. Последние являются эффективными, так как плавно работают при изменении направления движения и позволяют регулировать число двойных ходов шабера в минуту. Механизированные шаберы применяют для чернового шабрения, а окончательное шабрение выполняют ручным методом.

Притирка является чистовой отделочной операцией, более точной, чем шабрение. Поверхности притирают после окончательной механической обработки — шлифования, точного точения, фрезерования, развертывания и шабрения. При этом параметр шероховатости не должен превышать $Ra = 2,5 \div 0,63$ мкм. Припуск на притирку оставляют не более 0,03—0,05 мм. Детали могут быть как термообработанными, так и нетермообработанными. Притиркой и доводкой достигается точность размеров до 0,005 мм при параметре шероховатости $Ra = 0,01 \div 0,008$ мкм.

Притирку применяют в процессе сборки для получения точных размеров деталей или плотного прилегания поверхностей, обеспечивающего гидравлическую непроницаемость соединения. Притирке подвергают поверхности арматуры, пробок и корпусов кранов, а также других деталей. Широко распространена притирка и доводка рабочих поверхностей инструмента. Операция притирки заключается в механическом или химико-механическом удалении частиц металла абразивными материалами. Относительное перемещение детали и операция притирки вызывают вращение зерен абразива, которые внедряются как в притир, так и в деталь, срезая с ее поверхности микронеровности; при этом происходит окисление поверхностей и возникает явление их наклепа.

Существует два способа выполнения притирки. Первый состоит в том, что сопрягаемые детали притирают одну по другой. На поверхности деталей наносят абразивные материалы в виде порошков и паст. Таким образом притирают, например, клапаны к седлам, пробки к корпусам кранов. Второй способ состоит в притирке каждой из двух сопрягаемых или одной несопрягаемой деталей по специальной детали — притиру, поверхность которого шаржируют абразивным материалом. Так притирают плиты, крышки, фланцы, линейки, шаблоны, калибры и т. п.

В качестве притирочных материалов используют твердые (выше твердости закаленной стали) и мягкие (ниже твердости закаленной стали) абразивные материалы (табл. 14). К твердым относят шлифпорошки зернистостью 12, 10, 8, 6, 4 и микропорошки зернистостью от М63 до М5 из корунда, нормального электрокорунда, белого электро-

14. Абразивные материалы

Наименование	Цвет	Назначение
Шлифпорошки зернистостью 12—4	—	Притирка
Наждак	Коричнево-серый	Притирка деталей:
Корунд	От серого до коричневого	из бронзы и мягкой стали
Электрокорунд	От темно-коричневого до серо-коричневого и от розового до белого	из хрупких (закаленных) металлов
Карборунд	Черный	всех сталей, кроме азотированных и твердых сплавов
Экстракарборунд	Зеленый	из твердых сплавов
Карбид бора	Черный	из азотированных сталей и твердых сплавов
Пасты ГОИ:	Темно-зеленая	то же
	Зеленая	Грубая доводка и притирка
	Светло-зеленая	Средняя доводка, притирка
		Окончательная доводка, притирка

корунда, легированного электрокорунда, зеленого карбида кремния, карбида бора и синтетических алмазов. Мягкими являются абразивные порошки окиси хрома, окиси железа, венской извести. Из мягких абразивных материалов (65—80% окиси хрома) изготавливают пасты

15. Состав паст (в %) на основе окиси хрома

Материал	Доводочная паста ГОИ			Притирочная маэобразная паста	Полировочная паста в брусках
	грубая (40 мкм)	средняя (15 мкм)	тонкая (7 мкм)		
Окись хрома	82	76	74	63	66
Силикагель	3	2	1,8	—	2
Стеарин	12	18	20	20	15
Нефтяной парафин	—	—	—	—	10
Олеиновая кислота марок А и Б	1	2	2	12	5
Двууглекислая сода	—	—	0,2	—	—
Керосин	2	2	2	5	2

16. Материалы для притирки клапанов и уплотняющей арматуры

Материал применяемых деталей	Грубая притирка	Окончательная притирка
Сталь 20X13	Корунд М14, шкурка М14 или М20, паста ГОИ грубая	Шкурка М10
Азотированная сталь ХМЮА	Электрокорунд М20 и М14, паста ГОИ грубая	Электрокорунд М10, паста ГОИ средняя
Серый чугун и сталь 30X13	Корунд М14, шкурка М14, паста ГОИ грубая	Корунд М10, шкурка М10, паста ГОИ средняя
Бронза и медно-никелевый сплав	Толченое стекло, паста ГОИ грубая, шкурка М14	Паста ГОИ средняя, шкурка М10

ГОИ трех сортов (табл. 15). Пасты ГОИ применяют для притирки как твердых, так и мягких металлов.

Входящие в состав многих паст компоненты типа олеиновой и стеариновой кислот разрушают пленки окислов, ускоряя процесс притирки. В качестве смазочных веществ применяют керосин, машинное масло, скипидар, животные жиры, бензин. Они способствуют ускорению обработки, сохранению остроты зерен, уменьшению параметров шероховатости обрабатываемой поверхности. Состав притирочных порошков, паст и смазочных жидкостей выбирают в зависимости от материалов притираемых деталей (табл. 16).

Материал притиров должен быть мягче материала обрабатываемой детали. Зерна абразивного порошка вдавливаются (шаржируются) в поверхность притира и удерживаются в нем, как небольшие резцы в своеобразной оправе. Материалом для притиров служит чугун перлитной структуры, бронза, медь, стекло, фибра и твердые породы дерева. Притирку поверхностей начинают с подготовки притира и обрабатываемых поверхностей. Притир протирают керосином, наносят на него абразивный порошок и смазочный материал или пасту со смазкой и шаржируют, катая по его поверхности стальной термообработанный валик. Другой способ подготовки притира заключается в покрытии его слоем смазочного материала и абразивного порошка. Притирка подразделяется на предва-

рительную (черновую) и окончательную (чистовую). Предварительную притирку плоских деталей выполняют на плите с канавками, а окончательную — на гладкой плите. Притираемую деталь круговыми движениями перемещают по всей поверхности притира (плиты), периодически добавляя смазочную жидкость. При притирке нужно правильно распределять нагрузку на деталь, так как может произойти завал поверхности и изменение формы притира. Периодически притираемые поверхности проверяют лекальной линейкой. Притирку заканчивают, когда вся обрабатываемая плоская поверхность будет ровная и матовая. Притирку узких плоских и фигурных поверхностей, например шаблонов, угольников, лекальных линеек проводят с помощью специальных направляющих брусков, кубиков, призм и т. п. Притираемую деталь прижимают к бруску и вместе перемещают по притирочной плите. Притирку цилиндрических и конических поверхностей выполняют в аналогичной последовательности.

Для механизации притирки применяют электрические и пневматические ручные машины с вращательным движением рабочего органа, а также специальные станки. Во всех случаях притирам или притираемым деталям сообщается сложное движение для того, чтобы следы притирки не накладывались друг на друга.

Притирка подвижных конусных сопряжений осуществляется преимущественно без притира. Одной из деталей придается возвратно-вращательное движение с периодическим ее подъемом. Притирку цилиндрических деталей удобно выполнять на токарном станке. Внутренний диаметр притира-кольца регулируют специальными винтами. Притирку выполняют с окружной скоростью 6—10 м/мин.

После тщательной предварительной обработки для достижения малой шероховатости в некоторых случаях осуществляют притирку алмазными пастами. Притиры при этом могут быть чугунные, стальные или медные.

Доводка — окончательная стадия притирки с получением точной формы обрабатываемых поверхностей. Достижимая точность размеров до 0,1 мкм; поверхность зеркальная. Припуск на доводку должен составлять не более 2—5 мкм. Для предварительной и окончательной доводки

применяют абразивные микропорошки и пасты. С целью получения зеркальной поверхности используют тонкую пасту ГОИ, окись хрома или алюминиевую пудру, разведенные на бензине. Приемы доводки аналогичны приемам притирки. При доводке необходимо правильно распределить прилагаемое усилие и не делать сильного нажима на деталь, выполняя движение с малой скоростью, что обеспечивает получение поверхности с малыми параметрами шероховатости.

Полирование — отделочная операция, которую выполняют с целью снижения параметра шероховатости поверхности без устранения отклонения формы. Припуск на полирование составляет не более 0,01 мм.

Процесс полирования осуществляют абразивными инструментами на мягкой основе, которая обеспечивает давления резания 0,03—0,2 МПа независимо от конфигурации обрабатываемых поверхностей. Заданные параметры шероховатости поверхностей достигаются последовательным полированием (табл. 17). В качестве абразивного инструмента при полировании применяют эластичные круги (табл. 18) и шкурки. Обычно полирование выполняют на специальных станках, а в условиях монтажа или укрупнительной сборки применяют ручные электрошлифовальные и электросверлильные машины. На рабочую поверхность эластичного круга, вращающегося со скоростью 30—50 м/с, наносят полировальную мастику, состоящую из вяжущего вещества — смеси парафина, вазелина и керосина — и полировального порошка — окиси алюминия, железа или хрома.

17. Последовательность переходов при полировании

Переход	Зернистость абразивного материала	Параметр шероховатости поверхности Ra, мкм
Обдирочное шлифование	50—40	2,5—1,25
Шлифование	25—16	1,25—0,32
Полирование:		
предварительное	12—8	0,63—0,16
окончательное	6—M20	0,32—0,04
	M10—M15	0,08—0,02
	и тонкая паста ГОИ	

18. Круги на эластичной связке и область их применения

Круг	Область применения
Войлочный с накатанным абразивным зерном Фетровый и войлочный с подводом абразивной пасты в зону резания Текстильный с подводом абразивной пасты в зону резания На вулканитовой связке	Предварительное полирование; $Ra = 2,5 \div 0,32$ мкм Чистовое полирование; $Ra = 0,32 \div 0,08$ мкм Чистовое и зеркальное полирование; $Ra = 0,16 \div 0,02$ мкм Полирование прецизионных поверхностей с сохранением геометрических параметров

Для фасонного полирования применяют шкурки из электрокорунда и карбида кремния на тканевой и бумажной основе зернистостью 8—M40 для получения параметра шероховатости $Ra = 0,32 \div 0,08$ мкм и зернистостью M20—M14 для получения параметра шероховатости $Ra = 0,16 \div 0,04$ мкм.

7. ПАЙКА И ЛУЖЕНИЕ

Пайкой называют процесс соединения двух металлических частей с помощью расплавленного металла или сплава, называемого припоем и имеющего более низкую температуру плавления, чем соединяемые части. Пайку применяют для создания неразъемных соединений деталей из стали, цветных металлов и их сплавов, а также их сочетаний. Пайка распространена при выполнении электромонтажных работ, при монтаже контрольно-измерительной аппаратуры, радио- и электроприборов, изготовлении сосудов, радиаторов, твердосплавного режущего инструмента и т. п. Процесс пайки состоит из прогрета спаиваемых частей до температуры плавления припоя, расплавления последнего, растекания и заполнения зазоров под действием капиллярных сил, диффузирования в металл с последующей кристаллизацией в паяном шве. При этом соединение деталей достигается без расплавления их кромок, в результате смачивания поверхностей более легкоплавкими жидкими металлами.

Очистку поверхностей перед пайкой от окалины, окислов, грязи и жира проводят с помощью напильников, металлических щеток, шаберов и химическими способами (травлением). После травления детали промывают и сушат. Обезжиривание осуществляют протиркой поверхности бензином, ацетоном, растворителем. Перед пайкой детали плотно подгоняют одну к другой, используя струбины или другие приспособления. При нагреве деталей, соединяемых пайкой, их поверхности окисляются. Для удаления окисной пленки применяют паяльные флюсы и травильные вещества, которые растворяют окислы, образуют легко удаляемые шлаки, способствуют лучшему смачиванию спаиваемых поверхностей расплавленным припоем и затеканию его в зазоры. При пайке деталей из стали, бронзы и латуни используют хлористый цинк, при пайке деталей из латуни — нашатырный спирт, при пайке деталей из цинка и чугуна — соляную кислоту. После травления соляной кислотой деталь промывают в содовом растворе, а затем в чистой воде. Хлористый цинк (травленая соляная кислота) представляет собой смесь из 50% соляной кислоты и 50% воды, в которую добавлены небольшие кусочки и стружка цинка. Чтобы хлористый цинк был коррозионно-пассивным, его разбавляют нашатырным спиртом в количестве, равном $1/3$ взятого объема.

По назначению припои подразделяют на мягкие с температурой плавления $180\text{--}300\text{ }^{\circ}\text{C}$ и твердые с температурой плавления $700\text{--}1000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Мягкие припои состоят в основном из свинцово-оловянных сплавов с $\sigma_{\text{в}} = 28\div 47$ МПа. Кроме высокой температуры плавления твердые припои характеризуются более высокими механическими свойствами; временное сопротивление разрыву паяных швов $\sigma_{\text{в}} = 260\div 300$ МПа. Химический состав и область применения твердых припоев приведены в табл. 19—21, а составы флюсов — в табл. 22.

Для нагрева места пайки до рабочей температуры применяют паяльники периодического и непрерывного подогрева, паяльные лампы, газовые горелки, установки ТВЧ. Паяльники периодического подогрева молоткового и торцового типов изготавливают из красной меди, как наиболее теплопроводной. Такой паяльник периодически подогревают паяльной лампой, газовой горелкой или

**19. Химический состав (ГОСТ 21930—76)
и область применения оловянно-свинцовых припоев**

Марка	Химический состав % (остальное — свинец)		Температура плавления, °С	Пайка деталей
	Олово	Сурьма		
ПОССу4-6	3—4	5—6	244	Клепанных из латуни, меди, белой жести Лужение стальных перед пайкой, пайка автотракторных Радиаторов, электроаппаратуры и приборов, оцинкованного железа Электро- и радиоаппаратуры, лужение Пищевой посуды и медицинской аппаратуры
ПОССу18-8	17—18	1,5—2,0	186	
ПОС30	29—31	—	183	
ПОС61	59—61	—	183	
ПОС90	89—91	—	183	

**20. Химический состав (ГОСТ 23137—78)
и область применения медно-цинковых припоев**

Марка	Химический состав, %		Температура плавления, °С	Пайка деталей
	Медь	Цинк		
ПМЦ-54	54	46	880	Из углеродистой стали Из меди, латуни, бронз, углеродистой стали Из латуни и бронз
ПМЦ-48	48	52	865	
ПМЦ-36	36	64	825	

**21. Химический состав (ГОСТ 19738—74)
и область применения серебряных припоев**

Марка	Химический состав, %			Температура плавления, °С	Пайка деталей
	Серебро	Медь	Цинк		
ПСр-50	50	50	—	860	Лужение и пайка из меди, медно-никелевых сплавов, латуни, бронз Из стали, меди, бронз и латуни Тонких из меди и латуни, медно-никелевых сплавов Из стали с медью и сплавов цветных металлов, когда требуется термообработка
ПСр-50	45	30	25	730	
ПСр-25	25	40	35	775	
ПСр-10	10	53	37	850	

22. Составы флюсов

Компоненты	Содержание, %	Пайка деталей
Пайка мягкими припоями		
Канифоль	100	Из меди и медных сплавов
Насыщенный раствор хлористого цинка в соляной кислоте	—	Из коррозионно-стойкой стали
Хлористый цинк Фтористый натрий	95 5	Из алюминия алюминиевым припоем
Паста (насыщенный раствор цинка) Метанол Глицерин	34 33 33	Паяльной лампой из меди и стали
Пайка твердыми припоями		
Бура	100	Из меди, бронзы и стали
Бура плавленая Поваренная соль Поташ кальцинированный	72 14 14	Из латуни, бронзы, а также пайка серебром
Бура плавленая Борная кислота	90 10	Из меди, стали и других металлов
Бура плавленая Фтористый калий Борная кислота	50 40 10	Из титано-карбидных твердых сплавов на режущий инструмент
Бура плавленая Борная кислота (разведенная в растворе хлористого цинка)	50 50	Из коррозионно-стойкой и жаропрочной стали
Бура Хлористый цинк Марганцево-кислый калий	60 38 2	Из чугуна
Хлористый литий Фтористый калий Хлористый цинк Хлористый калий	35—26 12—16 8—15 40—59	Из алюминия и его сплавов алюминиевыми припоями

в горне. К паяльникам непрерывного подогрева относятся электрические паяльники, позволяющие осуществлять пайку непрерывно; температура их рабочей части достигает 400 °С. Паяльная лампа позволяет нагреть изделия до 700—900 °С.

Пайку низкотемпературными припоями используют для создания герметичного шва, а также соединения деталей, не требующего большой прочности. Пайку производят следующим образом. Поверхность очищают от грязи и коррозии шабером, напильником или надфилем до металлического блеска. Шлифовальную шкурку не применяют, так как содержащийся в ней клей загрязняет поверхность пайки. Поверхность подгоняют до плотного соединения с помощью гибки, правки и опиления. Кисточкой наносят тонкий слой жидкого флюса. Твердый флюс (канифоль) наносят на поверхность, предварительно нагретую паяльником. Деталь при пайке должна быть расположена швом вверх. Как только место прикосновения паяльником прогреется и припой растечется, медленно и равномерно перемещают паяльник без отрыва вдоль шва, давая возможность припою заполнить зазор. Припой наносится тонким и равномерным слоем без пропуска. После окончания пайки выступающие приливы опиляют напильником и поверхность зачищают шкуркой.

Пайку твердыми припоями применяют, когда необходимо получить прочный, теплоустойчивый шов. Для пайки твердосплавного инструмента, когда необходима высокая прочность соединения, применяют индукционный нагрев и порошковый припой ПАН-21. Место пайки нагревают до температуры плавления припоя, добавляя буру, которая, расплавляясь, способствует лучшему разливу припоя.

Пайку заканчивают, когда припой полностью залет все места соединения. Охлаждение проводят медленно, не применяя воды. Места пайки очищают от буры, припоя и промывают. Качество пайки проверяют внешним осмотром мест соединения, обращая внимание на отсутствие раковин и пропусков в местах соединения. Прочность шва проверяют легким постукиванием соединенных деталей о металлический предмет.

Лужением называется процесс покрытия поверхностей металлических деталей тонким слоем расплавленного

олова или оловянно-свинцовыми сплавами (припоями). Лужение осуществляют для защиты деталей от коррозии и окисления, подготовки поверхностей к пайке легкоплавкими припоями, перед заливкой подшипников баббитом. Поверхность очищают от грязи и коррозии механическим или химическим способом. Химическую очистку применяют как для обезжиривания, так и для очистки детали от окислов.

Лужение проводят натиранием и погружением. После механической зачистки поверхность промывают в кипящем 10%-ном растворе каустической соды и в воде. Непосредственно перед лужением поверхность покрывают флюсом (хлористым цинком) с помощью кисти, куска войлока или пакли и посыпают порошком нашатыря, затем нагревают до температуры плавления олова или другого сплава, который наносят на поверхность в виде кусочков или порошка. Когда припой от соприкосновения с нагретой поверхностью начнет плавиться, его растирают паклей или холщевой тряпкой, пересыпанной порошком нашатыря. Припой должен распределяться равномерным слоем по всей поверхности. При лужении погружением очищенную и протравленную деталь погружают на 1 мин в ванну с раствором хлористого цинка, затем погружают в ванну с расплавленным припоем на 2—3 мин, после чего деталь извлекают из ванны. Качество лужения проверяют внешним осмотром на равномерность распределения полуды, отсутствие вздутий и т. п.

8. КЛЕПКА, РАЗВАЛЬЦОВКА ТРУБ И СКЛЕИВАНИЕ

Клепкой называют процесс получения неразъемного соединения с помощью заклепок. Заклепочные соединения применяют при изготовлении металлических конструкций, ферм, балок, емкостей, а также для рам шагающих подов нагревательных печей, соединения монтажных стыков мостовых кранов тяжелого режима работы.

Закладная головка заклепки создается при изготовлении, а замыкающая — при расклепывании стержня заклепки. В соответствии с назначением заклепки имеют различные формы головок и изготавливаются из того же металла, что и соединяемые детали. Заклепки, расположенные в один или несколько рядов для получения не-

разъемного соединения, образуют заклепочный шов. Заклепочные швы бывают трех типов: прочные, от которых требуется механическая прочность, плотно-прочные и плотные, обеспечивающие герметичность соединения. В зависимости от расположения соединяемых деталей различают соединения нахлесточные, когда один край листа накладывают на другой, и стыковые, в которых соединяемые детали своими торцами плотно примыкают друг к другу и соединяются с помощью одной или двух накладок. В заклепочном соединении заклепки расположены в один, два и более рядов.

При ручной клепке пользуются слесарными молотками с квадратным бойком, подержками, обжимками, натяжками и чеканками. Молоток выбирают в зависимости от диаметра заклепки:

Диаметр заклепки, мм	2—2,5	3—3,5	4—5	6—8
Масса молотка, г	100	200	400	500

Поддержка служит опорой при расклепывании стержня заклепок и должна быть в 3—5 раз массивнее молотка. Обжимка служит для придания требуемой формы замыкающей головке заклепки после осадки. На рабочем конусе обжимки имеется углубление по форме головки заклепки. Натяжка представляет собой стержень с отверстием на конце диаметром на 0,2 мм больше диаметра стержня заклепки.

Чекан — слесарное зубило с плоской рабочей частью; применяется для создания герметичности заклепочного шва, достигаемой подчеканкой замыкающей головки и края листов.

Длина стержня заклепки зависит от толщины скрепляемых листов и формы замыкающей головки. Для образования потайной замыкающей головки стержень должен выступать на 0,8—1,2 диаметра заклепки, для полукруглой головки — на 1,2—1,5 диаметра заклепки. Диаметр заклепки выбирают в зависимости от толщины пакета склепываемых листов.

Диаметр отверстия под заклепку должен быть больше диаметра заклепки на 0,1—0,2 мм при точной сборке и на 0,3—1,0 мм при грубой сборке. Выбор диаметра сверла для отверстия под заклепку выполняют по следующим данным:

Диаметр за- клепки, мм . .	2,0	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Диаметр свер- ла:										
точная сбор- ка	2,1	2,4	2,7	3,1	3,6	4,1	5,2	6,2	7,2	8,2
грубая сбор- ка	2,3	2,6	3,1	3,5	4,0	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7

Различают два метода клепки: прямой с подходом к закладной и замыкающей головкам и обратный с одно-сторонним подходом, когда доступ к замыкающей головке невозможен. Прямой метод клепки характеризуется тем, что удары молотком наносят по стержню со стороны замыкающей головки. Выполняют заклепочное соединение в такой последовательности. Выбирают базу для разметки (обработанные кромки или осевые линии), наносят осевые риски и накернивают центры отверстий под заклепки. При этом шаг $t = 3d$ между заклепками, а расстояние $a = 1,5d$ от центра крайней заклепки до края кромки детали для однорядного шва; для двухрядного шва $t = 4d$; $a = 1,5d$. Детали совмещают и сжимают их вместе ручными тисками или струбцинами. По разметке сверлят отверстия под заклепки во всех деталях одновременно. Для заклепок с потайными головками зенкуют гнезда под головки на глубину 0,8 диаметра стержня заклепки, для заклепок с полукруглыми головками снимают сверлом или зенковкой фаски 1—1,5 мм. В отверстие снизу вводят стержень заклепки, под закладную головку подводят поддержку. После этого осаживают детали в месте клепки с помощью натяжки, которую устанавливают на выступающий конец стержня заклепки и ударами молотка по вершине натяжки устраняют зазор между склепываемыми деталями. Несколькими ударами молотка осаживают стержень крайней заклепки, а затем боковыми ударами молотка придают полученной головке необходимую форму и окончательно оформляют замыкающую головку с помощью обжимки. Подобным способом расклепывают другую крайнюю заклепку. Клепку проводят от крайних заклепок к центру через два-три отверстия, после чего осуществляют клепку остальных заклепок. При обратном методе клепки удары молотком наносят по закладной головке через оправку с внутренней сферической поверхностью.

Кроме глухих неподвижных соединений склепывают шарнирные соединения (в плоскогубцах, кусачках, пассатижах и т. д.). Пустотелые заклепки, применяемые для соединения деталей из металла, фибры, картона, кожи и пластмассы, устанавливают в аналогичной последовательности. Замыкающие головки расклепывают с помощью специальных обжимок либо развальцовывают на сверлильном станке, формируя замыкающую головку.

При соединении крупных деталей применяют горячую клепку, которую выполняют пневматическим клепальным молотком. В этом случае работу выполняют вдвоем. В готовое отверстие вставляют заклепку с потайной закладной головкой и прижимают поддержку к закладной головке. С противоположной стороны устанавливают натяжку на ударник молотка. Удерживая натяжку, включают молоток, который наносит удары по натяжке до плотного соприкосновения склепываемых поверхностей. Затем несколькими ударами молотка осаживают выступающий стержень, формируя замыкающую головку заклепки. В такой же последовательности выполняют клепку остальных заклепок.

Развальцовка труб — процесс расширения их концов в холодном состоянии в отверстиях. Такое соединение, выполненное качественно, обеспечивает его прочность и плотность. Наружный диаметр трубы, вставляемой в отверстие трубы, меньше, чем само отверстие. Зазор считается нормальным, если он составляет 1% от значения наружного диаметра трубы. Овальность и конусообразность отверстия не должна превышать 0,2 мм.

После установки трубы в отверстие вальцовочным инструментом начинают расширять трубу. В металле трубы возникают пластические деформации; при этом она расширяется и закрепляется в отверстии. Во время привальцовки деформируется только труба. При дальнейшем расширении труба начинает давить на стенки отверстия трубы, в которых возникают упругие деформации. При этом металл стенок отверстия будет давить на поверхность трубы; возникнут сжимающие усилия, которые и обеспечат прочность и плотность соединения. При дальнейшем вальцевании в стенках отверстия возникают пластические деформации, а сама труба становится тоньше. Перевальцовывание может привести к потере

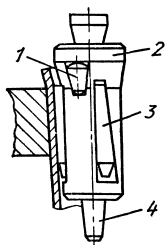


Рис. 1. Схема вальцовки

прочности и плотности соединения. При недовальцованной трубе металл отверстия слабо обжимает трубу и не обеспечивает необходимой прочности и плотности

Прочность соединения значительно увеличивает коническое расширение концов вальцуемых труб. Длина выступающих концов труб при отбортовке равна 11 ± 4 мм для труб диаметром 51—60 мм. Перед началом развальцовывания концы труб и отверстия зачищают до металлического блеска. Проверяют работу вальцовки на контрольном образце трубы.

Для вальцевания применяют косые вальцовки: крепежные КВК и бортовочные КВБ (рис. 1), которые состоят из цилиндрического корпуса 2 с прорезями, вальцовочных роликов 3, конуса 4 и бортовочных роликов 1. При вращении конуса 4 наклонные торцы роликов 3 давят на корпус 2 и обеспечивают самопроизвольную подачу вальцовки по внутренней поверхности трубы. Одновременно с этим ролики, обкатывая под наклоном конус, стремятся продвинуть его относительно корпуса вальцовки вперед. Втягиваясь, конус раздвигает ролики, которые в свою очередь расширяют трубу. Происходит развальцовка трубы. В отличие от крепежной вальцовки, у которой только три вальцовочных ролика, на бортовочной закреплены еще и бортовочные ролики. Так как конусность конуса 4 и вальцовочных роликов 3 одинаковая, раздача трубы получается цилиндрической. Бортовочные ролики создают угол отбортовки 15° . Приводом для косых вальцовок служат пневматические или электрические ручные машины.

Если вальцовка работает хорошо, расширение конца трубы будет цилиндрическим, переход от развальцовочного к бортовочному участку — без уступов и подрезов.

Привальцовку труб выполняют крепежной вальцовкой, которую вставляют в конец трубы, и вращают конус по часовой стрелке до устранения зазора. В связи с тем, что труба имеет овальность, первые два оборота конуса осуществляют с усилием, нажимая на вальцовку. Вращая конус в обратную сторону, извлекают вальцовку из при-

хваченного конца. Если труба привальцована хорошо, то она не должна качаться в отверстии и при ее обстукивании не возникает дребезжащий звук. После привальцовки труба развальцовывается с одновременной отбортовкой косо́й бортовочной вальцовкой.

Склеивание является современным методом получения неразъемных соединений деталей путем введения между сопрягаемыми поверхностями слоя специального вещества, которое способно непосредственно скреплять эти детали. Важным преимуществом склеивания является возможность получения соединений из разнородных металлов и неметаллических материалов. В процессе склеивания можно избежать появления внутренних напряжений и деформаций детали. Недостатками клеевых соединений являются их низкая термостойкость ($T \leq 100^\circ\text{C}$), склонность к ползучести при длительном воздействии нагрузок, а также длительная выдержка при полимеризации. Склеивание применяют для соединения металлических и неметаллических деталей, в том числе труб, заделки трещин и раковин в деталях, восстановления неподвижных посадок и т. п.

Технологический процесс склеивания для всех склеиваемых материалов и марок клеев состоит из следующих этапов: подготовки поверхностей к склеиванию и подготовки клея; нанесения клея на склеиваемые поверхности; выдержки после нанесения клея; сборки склеиваемых деталей; склеивания при определенной температуре и давлении с последующей выдержкой; очистка шва от подтеков клея и контроля качества клеевых соединений.

Подготовка поверхностей к склеиванию сводится к механической подгонке, приданию необходимой шероховатости, очистке от грязи и масла, тщательному обезжириванию.

Нанесенный слой клея должен быть равномерным при условии отсутствия в нем пузырьков воздуха. Клеи могут быть жидкими, пастообразными или в виде клеящей пленки. Наиболее удобны клеящие пленки, которые не требуют специального регулирования толщины клеевого слоя.

Вручную клей наносят кистью или шпателем. Жидкие клеи удобно наносить пульверизатором. Во время выдержки после нанесения клея происходит испарение из

него влаги и летучих веществ; клей приобретает нужную вязкость, уменьшается усадка клеевого шва.

Совмещение склеиваемых поверхностей, исключаящее самопроизвольное смещение, выполняют с помощью струбцин, зажимных приспособлений и т. п. Процесс склеивания и отверждения должен происходить в определенном режиме: давление 0,3—1 МПа; температура $+5 \div +250$ °С, время выдержки 5 мин — 30 ч. При склеивании используют механические, пневмо- и гидропрессы, установки с газовым нагревом или электронагревом, горелки и т. п. Контроль клеевого соединения выполняют внешним осмотром, испытанием на прочность и герметичность. Качество склеивания считается удовлетворительным, если разрушение произошло по материалу детали, а не по клею. Наиболее широко применяют клеи, приведенные в табл. 23.

Применение клеевых соединений при изготовлении и монтаже стальных трубопроводов различного назначения по сравнению со сварными и резьбовыми позволяет в 2—3 раза сократить трудоемкость и энергозатраты. Для склеивания стальных трубопроводов разработаны специальные эпоксидные клеи, приведенные в табл. 24: составы I и II — для клеевых соединений бандажного

23. Типы клеев и их свойства

Марка клея	Расход клея, г/м ²	Режимы отверждения			Жизнеспособность при 20 °С, ч	Предел прочности при сдвиге, МПа	Максимальная рабочая температура, °С
		Давление, МПа	Температура, °С	Продолжительность, ч			
Д-9	200—250	0,01—0,3	15—35	24	До 1	8,0	80
ЭДАФ	200—400	0,1—0,3	10—25	24	24	8,0	80
ЭЛ-19	150—200	0,02—0,2	15—25	50—70	4—5	3,0	70
ВК-9	160	0,01—0,1	18—30	24	1,5	13,7	125
БОВ-1	200—250	0,05—0,1	15—30	24	2—3	20,0	200
КЛН-1	200	0,05—0,1	25	24	1,5	9,8	80
ВК-16	150—200	0,05—0,1	18—23	72	1	8,4	250
Э6-1С	250—300	0,05—0,5	15—30	24	0,5—0,66	14,7	80
УП-5-171	200—300	0,05	18—25	24—48	2—3	9,8	100
УП-5-177	200—300	0,05	18—22	24—72	5—6	6,8	80

24. Составы эпоксидных клеев для металлических трубопроводов

Компоненты клея	Содержание компонентов (в мас. ч.) в составах				Примечание
	I	II	III	IV	
Смола эпоксидно-диановая неотвержденная ЭД-20	100	100	100	100	Жидкость от светло-желтого до светло-коричневого цвета
Дибутилфталат	15	—	15	—	
Смола низкомолекулярная полиамидная марок:					Вязкая жидкость от желтого до темно-коричневого цвета
Л-19 или Л-20	—	50	—	—	
ТО-18 или ТО-19	—	—	—	100	Порошок
Портландцемент марки 400	—	—	200	—	
Кварц молотый (марок КП-2 или КП-3)	—	—	—	50	»
или двуокись титана марки Р-02	—	—	—	20	»
Окись хрома	—	—	—	20	»
Асбест марок М-6-30 или М-6-40	—	—	—	20	Волокнистый материал
Пудра алюминиевая пигментная марок ПАП-1 или ПАП-2	10	10	—	—	Пигментный порошок
Полиэтиленполиамин	10	—	15	—	Жидкость от светло-желтого до темно-коричневого цвета

типа, состав III — для клеємеханических соединений, состав IV — для муфтовых и раструбных соединений.

Для трубопроводов применяют клеевые соединения бандажного типа, клеємеханические, муфтовые и раструбные с использованием специальных материалов (табл. 25). Клеевые соединения бандажного типа (рис. 2) получают методом многослойной намотки на концы стыкуемых труб ленты из стеклоткани с нанесенным на нее слоем эпоксидного клея. Фиксацию стыков обеспечивают применением струбцин с призмами, бандаж из металлической ленты, опор и подвесок. Склеивание стыков труб проводят при температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С. Зачистку концов труб осуществляют на ширине $B = 0,7 D_H$. Склеиваемые поверхности после очистки обез-

25. Материалы для склеивания трубопроводов

Материал	Внешний вид	Назначение	Состояние поставки
Стеклоткань конструкционная (предпочтительно марки Т-13-П)	Тканый материал	Армирующая основа соединений бандажного типа	Рулоны в мягкой таре из водонепроницаемого материала
или тканые ленты из крученых комплексных нитей алюмоборсилкатного стекла марки ЛЭС	То же	То же	В мягкой таре из водонепроницаемого материала
тканые конструкционные стеклянные ленты марки ЛСК	»	»	То же
Фенолполивинилацетальные клеи БФ-2 или БФ-4	Бесцветная жидкость (или слегка мутного цвета)	Для нанесения полосок клея на стеклоткань перед ее разрезкой	Тубовая упаковка
Ацетон	Бесцветная жидкость	Для обезжиривания поверхностей склеиваемых труб	Емкости из стекла
Бензин	То же	То же	То же

жиривают ацетоном или бензином. Клеевой состав готовят, смешивая компаунд и отвердитель. Следующей операцией является нанесение клея на подготовленную ленту из стеклоткани. Для этого на горизонтальной поверхности специального стола, покрытого полиэтиленовой пленкой, наносят шпателем полосу клея с некоторым заносом по ширине ленты. По нанесенной полосе клея раскатывают ленту из рулона, затем клеевой состав наносят на поверхность ленты тонким слоем, прилагая к шпателю небольшое усилие для внедрения клея в структуру стеклоткани, и снова свертывают в рулон. Расход клея должен составлять не более 300 г на 1 м² стеклоткани.

Намотку на концы стыкуемых труб подготовленной ленты проводят вручную в радиальном направлении

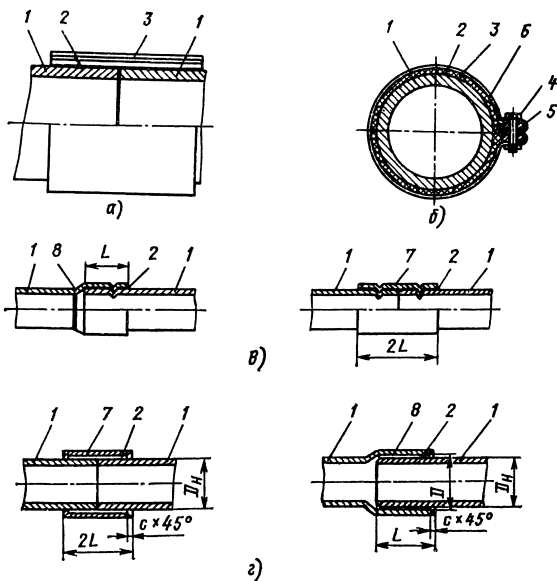


Рис. 2. Схемы клеевых соединений трубопроводов:

a — бандажного типа; *б* — бандаж из металлической ленты; *в* — клеємеханическое; *г* — муфтового и раструбного типов; 1 — склеиваемые трубы; 2 — клей; 3 — стеклоткань; 4 — резьбовое соединение; 5 — вкладыши; 6 — бандаж из металлической ленты; 7 — муфта; 8 — раструб

с натягом и без перекосов. Середина ленты при этом располагается над местом стыка концов труб. Клеевое соединение для полного отверждения клея и набора прочности выдерживают в неподвижном положении при температуре воздуха 5—17 °С в течение четырех суток; при температуре 17—25 °С — в течение двух суток. Для ускорения отверждения клея и повышения прочностных свойств клеевых соединений их выдерживают при температуре 80 °С в течение 3 ч или при температуре 120 °С в течение 1,5 ч. Склеенные трубы запрещается перемещать волоком и сбрасывать с транспортных средств.

Для получения клеємеханических соединений (рис. 2, *в*) клей наносят на наружную поверхность конца трубы и внутреннюю поверхность раструба или муфты, затем прямой конец трубы вводят в раструб или муфту и фиксируют обжатием по периметру раструба, после

чего происходит отверждение клея. Длину нахлестки принимают равной $L = (1,1 \div 1,2) D_H$.

Муфтовые и раструбные клеевые соединения (рис. 2, з) отличаются от клеемеханических тем, что в этих соединениях муфты и раструбы не фиксируют.

9. ПОДГОТОВКА ДЕТАЛЕЙ (ЗАГOTOBOK) ПОД СВАРКУ

Сварка — распространенная операция при монтаже оборудования и трубопроводов. Применяют дуговую ручную, полуавтоматическую и автоматическую сварку под флюсом и в среде защитных газов, газовую сварку и резку. Перед образованием сварного соединения выполняют операции по подготовке деталей под сварку и их сборку; после сварки — термическую обработку по необходимости и зачистку сварных швов, контроль сварного соединения. При подготовке и сборке деталей (заготовок) под сварку необходимо обеспечить заданные зазоры между

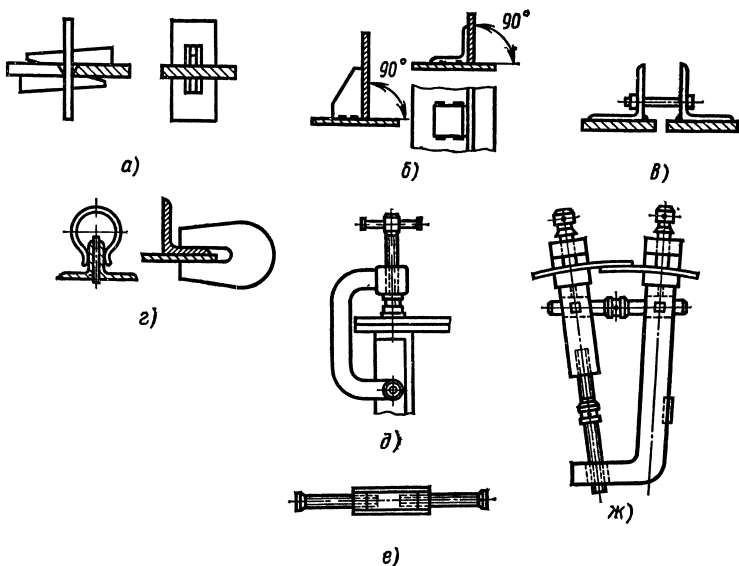


Рис. 3. Универсальные сборочные приспособления для сварки:
 а — клинья; б — упоры для листов и угловых профилей; в — уголки на привкатах с бортом, г — скобы; д — струбцины; е и ж — винтовые стяжки

свариваемыми элементами, разделку кромок под сварку, которую получают механическими способами, газопламенной, плазменной резкой. Свариваемые кромки на ширину 25—30 мм должны быть очищены от окалины, коррозии, масла, краски и прочих загрязнений и высушены. Для ручной дуговой сварки основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений принимают в соответствии с ГОСТ 5264—80.

Сборка сварных соединений заключается в последовательном расположении собираемых деталей в соответствии с чертежом и предварительном скреплении их между собой с помощью различных приспособлений (рис. 3) с последующим наложением коротких сварных швов, располагаемых равномерно по периметру стыка (прихваток). Прихватки выполняют длиной до 60 мм на расстоянии не более 500 мм. Детали, элементы и узлы трубопроводов собирают под сварку также на прихватках. Число и длина прихваток зависят от диаметра трубопровода. Соединяемые концы труб, деталей и элементов трубопроводов перед сборкой и сваркой должны быть очищены от коррозии и загрязнений по кромкам и прилегающим к ним наружной и внутренней поверхностям на ширину 10—15 мм. Смещение кромок при сборке стыка контролируют линейками, а отклонение от перпендикулярности подготовленных под сварку торцов — угольниками по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Размеры снятой фаски проверяют по шаблону. В зависимости от наружного диаметра трубы D_n отклонение от перпендикулярности при контроле угольником с длиной полки 100 мм не должно превышать:

Наружный диаметр, мм . . .	До 133	159—219	273—325	377—630	Св. 630
Отклонение от перпендикулярности торцов к оси трубы, ° . . .	1	2	2,5	3	5

Для уменьшения отклонения от соосности и овальности стыкуемых концов труб применяют наружные и внутренние центраторы различных конструкций.