

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Санкт-Петербургский государственный университет

промышленных технологий и дизайна»

Высшая школа технологии и энергетики

Кафедра материаловедения и технологии машиностроения

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА

Методические указания для студентов всех форм обучения

по направлению подготовки

15.03.02 — Технологические машины и оборудование

Составитель

А. Н. Марков

Санкт-Петербург

2025

Утверждено
на заседании кафедры М и ТМ
26.05.2025 г., протокол № 4

Рецензент А. А. Таразанов

Методические указания соответствуют программе и учебному плану учебной (ознакомительной) практики для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

В методических указаниях рассмотрены различные виды работ, выполняемых на слесарно-механическом участке, вопросы организации и проектирования слесарно-механического участка промышленного предприятия. Приведены задания для выполнения при составлении отчета по практике. Также представлена техника безопасности при работе на металлорежущем и слесарном оборудовании.

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения.

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД
в качестве методических указаний

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по паролю.
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 14.07.2025 г. Рег. № 5207/25

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
198095, СПб, ул. Ивана Черных, 4.

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. БЕЗОПАСНЫЕ УСЛОВИЯ ТРУДА НА СЛЕСАРНО-МЕХАНИЧЕСКОМ УЧАСТКЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	6
2. СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО.....	8
2.1. Организация труда слесаря.....	9
2.2. Плоскостная разметка.....	12
2.3. Рубка металла.....	15
2.4. Правка и рихтовка металла (холодным способом).....	16
2.5. Резка металла.....	19
2.6. Опиливание металла.....	23
2.7. Сверление.....	25
2.8. Зенкерование, зенкование и развертывание отверстий.....	27
2.9. Нарезание резьбы.....	28
2.10. Клепка.....	32
2.11. Шабрение.....	34
3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ.....	35
4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЛЕСАРНО-МЕХАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА.....	40
4.1. Назначение слесарно-механического участка и особенности его проектирования.....	40
4.2. Режим работы и фонды времени.....	41
4.3. Оборудование и рабочие места.....	43
4.4. Расчет площади производственного участка.....	44
4.5. Размещение оборудования и оснастки. Общие рекомендации.....	45
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Качественная подготовка бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», несомненно, связана с приобретением производственных навыков. В связи с этим, начиная с первого курса, студенты проходят различного вида практики.

На первом курсе согласно учебному плану учебная практика (ознакомительная практика) интегрирована в учебный процесс и проводится в течение второго семестра учебного года.

Областью науки для учебной практики бакалавров-механиков являются отдельные разделы технологии машиностроения и технологии конструкционных материалов. Объектами изучения являются станки и оборудование машиностроительной отрасли. Видами профессиональной деятельности являются слесарное, токарное, фрезерное и шлифовальное дело.

В результате прохождения учебной практики студент должен:

Знать: Технику безопасности при работе на станках и теоретические основы слесарного дела.

Уметь: Работать на металлорежущих станках, пользоваться слесарным инструментом.

Владеть: Теоретическими знаниями об устройстве станков, навыками проектирования слесарно-механического участка промышленного предприятия.

Основными задачами учебной практики являются:

- получение практических навыков по слесарной обработке металлов;
- ознакомление с оборудованием и инструментами, применяемыми при изготовлении деталей;
- умение выбирать мерительный инструмент и производить измерения штангенциркулем, микрометром и другими приборами.

Организация проведения учебной практики проводится на базе цеха или любого другого подразделения промышленного предприятия, в котором имеются в рабочем состоянии металлорежущие станки.

В процессе учебной (ознакомительной) практики бакалавры проходят соответствующий лабораторный/практический курс и по его окончании составляют отчет.

Содержание отчета последовательно включает в себя две главы и три раздела. Первая глава может представлять собой общее задание для студентов всей учебной группы (решение о включении первой главы в отчет принимает руководитель практики от вуза/предприятия), вторая – это индивидуальное задание для каждого студента группы. Первый раздел отчета рассматривает вопросы слесарного дела. Второй раздел посвящен металлообработке изделий. Третий раздел работы включает в себя проектирование слесарно-механического участка промышленного предприятия и отражает практическую привязку ранее полученных

теоретических знаний в рамках данной дисциплины. Варианты индивидуальных заданий для выполнения отчета представлены ниже.

Задание № 1. Слесарное дело

Студент рассматривает вопросы, связанные со слесарным делом, в зависимости от **ПОСЛЕДНЕЙ** цифры студенческого билета:

- 1, 6 – Организация труда слесаря. Опиливание металла. Шабрение.
- 2, 7 – Плоскостная разметка. Рубка металла. Клепка.
- 3, 8 – Правка и рихтовка металла. Сверление. Нарезание резьбы.
- 4, 9 – Зенкерование и зенкование. Нарезание резьбы. Резка металла.
- 5, 0 – Шабрение. Плоскостная разметка. Правка и рихтовка металла.

Задание № 2. Подробное рассмотрение одного из металлорежущих станков

Общие сведения о станке и его устройство (конструкция и принцип работы станка, включая его основные узлы, кинематическая схема станка и ее описание, техническая характеристика станка по паспорту).

Виды работ, выполняемые на выбранной модели станка. Режущий инструмент и приспособления, используемые при работе на данном станке. При рассмотрении данного вопроса текстовую часть ответа необходимо комментировать рисунками, схемами, поясняющими сущность излагаемого материала.

Станок выбирается исходя из **ПРЕДПОСЛЕДНЕЙ** цифры студенческого билета:

- 1, 6 – Токарно-винторезный станок.
- 2, 7 – Горизонтально-фрезерный станок.
- 3, 8 – Шлифовальный станок.
- 4, 9 – Расточной станок.
- 5, 0 – Вертикально-сверлильный.

Задание № 3. Проектирование слесарно-механического участка промышленного предприятия

Основными исходными данными для выполнения этого задания является трудоемкость выполнения работ на данном объекте и режим работы предприятия. Вариант выполнения задания выбирается с учетом номера студента в списке группы. Так, например, для первого номера в списке группы трудоемкость выполнения работ на проектируемом объекте составляет 20000 чел.-часов, для второго – 21000 чел.-часов и так далее. Режим работы предприятия односменный.

При выполнении данного задания необходимо сначала произвести конструкторско-технологические расчеты проектируемого объекта в соответствии с разделом № 4 настоящих методических указаний, а затем выполнить его планировку. Планировку объекта можно производить на миллиметровой бумаге с учетом стандартных строительных масштабов, а

затем, после устранения неточностей и ошибок, перенести на ватман формата А1 или А2, или распечатать на плоттере.

Текст отчета выполняется в распечатанном виде с использованием компьютерного набора. Отчет по учебной практике необходимо сдать руководителю практики не позднее дня ее окончания.

1. БЕЗОПАСНЫЕ УСЛОВИЯ ТРУДА НА СЛЕСАРНО-МЕХАНИЧЕСКОМ УЧАСТКЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Охрана труда – это система законодательных актов, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособность человека в процессе труда. **Несчастные случаи на производстве** – ушибы, ранения и т. д. называются производственным травматизмом, который чаще всего происходит по двум причинам: вследствие недостаточного освоения работающими производственных навыков и отсутствия необходимого опыта в обращении с инструментом и оборудованием; из-за невыполнения правил безопасности труда и правил внутреннего распорядка.

Опасность представляют внутривоздушной автомобильный и безрельсовый электротранспорт, ручные вагонетки, тележки, а также движение рабочих в узких проходах или на путях, где работает грузоподъемный транспорт.

При работе с электроинструментами следует применять индивидуальные средства защиты – резиновые перчатки, калоши и коврики, изолирующие подставки и т. п.

До начала работы необходимо:

- надеть спецодежду, проверить, чтобы у нее не было свисающих концов; рукава надо застегнуть или закатать выше локтя;
- подготовить рабочее место; освободить нужную для работы площадь, удалив все посторонние предметы; обеспечить достаточную освещенность; заготовить и разложить в соответствующем порядке требуемые для работы инструменты, приспособления, материалы и т.п.;
- проверить исправность инструмента, правильность его заточки и доводки;
- проверить исправность рабочего оборудования и его ограждения;
- перед поднятием грузов проверить исправность подъемных приспособлений (блоки, домкраты и др.); все подъемные механизмы должны иметь надежные тормозные устройства, а масса поднимаемого груза не должна превышать грузоподъемности механизма; не следует превышать предельные нормы массы переносимых вручную грузов, установленные действующим

законодательством об охране труда для мужчин, женщин, юношей и девушек.

Во время работы необходимо:

- прочно зажимать в тисках деталь или заготовку, а во время установки или снятия ее соблюдать осторожность, так как при падении деталь может нанести травму;
- опилки с верстака или обрабатываемой детали удалять только щеткой;
- не пользоваться при работах случайными подставками или неисправными приспособлениями;
- при рубке металла учитывать, в какую сторону полетят отлетающие частицы, и установить с этой стороны защитную сетку; работать в защитных очках;
- не допускать загрязнения одежды керосином, бензином, маслом;
- при работе с пневматическим инструментом проверить целостность шлангов и соединений;
- не держать пневматический инструмент за шланги и разъединять их при работе;
- включать воздух только после установки инструмента в рабочее положение.

По окончании работы необходимо:

- тщательно убрать рабочее место;
- уложить инструмент, приспособления и материалы на соответствующие места;
- во избежание самовозгорания промасленной ветоши и возникновения пожара убрать ее в специальные металлические ящики с плотно закрывающейся крышкой.

Противопожарные мероприятия

Источниками пожара могут быть: токи короткого замыкания, образующие электрическую дугу; перегрев электрических сетей и электрооборудования; теплота, образующаяся при трении дисков, подшипников, ременных передач; искровые разряды статического электричества; пламя; лучистая энергия; искры.

Температура вспышки – это наименьшая температура горючей жидкости, при которой создается смесь газов или паров с воздухом, способная воспламениться и гореть кратковременно при поднесении открытого огня.

Температурой воспламенения называется наименьшая температура горючего вещества, при которой оно загорается от открытого источника воспламенения (пламени) и продолжает гореть после удаления этого источника.

Основное предупредительное мероприятие против пожаров – это постоянное содержание в чистоте и порядке рабочего места, осторожное обращение с огнем, нагревательными приборами и легковоспламеняющимися веществами.

Простейшие противопожарные средства и инвентарь – ящики с песком и лопатами, кульки с песком, пожарный кран, насосы, огнетушители – должны быть всегда в наличии и исправны.

При возникновении пожара необходимо выключить все электроустановки, немедленно по телефону или специальным сигналом вызвать пожарную команду и принять меры к тушению пожара собственными силами с помощью имеющегося противопожарного оборудования и инвентаря.

К средствам пожаротушения относятся также ведра и гидропульты для воды, различные покрывала (асбестовые одеяла, кошмы, брезенты).

При пожаре нельзя выбивать стекла в окнах, так как это увеличивает приток воздуха, способствуя усилению огня. В случае пожара необходимо сохранять спокойствие и беспрекословно выполнять распоряжения руководителей. Дисциплина и организованность – основное условие успеха борьбы с пожаром.

2. СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО

Слесарные работы – это обработка металлов, обычно дополняющая станочную механическую обработку или завершающая изготовление металлических изделий соединением деталей, сборкой машин и механизмов, а также их регулированием. Слесарные работы выполняются с помощью ручного или механизированного слесарного инструмента либо на станках.

Особое развитие слесарное ремесло получило после Великой Октябрьской социалистической революции. Советские ученые, инженеры, техники и рабочие много сделали, чтобы заменить тяжелый, малопроизводительный ручной труд работой механизмом машин. С появлением металлорежущих станков и их совершенствованием постепенно сокращалась роль и доля ручного труда, который стал заменяться трудом строгальщиков, токарей, фрезеровщиков, шлифовщиков и др. Но одной из ведущих остается профессия слесаря. По-прежнему ценится труд слесаря – мастера, от которого требуется умение выполнять все виды ручной обработки металлов.

Виды слесарных работ

Слесарные работы применяются в различных видах производства. Слесарные работы различных видов объединяет единая технология выполнения операций, к которым относятся разметка, рубка, правка и гибка, резка, опиливание, сверление, зенкование и зенкерование, развертывание отверстий, нарезание резьбы, клёпка, шабрение, распиливание и припасовка, притирка и доводка, пайка, лужение, склеивание.

На предприятиях или в мастерских, выпускающих разнородные изделия в небольших количествах (единичное производство), от слесарей требуется

универсальность. При необходимости слесарь производит ремонт и монтаж станков, изготавливает приспособления.

Таблица 2.1 – Подразделение слесарей-универсалов по видам работ

Слесари-сборщики	собирают машины и механизмы
Слесари-ремонтники	осуществляют техническое обслуживание и ремонт машин и механизмов
Слесари-инструментальщики	обеспечивают производство инструментами и приспособлениями
Слесари по монтажу приборов	выполняют установку их на место, подвод различных видов энергии и т. д.

На предприятиях серийного производства, где изготавливают однородные детали большими партиями, повышается точность механической обработки и, соответственно, уменьшается объем слесарных работ, но слесарь выполняет ручные работы, которые не могут быть выполнены машиной.

2.1. Организация труда слесаря

Общее положение. Для успешного выполнения производственных заданий недостаточно располагать современным оборудованием, механизмами, приспособлениями, инструментами и квалифицированными рабочими – нужно соответствующим образом организовать труд. Решению этих задач и способствует научная организация труда.

Научная организация труда включает в себя такие элементы, как оборудование учебных мастерских, организация рабочих мест (планировка, освещение) и трудового процесса (рабочая поза, рабочие движения и их элементы), разработка режима труда (темп, ритм), создание оптимальных санитарно-гигиенических (микроклимат, шум, вибрации, освещенность, личная гигиена) и эстетических (цвет окраски, одежда, музыка) условий труда, противопожарные мероприятия и обеспечение безопасности труда.

Окружающая рабочего изо дня в день производственная обстановка оказывает на него и его работу большое влияние. Она может вызвать подъем настроения, активность, желание лучше и больше работать или, наоборот, равнодушие, безразличие и даже уныние, пассивность и нежелание трудиться. Следовательно, нельзя недооценивать производственную обстановку, необходимо правильно использовать этот резерв улучшения качества работы и повышения производительности труда.

Оборудование слесарных мастерских. В слесарных мастерских и на участках располагается оборудование индивидуального и общего пользования. К оборудованию индивидуального пользования относятся верстаки с тисками. К оборудованию общего пользования относятся: сверлильные и простые заточные станки (точильно-шлифовальные);

опиловочно-зачистные станки; поверочные и разметочные плиты; винтовой пресс; ножовочный станок; рычажные ножницы; плиты для правки и др.

Слесарный верстак является одним из основных видов оборудования рабочего места для выполнения ручных работ и представляет собой специальный стол, на котором выполняют слесарные работы.

Слесарные верстаки бывают одно- и многоместными. Одноместные имеют длину 1000–1200 мм, ширину 700–800 мм, высоту 800–900 мм, а многоместные – длину в зависимости от числа работающих, а ширину и высоту – те же, что и одноместные верстаки. Наиболее удобные и более широко применяются одноместные верстаки.

Многоместные слесарные верстаки имеют существенный недостаток: когда один рабочий выполняет точные работы (разметку, опилование, шабрение), а другой в это время производит рубку или клёпку, то в результате вибрации верстака нарушается точность работ, выполняемых первым рабочим.

Слесарные тиски представляют собой зажимные приспособления для удерживания обрабатываемой детали в нужном положении. В зависимости от характера работы применяют стуловые, с параллельными губками и ручные тиски.

Стуловые тиски получили свое название от способа крепления их на деревянном основании в виде стула, в дальнейшем они были приспособлены для закрепления на верстаках.

Стуловые тиски применяют редко и только для выполнения грубых тяжелых работ, связанных с применением ударной нагрузки, – при рубке, клёпке, гибке и пр.

Тиски с параллельными губками и ручным приводом выпускают трех типов: 1 – поворотные, 2 – неповоротные, 3 – инструментальные со свободным ходом передней губки.

Поворотные тиски с параллельными губками могут поворачиваться на угол не менее 60 градусов. Корпус тисков с параллельными губками изготавливают из серого чугуна. Для увеличения срока службы тисков к рабочим частям губок прикрепляют винтами стальные (из инструментальной стали У8) пластины с сетчатой насечкой. Поэтому для зажима обработанной чистой поверхности детали (изделия) рабочие части губок тисков закрывают накладными пластинами («нагубниками»), изготовленными из мягкой стали, латуни, меди, алюминия, кожи и др.

Размеры слесарных тисков определяются шириной их губок, которая для поворотных тисков составляет 80 и 140 мм, с наибольшим раскрытием губок 95 и 180 мм.

Неповоротные тиски с параллельными губками имеют основание, с помощью которого они крепятся болтами к крышке верстака, неподвижную губку и подвижную. Для увеличения срока службы рабочие части губок делают сменными в виде призматических пластинок с сетчатой насечкой из инструментальной стали У8 и прикрепляют к губкам винтами. Ширина

губок неповоротных тисков – 80 и 140 мм, с наибольшим раскрытием губок 95 и 180 мм.

Тиски с дополнительными губками для труб, кроме общего назначения, могут быть использованы для закрепления труб благодаря дополнительному призматическому вырезу. Наибольшие диаметры зажимаемых труб составляют 60, 70 и 140 мм.

При работе на тисках нужно соблюдать следующие правила:

- перед началом работы осматривать тиски, обращая особое внимание на прочность их крепления к верстаку;
- не выполнять на тисках грубых работ (рубки, правки или гибки) тяжелыми молотками, так как это приводит к быстрому разрушению тисков;
- при креплении деталей в тисках не допускать ударов по рычагу, что может привести к срыву резьбы ходового винта или гайки;
- по окончании работ очищать тески волосяной щеткой от стружки, грязи и пыли, а направляющие и резьбовые соединения смазывать маслом; разводить губки тисков, так как в сжатом состоянии возникают излишние напряжения в соединении винта и гайки.

Ручные слесарные тиски применяются для закрепления деталей (заготовок) небольших размеров при опиливании либо сверлении, так как их неудобно или опасно держать руками.

Ручные тиски различают трех типов – шарнирные, с коническим креплением и пружинные.

Их изготавливают с шириной губок 36, 40, 50, и 56 мм и раскрытием губок 28, 30, 40, 50 и 55 мм, а для мелких работ – с шириной губок 6, 10 и 16 мм и раскрытием губок 5,5 и 6,5 мм.

Общие требования к организации рабочего места слесаря

Одним из основных элементов организации рабочего места является его планировка, при выполнении которой учитывают требования научной организации труда к расположению рабочего места по отношению к другим рабочим местам в мастерской, расположению оборудования, местоположению рабочего и оснастки, размещению инструментов, приспособлений (порядок на рабочем месте).

Расстояния от тары с заготовками и готовой продукцией и оборудования (верстака) до рабочего должны быть такими, чтобы рабочий мог использовать преимущественно движение рук.

При планировке рабочих мест должны учитываться: зоны досягаемости рук в горизонтальной и вертикальной плоскостях; количество сочленений тела, участвующих в движениях.

Наиболее удобная, оптимальная зона определяется полудугой радиусом примерно 300 мм для каждой руки. Максимальная зона досягаемости – 430 мм без наклона корпуса и 650 мм – с наклоном корпуса не более чем на 30 градусов для учащегося среднего роста.

Основные требования по соблюдению указанного порядка на рабочих местах состоят в следующем:

- все необходимое для работы должно находиться под рукой, чтобы можно было сразу найти нужный предмет;
- инструменты и материалы, которые во время работы требуются чаще, размещают ближе к себе, а применяемые реже – дальше; все используемые предметы располагают примерно на высоте пояса;
- инструменты и приспособления размещают так, чтобы их удобно было брать соответствующей рукой: что берут правой рукой – держат справа, что берут левой – слева; что используют чаще – кладут ближе, что используют реже – дальше;
- нельзя класть один предмет на другой или на отделанную поверхность детали;
- документацию (чертежи, технологические или инструкционные карты, наряды и др.) держат в удобном для пользования и гарантированном от загрязнения месте;
- заготовки и готовые детали хранят так, чтобы они не загромождали проходы и чтобы рабочему не приходилось часто нагибаться, если надо взять или положить заготовку или изделие; легкие предметы кладут выше тяжелых.

2.2. Плоскостная разметка

Разметкой называется операция нанесения на обрабатываемую заготовку разметочных линий, определяющих контуры будущей детали или места, подлежащие обработке.

Точность, достигаемая при обычных методах разметки, составляет примерно 0,5 мм. При точной разметке ее можно повысить до сотых долей миллиметра.

Плоскостная разметка, выполняемая обычно на поверхности плоских деталей, на полосовом и листовом материале, заключается в нанесении на заготовку контурных параллельных и перпендикулярных линий (рисок), окружностей, дуг, углов, осевых линий, разнообразных геометрических фигур по заданным размерам или контуров различных отверстий по шаблонам.

Пространственная разметка наиболее распространена в машиностроении; по приемам она существенно отличается от плоскостной.

Приспособления для плоскостной разметки

Для выполнения разметки используют разметочные плиты, подкладки, поворотные приспособления, домкраты и др.

На **разметочной плите** устанавливают подлежащие разметке детали и располагают все приспособления и инструмент. Разметочная плита отливается из мелкозернистого серого чугуна.

Размер плиты выбирают так, чтобы ее ширина и длина были на 500 мм больше соответствующих размеров размечаемой заготовки. Плиты больших размеров, например, 6000 x 10000 мм, изготавливают составными из двух или четырех плит, которые скрепляются болтами и шпонками.

Поверхность плиты всегда должна быть сухой и чистой. После работы плиту обметают щеткой, тщательно протирают тряпкой, смазывают маслом для предохранения от коррозии и накрывают деревянным щитом.

Плоскость разметочных плит проверяют с помощью точной поверочной линейки и щупа (или папиросной бумаги). Рабочие поверхности шабренных плит, предназначенных для точной разметки, проверяют на краску с помощью поверочной линейки. Число пятен в квадрате 25 x 25 мм должно быть не менее 20.

Прежде чем приступить к разметке, заготовку устанавливают и выверяют на разметочной плите, пользуясь для этого опорными подкладками, призмами и домкратами различных конструкций.

Подкладки служат для обеспечения правильной установки деталей при разметке, а также для предохранения разметочных плит от царапин и забоин. Самыми простыми являются **плоские опорные подкладки**. Подкладки больших размеров выполняют пустотелыми **цилиндрическими, призматическими, двутаврового сечения** и др.

Клиновидные подкладки представляют собой два соединенных, точно обработанных стальных клина. Перемещение клина на одно деление равно 0,1 мм.

Домкраты применяют для установки громоздких и тяжелых заготовок; они позволяют вырезать и регулировать положение размечаемых заготовок по высоте.

Обыкновенные домкраты – в корпусе которого имеется винт с прямоугольной резьбой, на верхнем конце винта закрепляют головки различной формы. Подъем и опускание заготовки осуществляют вращением винта.

Роликовый домкрат дает возможность не только регулировать положение заготовки по высоте, но и свободно поворачивать ее в горизонтальной плоскости, что необходимо при разметке тяжелых заготовок.

Выдвижные центры применяют для разметки цилиндрических деталей.

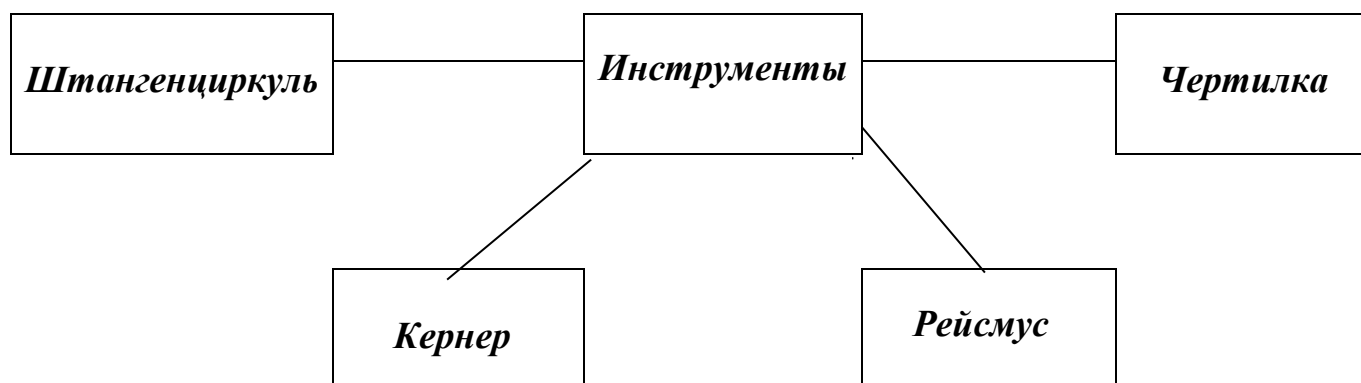


Рисунок 2.1 – Инструменты для плоскостной разметки

Чертилки (иглы) служат для нанесения линий (рисок) на размечаемую поверхность с помощью линейки, угольника или шаблона. Изготавливают чертилки из инструментальной стали У10 или У12.

Чертилка с отогнутым концом представляет собой заостренный с двух сторон стальной стержень, один конец которого отогнут под углом 90 градусов. Средняя часть чертилки утолщена и для удобства на ней сделана накатка. Отогнутым концом наносят риски в труднодоступных местах.

Чертилка со вставной иглой выполнена по типу часовых отверток; в качестве вставной иглы могут быть использованы стальные закаленные и заточенные стержни.

Карманная чертилка выполнена в виде карандаша с убирающимся острием. На рабочий наконечник напаян стержень из твердого сплава ВК6, заточенный на конус под углом 20 градусов.

Чертилки должны быть острозаточенными, чем острее чертилки, тем тоньше будет разметочная риска и тем, следовательно, выше точность разметки.

Кернер – слесарный инструмент, применяющийся для нанесения углублений (кернов) на предварительно размеченных линиях (керны делают для того, чтобы риски были отчетливо видны и не стирались в процессе обработки детали). Керны изготавливают из инструментальной углеродистой или легированной стали У7А, У8А, 7ХФ или 8ХФ. Различают керны обыкновенные, специальные, пружинные (механические), электрические и др.

Обыкновенный кернер представляет собой стальной стержень длиной 100, 125 или 160 мм и диаметром, соответственно, 8, 10 или 12 мм; его боек имеет сферическую поверхность под углом 50–60 градусов, при точной разметке затачивается под углом 30–45 градусов.

Применение **специального кернера для накернивания малых отверстий и закруглений небольших радиусов** заметно повышает качество разметки и производительность.

Керн для шаговой разметки состоит из двух кернов – основного и вспомогательного, скрепленных общей планкой. Расстояние между ними регулируется планкой в зависимости от шага размечаемых отверстий.

Циркули используют для разметки окружностей и дуг, деления отрезков и окружностей, а также для геометрических построений. Циркулями пользуются и для переноса размеров с измерительных линеек на деталь.

Разметочные циркули бывают **простыми** или с **дугой, точными и пружинными**. Простой циркуль состоит из двух шарнирно соединенных ножек – целых или со вставными иглами; нужный раствор ножек фиксируется винтом.

Штангенциркули. Разметочный штангенциркуль предназначен для точной разметки прямых линий и центров, а также для разметки больших диаметров.

Рейсмус. Рейсмус является основным инструментом для пространственной разметки и служит для нанесения параллельных, вертикальных и горизонтальных линий, а также для проверки установки деталей на плите. Для более точной разметки применяют рейсмус с микрометрическим винтом.

2.3. Рубка металла

Рубкой называется слесарная операция, при которой с помощью режущего (зубила, крейцмейселя и др.) и ударного (слесарного молотка) инструмента с поверхности заготовки (детали) удаляются лишние слои металла или заготовка разрубается на части.

В зависимости от назначения обрабатываемой детали рубка может быть чистовой и черновой. В первом случае зубилом за один рабочий ход снимают слой металла толщиной от 0,5 до 1 мм, во втором – от 1,5 до 2 мм. Точность обработки, достигаемая при рубке, составляет 0,4–1 мм.

При рубке осуществляется резание – процесс удаления режущим инструментом с обрабатываемой заготовки (детали) лишнего слоя металла в виде стружки.

Режущая часть (лезвие) представляет собой клин (зубило, резец) или несколько клиньев (ножовочное полотно, метчик, плашка, фреза, напильник).

Зубило – это простейший режущий инструмент, в котором форма клина выражена особенно четко. Чем острее клин, т. е. чем меньше угол, образованный его сторонами, тем меньшее усилие потребуется для его углубления в материал.

На заготовке различают обрабатываемую и обработанную поверхности, а также поверхность резания. Обрабатываемой называется поверхность, с которой будет сниматься слой материала, а обработанной – поверхность, с которой стружка снята. Поверхность, по которой сходит стружка при резании, называется передней, а противоположная – задней.

Инструменты для рубки

Режущие инструменты. Слесарное зубило представляет собой стальной стержень, изготовленный из инструментальной углеродистой или легированной стали (У7А, У8А, 7ХФ, 8ХФ).

Зубило изготавливают длиной 100, 125, 160, 200 мм, ширина рабочей части, соответственно, равна 5, 10, 16 и 20 мм. Рабочую часть зубила на длине 0,3–0,5 закаливают и отпускают. Степень закаливания зубила можно определить старым напильником, которым проводят по закаленной части.

Крейцмейсель отличается от зубила более узкой режущей кромкой и предназначен для вырубания узких канавок, шпоночных пазов и т. п. Для вырубания профильных канавок – полукруглых, двугранных и других – применяют специальные крейцмейсели, называемые канавочниками. Канавочники изготавливают из стали У8А длиной 80, 100, 120, 150, 200, 300 и 350 мм с радиусом закругления 1; 1,5; 2; 2,5 и 3 мм.

Заточка инструмента на станке вручную. Заточка зубил и крейцмейселя производится на заточном станке. Перед заточкой инструмента подручник устанавливают, как можно ближе к шлифовальному кругу. Зазор между подручником и заточным кругом должен быть не более 2–3 мм, чтобы затачиваемый инструмент не мог попасть между кругом и подручником.

Проверка угла заточки инструмента. После заточки зубила или крейцмейселя с режущих кромок снимают заусеницы. Угол заострения проверяют шаблоном, представляющим собой пластинки с угловыми вырезами 70, 60, 45 и 35 градусов.

Слесарный молоток – это инструмент для работы с различными слесарными инструментами.

Слесарные молотки с круглым бойком изготавливают из шести номеров:

№ 1 (200 г) применяют в разметке и правке;

№ 2 (400 г), № 3 (500 г) и № 4 (600 г) – для слесарных работ;

№ 5 (800 г) и № 6 (1000 г) применяют редко.

Слесарные молотки с квадратным буйком изготавливают восьми номеров: № 1 (50 г), № 2 (100 г) и № 3 (200 г) – для слесарно-инструментальных работ; № 4 (400 г), № 5 (500 г) и № 6 (600 г) – для слесарных работ, рубки, гибки, клёпки и др.; № 7 (800 г) и № 8 (1000 г) применяют редко. Для тяжелых работ применяют молотки массой 4–16 кг, называемые кувалдами.

В некоторых случаях, например, при изготовлении изделий из тонкой листовой стали, применяют деревянные молотки – киянки, которые бывают с круглым или прямоугольным ударником.

2.4. Правка и рихтовка металла (холодным способом)

Правка и рихтовка представляют собой операции по выправке металла, заготовок и деталей, имеющих вмятины, выпучины, волнистость, коробление, искривления и др. Правка и рихтовка имеют одно и то же

назначение, но отличаются приемами выполнения и применяемыми инструментами и приспособлениями.

Металл подвергается правке, как в холодном, так и в нагретом состоянии. Выбор способа зависит от прогиба, размеров и материала изделия. Правка выполняется ручным способом на правильной плите или наковальне – машинным на вальцах или прессах.

Правильные плиты изготавливают массивными из стали или чугуна размером 400 х 400; 750 х 1000; 1000 х 1500; 1500 х 2000; 2000 х 2000; 1500 х 3000 мм.

Рихтовальные бабки используются для правки (рихтовки) закаленных деталей; изготавливают их из стали и закаливают.

Для правки применяют **молотки с круглым гладким полированным бойком**.

Для правки закаленных деталей (рихтовки) применяют **молотки с радиусным бойком**; корпус молотка выполняют из стали У10; масса молотка равна 400–500 г.

Молотки со вставными бойками из мягких металлов применяются при правке деталей с окончательно обработанной поверхностью.

Гладилки (деревянные или металлические бруски) применяют при правке тонкого листового и полосового металла.

Правка металла

Кривизну деталей проверяют на глаз или по зазору между плитой и деталью. При правке важно правильно выбирать места, по которым следует наносить удары. Правку выполняют на наковальне, правильной плите или надежных подкладках, исключая возможность соскальзывания с них детали при ударе.

Правка полосового металла осуществляется в следующем порядке. Полосу располагают на правильной плите так, чтобы она лежала выпуклостью вверх, соприкасаясь с плитой в двух точках. Удары наносят по выпуклым частям, регулируя их силу в зависимости от толщины полосы и величины кривизны; чем больше искривление и толще полоса, тем сильнее должны быть удары. Результат правки (прямолинейность заготовки) проверяют на глаз, а более точно – на разметочной плите по просвету или наложением линейки на полосу.

Правка прутка. После проверки на глаз на выпуклой стороне мелом отмечают границы изгибов. Затем прутки укладывают на плиту или наковальню так, чтобы изогнутая часть находилась выпуклостью вверх, и наносят удары молотком.

Правка листового металла более сложна, чем предыдущие операции.

При правке заготовок с выпучинами выявляют покоробленные участки, устанавливают, где больше выпучен металл. Правку начинают с ближайшего к выпучине края, по которому наносят один ряд ударов

молотком в пределах, указанных зачерненными кружками. Затем наносят удары по второму краю.

После этого по первому краю наносят второй ряд ударов и переходят опять ко второму краю и так до тех пор, пока постепенно не приблизятся к выпучине.

Тонкие листы правят легкими деревянными молотками – киянками, медными, латунными или свинцовыми молотками, а очень тонкие листы кладут на ровную плиту и выглаживают металлическими или деревянными брусками.

Правка (рихтовка) закаленных деталей. После закалки стальные детали иногда коробятся. Правка искривленных после закалки деталей называется рихтовкой. Точность рихтовки может составлять 0,01–0,05 мм.

В зависимости от характера рихтовки применяют молотки с закаленным бойком или специальные рихтовальные молотки с закругленной стороной бойка.

Изделия толщиной не менее 5 мм, если они закалены не насквозь, а только на глубину 1–2 мм, имеют вязкую сердцевину, поэтому рихтуются сравнительно легко; их нужно рихтовать, нанося удары по выпуклым местам. В случае коробления изделия по плоскости и по узкому ребру, рихтовку выполняют отдельно – сначала по плоскости, а потом по ребру.

Правку короткого пруткового материала выполняют на призмах, правильных плитах или простых подкладках. Прямолинейность проверяют на глаз или по просвету между прутком и плитой.

Правку валов (диаметром до 30 мм) выполняют на ручных прессах с применением призмы.

Правку наклёпом производят после укладки изогнутого вала на ровную плиту выпуклостью вниз, нанося небольшим молотком частые и легкие удары по поверхности вала. После возникновения на поверхности наклепанного слоя, просвет между валом и плитой исчезает – правку прекращают.

Оборудование для правки

В основном на предприятиях применяют машинную правку на правильных вальцах, прессах и специальных приспособлениях.

Гибочные вальцы бывают ручными и приводными. На ручных и приводных трехвалковых гибочных вальцах правят заготовки прямые и изогнутые по радиусу, имеющие на поверхности выпучины и вмятины.

Листогибочная трехвалковая машина имеет расположенные один над другим валки, которые регулируются в зависимости от толщины заготовки, удаляясь друг от друга или сближаясь. Заготовку устанавливают между двумя передними валками и, вращая рукоятку по часовой стрелке, пропускают между валками до полного устранения выпучин и вмятин.

Правка валов и угловой стали на **винтовых прессах** применяется в тех случаях, когда правка молотком не обеспечивает должного результата.

Некоторые особенности имеет правка угловой стали. Деформированный уголок устанавливают в призме на столе прессы, между полками уголка устанавливают закаленный стальной валик. При нажиме винтом прессы валик придает уголку соответствующую форму. Листы, полосы и ленты правят на листоправочных станках, горизонтальных правильно – растяжных машинах и пневматических молотах.

Сварные соединения, имеющие коробления, подвергаются холодной правке. Вручную с помощью деревянных и стальных молотков на плитах, наковальнях и т. д. Холодную правку выполняют особенно осторожно.

2.5. Резка металла

Резкой называют отделение частей (заготовок) от сортового или листового металла. Резка выполняется как со снятием стружки, так и без нее.

Сущность процесса резки ножницами заключается в отделении частей металла под действием пары режущих ножей. Разрезаемый лист помещают между верхним и нижним ножами. Верхний нож, опускаясь, давит на металл и разрезает его. Ножи изготавливают из сталей У7, У8; боковые поверхности лезвий закалены до HRC_э52–58, отшлифованы и остро заточены.

Резка ручными ножницами

Обыкновенные ручные ножницы применяются для резания стальных листов толщиной 0,5–1 мм и листов из цветных металлов толщиной до 1,5 мм. Ручные ножницы изготавливают с прямыми и кривыми режущими лезвиями.

По расположению режущей кромки лезвия ножницы делятся на правые (скос на каждой части режущей половины находится с правой стороны); левыми (скос на каждой части режущей половины находится с левой стороны).

Длина ножниц равна 200, 250, 320, 360 и 400 мм, а режущей части (от острых концов до шарнира) – соответственно, 55–65, 70–82, 90–105, 100–120 и 110–130 мм. Хорошо заточенные и отрегулированные ножницы должны резать бумагу.

Стуловые ножницы отличаются от обыкновенных большими размерами и применяются при резании листового металла толщиной до 3 мм.

Стуловые ножницы малопроизводительны, при работе требуют значительных усилий, поэтому для резания больших партий листового металла их не применяют.

Ручные малогабаритные силовые ножницы служат для резки листовой стали толщиной до 2,5 мм и прутков диаметром до 8 мм. Ножи ножниц – сменные и прикреплены к рычагам на потайных заклепках. Эти ножи являются сменными и вставляются в гнездо дисков. Для обрезки

болтов (шпилек) во втулках одного из дисков имеется нарезка (несколько ниток), которая предохраняет резьбу болтов при обрезке от смятия.

Рычажные ножницы применяются для резания листовой стали толщиной до 4 мм, алюминия и латуни – 6 мм. Верхний шарнирно закрепленный нож приводится в действие от рычага. Нижний нож неподвижный.

Ножи изготавливают из стали У8 и закаливают до твердости HRCэ52–60. Углы заострения режущих граней равны 5–85 градусов.

Перед работой проверяют наличие смазки на трущихся поверхностях, плавность хода рычага, отсутствие зазора между режущими кромками.

Маховые ножницы широко используются для резки листового металла толщиной 1,5–2,5 мм с пределом прочности 450–500 МПа (сталь, дюралюминий и т. д.). Этими ножницами режут металл значительной длины.

Ножницы с наклонными ножами (гильотинные) позволяют разрезать листовой металл толщиной до 32 мм, листы размерами 1000–32000 мм, реже – полосовой прокат, а также листовые неметаллические материалы.

Резка ножовкой

Ручная ножовка (пила) – инструмент, предназначенный для разрезания толстых листов полосового, круглого и профильного металла, а также для прорезания шлицев, пазов обрезки и вырезки заготовок по контуру и других работ.

Ножовочное полотно представляет собой тонкую и узкую стальную пластину с двумя отверстиями и с зубьями на одном или обеих ребрах. Полотна изготавливают из сталей У10А и Х6ВФ, их твердость HRCэ61–64. В зависимости от назначения ножовочные полотна разделяются на ручные и машинные.

Размер (длина) ручного ножовочного полотна определяется по расстоянию между центрами отверстий под штифты, длина полотна для ручной пилы $L = 250\text{--}300$ мм, высота $b = 13$ и 16 мм, толщина $h = 0,65$ и $0,8$ мм.

Для резки металлов различной твердости углы зубьев ножовочного полотна выполняют следующими: передний угол равен 0–12 градусов; а задний угол зубьев равен 35–40 градусов; угол заострения равен 43–60 градусов.

Для резки более твердых материалов применяют полотна, у которых угол заострения зубьев больше, для резания мягких материалов угол заострения меньше. Полотна с большим углом заострения более изнosoустойчивы.

Разводка зубьев ножовочного полотна. При резке ручной ножовкой в работе должно участвовать (одновременно резать металл) не менее двух-трех зубьев. Во избежание заедания (заклинивания) ножовочного полотна в металле зубья разводят, чтобы ширина разреза, сделанного ножовкой, была

много больше толщины полотна. Кроме того, это значительно облегчит работу.

Разводка ножовочного полотна должна заканчиваться на расстоянии не более 30 мм от торца.

Подготовка к работе ножовкой. Перед работой ножовкой прочно закрепляют разрезаемый материал в тисках (уровень крепления должен соответствовать росту работающего). При длинных пропилах используют ножовочные полотна с крупным шагом зубьев, а при коротких – с мелким.

Ножовочное полотно устанавливают в прорези головки так, чтобы зубья были направлены от рукоятки, а не к ней. При этом сначала вставляют конец полотна в неподвижную головку и фиксируют его штифтом, затем вставляют второй конец полотна в прорезь подвижного штыря и также закрепляют штифтом. При этом из-за опасения разрыва полотна ножовку держат в удалении от лица. Степень натяжения полотна проверяют, легко нажимая на него пальцем сбоку; если полотно не прогибается, натяжение достаточно.

Положение корпуса работающего. При резке ручной ножовкой становятся перед тисками прямо, свободно и устойчиво, в пол-оборота по отношению к губкам тисков или оси обрабатываемой заготовки. Ступни ног ставят так, чтобы образовали угол 60–70 градусов при определенном расстоянии между пятками.

Положение рук (хватка). Рукоятку обхватывают четырьмя пальцами правой руки так, чтобы она упиралась в ладонь; большой палец накладывают сверху вдоль рукоятки. Пальцы правой руки обхватывают гайку и подвижную головку ножовки.

Работа ножовкой. При резке ножовкой, как и при опиливании, должна соблюдаться строгая координация усилий (балансировка), заключающаяся в правильном увеличении нажима рук.

В процессе резки осуществляется два хода – рабочий, когда ножовка перемещается вперед от работающего, и холостой, когда к работающему. При холостом ходе на ножовку не нажимают, в результате чего зубья только скользят, а при рабочем ходе обеими руками создают легкий нажим так, чтобы ножовка двигалась прямолинейно.

При работе ножовкой необходимо выполнять следующие правила:

- короткие заготовки резать на наиболее короткой стороне;
- при резке проката углового, таврового и швеллерного профилей лучше изменять положение заготовки, чем резать по узкой стороне;
- в работе должно участвовать все ножовочное полотно;
- при резке не давать полотну нагреваться; для уменьшения трения полотна о стенки в пропилах заготовки периодически смазывать полотно минеральным маслом или графитовой смазкой, особенно при резке вязких металлов;
- латунь и бронзу разрезать только новыми полотнами, так как даже малоизношенные зубья не режут, а скользят;

- в случае поломки или выкрашивания хотя бы одного зуба, работу немедленно прекратить, удалить из пропила остатки сломанного зуба, плотно заменить новым или сточить на станке два-три соседних зуба; после этого можно продолжить работу.

Механизированная резка

Механизированная резка осуществляется с помощью различных механических, электрических и пневматических ножовок и ножниц, дисковых пил или другого универсального или специального оборудования.

Ножовочные пилы (приводные ножовки) применяют для резки сортового и профильного металла. Ножовочная пила 872А, имеющая электрический и гидравлический приводы, точность обработки на таком станке составляет $+2 - -2$ мм, шероховатость поверхности $Ra = 20$ мкм ($Rz = 80$ мкм).

Зажимные тиски. Тиски с плоскими губками служат для закрепления заготовок больших сечений – от 40 до 250 мм, с V-образными губками до 120 мм. Эти тиски являются поворотными, в них разрезаемый материал закрепляют под углом 45 градусов.

Установка ножовочного полотна. Полотно устанавливают одним концом на штифт неподвижно укрепленной планки пильной рамы так, чтобы зубья полотна были направлены в сторону рабочего хода.

Ножовочную плиту налаживают для резки твердых металлов на 85, а для резки мягких металлов – на 110 двойных ходов в минуту.

Приступая к разрезанию металла на пиле, рукоятку крана гидропривода устанавливают в положение «Спуск» и включают электродвигатель. Затем рукоятку перемещают по направлению к положению «Быстрое действие» и устанавливают желаемую подачу резания.

Ручные электрические ножницы С-424 вибрационного типа состоят из электродвигателя, редуктора с эксцентриком и рукоятки. Зазор между ножами устанавливают в зависимости от толщины разрезаемого металла по таблицам и проверяют щупом (при толщине 0,5–0,8 мм зазор равен 0,03–0,048 мм, при толщине 1–1,3 мм – 0,06–0,08 мм, при толщине 1,6–2 мм – 0,1–0,13 мм).

Пневматические ножницы предназначены для прямолинейной и криволинейной резки металла и приводятся в действие пневматическим роторным двигателем. Наибольшая толщина разрезаемого стального листа средней твердости составляет 3 мм, наибольшая скорость резания – 2,5 м/мин, число двойных ходов ножа в минуту – 1600.

Пневматическая ножовка приводится в действие сжатым воздухом. Максимальная толщина разрезаемого металла равна 5 мм, наименьший радиус – 50 мм, скорость резания – 20 м/мин.

Дисковая пневматическая пила применяется для резки труб непосредственно на месте сборки трубопроводов.

При использовании пневматической пилы на разрезаемых поверхностях труб не образуются наплывов и заусенцев.

Пневматическая пила допускает разрезание труб диаметром до 50–64 мм. Диаметр фрезы 190–220 мм, частота ее вращения – 150–200 об/мин.

2.6. Опиливание металла

Опиливанием называется операция по обработке металлов и других материалов снятием небольшого слоя напильниками вручную или на опилочных станках.

С помощью напильников обрабатывают плоскости, криволинейные поверхности, пазы, канавки, отверстия любой формы, поверхности, расположенные под разными углами, и т. п. Припуски на опиление оставляются небольшими – от 0,5 до 0,25 мм. Точность обработки опилением составляет 0,2–0,05 мм (в отдельных случаях – до 0,001 мм).

Напильники. Напильник представляет собой стальной брусок определенного профиля и длины, на поверхности которого имеются насечки (нарезки), образующие впадины и острозаточенные зубцы (зубья), имеющие в сечении форму клина. Напильники изготавливают из стали У10А, У13А, ШХ15, 13Х, после нарезания подвергают термической обработке.

Напильники подразделяют по размеру насечки, ее форме, по длине и форме бруска.

Виды и основные элементы насечек. Насечки на поверхности напильника образуют зубья, которые снимают стружку с обрабатываемого материала.

Напильники с одинарной насечкой могут снимать широкую стружку, равную длине всей насечки. Их применяют при опиливании мягких металлов и сплавов с незначительным сопротивлением резанию, а также неметаллических материалов. Одинарная насечка наносится под углом 25 градусов к оси напильника.

Напильники с двойной (перекрестной) насечкой применяют для опиления стали, чугуна и других твердых материалов с большим сопротивлением резанию.

Напильники с рашпильной (точечной) насечкой (рашпили) применяют для обработки очень мягких металлов и неметаллических материалов – кожи, резины и др.

Рашпильная (точечная) насечка получается вдавливанием металла специальными зубилами.

Напильники с дуговой насечкой применяют при обработке мягких металлов.

Дуговую насечку получают фрезерованием; она имеет большие впадины между зубьями и дугообразную форму, обеспечивающую высокую производительность и повышенное качество обрабатываемых поверхностей.

Классификация напильников

По назначению напильники подразделяют на следующие группы: общего назначения; специального назначения; надфили; рашпили; машинные.

Напильники общего назначения предназначены для общеслесарных работ. По числу n насечек (зубьев), приходящихся на 10 мм длины, напильники подразделяются на шесть классов, а насечки имеют номера 0, 1, 2, 3, 4, и 5;

- первый класс с насечкой № 0 и 1 ($n = 4-12$) называют **драчёвыми**;
- второй класс с насечкой № 2 и 3 ($n = 13-24$) называют **личными**;
- третий, четвертый и пятый класс с насечкой № 4 и 5 ($n = 24-28$) называют **бархатными**.

Напильники делятся на следующие типы:

А – плоские;

Б – плоские остроносые напильники применяются для опилования наружных или внутренних плоских поверхностей;

В – квадратные напильники используются для распиливания квадратных, прямоугольных и многоугольных отверстий;

Г – трехгранные напильники служат для опилования острых углов, равных 60 градусов и более, как с внешней стороны детали, так и в пазах, отверстиях и канавках;

Д – круглые напильники используются для распиливания круглых или овальных отверстий и вогнутых поверхностей небольшого радиуса;

Е – полукруглые напильники с сегментным сечением применяют для обработки вогнутых криволинейных поверхностей значительного радиуса и больших отверстий (выпуклой стороной);

Ж – ромбические напильники применяют для опилования зубчатых колес, дисков и звездочек;

З – ножовочные напильники служат для опилования внутренних углов, клиновидных канавок, узких пазов, плоскостей в трехгранных, квадратных и прямоугольных отверстиях.

Плоские, квадратные, трехгранные, полукруглые, ромбические и ножовочные напильники изготовляют с насеченными и нарезанными зубьями. Ромбические и ножовочные напильники изготовляют только с насечками № 2, 3, 4 и 5 длиной, соответственно, 100–250 мм и 100–315 мм.

Напильники специального назначения для обработки цветных сплавов, в отличие от слесарных напильников общего назначения, имеют другие, более рациональные для данного конкретного сплава углы наклона насечек и более глубокую и острую насечку, что обеспечивает высокую производительность и стойкость напильников.

Напильники для обработки бронзы, латуни и дюралюминия имеют двойную насечку – верхняя выполнена под углами 45, 30 и 50 градусов, а нижняя – соответственно, под углами 60, 85 и 60 градусов. Маркируют напильники буквами ЦМ на хвостовике. А также бывают для обработки изделий из легких сплавов и неметаллических материалов, тарированные и алмазные напильники.

Надфили – это небольшие напильники, применяются для лекальных, граверных, ювелирных работ, а также для зачистки в труднодоступных местах (отверстий, углов, коротких участков профиля и др.).

Изготавливают надфили из стали У13 или У13А (допускается У12 или У12А). Длина надфилей установлена равной 80, 120 и 160 мм.

В зависимости от количества насечек, приходящиеся на каждые 10 мм длины, надфиля разделяются на пять типов – № 1, 2, 3, 4 и 5. Надфили имеют на рукоятке наносимые номера насечки: № 1 – 20–40; № 2 – 28–56; № 3, 4 и 5 – 40–112 насечек на 10 мм длины.

Алмазные надфили применяют для обработки твердосплавных материалов, различных видов керамики, стекла, а также для доводки режущего твердосплавного инструмента. При обработке надфилями получают поверхности с шероховатостью Ra 0,32–0,16.

Рашипили предназначены для обработки мягких металлов (свинец, олово, медь и др.) и неметаллических материалов (кожа, резина, древесина, пластические массы), когда обычные напильники непригодны. В зависимости от профиля рашипили бывают тупоносые и остроносые, а также круглые и полукруглые с насечкой № 1 и 2 длиной 250–350 мм.

Виды опилования

Опиливание наружных плоских поверхностей начинают с проверки припуска на обработку, который мог бы обеспечить изготовление детали в соответствии с чертежом. При опиливании плоских поверхностей используют плоские напильники – драчевый и личной. Опиливание ведут перекрестными штрихами. Параллельность сторон проверяют штангенциркулем, а качество опилования – поверочной линейкой в различных положениях (вдоль, поперек, по диагонали).

Лекальные линейки служат для проверки прямолинейности опиленных поверхностей на просвет и на краску. При проверке прямолинейности на просвет лекальную линейку накладывают на контролируемую поверхность и по размеру световой щели устанавливают, в каких местах имеются неровности.

Опиливание поверхностей угольника, расположенных под прямым углом, связано с пригонкой внутреннего угла и сопряжено с некоторыми трудностями.

Опиливание конца стержня на квадрат начинают с опилования грани, размер проверяют штангенциркулем.

2.7. Сверление

Сверлением называется образование снятием стружки отверстий в сплошном материале с помощью режущего инструмента – сверла. Сверление применяют для получения отверстий невысокой степени точности и для получения отверстий под нарезание резьбы, зенкирование и развертывания.

Сверление применяется:

- для получения неответственных отверстий невысокой степени точности и значительной шероховатости, например, под крепежные болты, заклепки, шпильки и т. д.;

- для получения отверстий под нарезание резьбы, развертывания и зенкерование.

Сверлением можно получить отверстие с точностью по 10-му, в отдельных случаях – по 11-му качеству и шероховатостью поверхности Rz 320–80.

Сверла бывают различных видов и изготавливаются из быстрорежущих, легированных и углеродистых сталей, а также оснащаются пластинками из твердых сплавов.

Сверло имеет две режущих кромки. Для обработки металлов различной твердости, применяют сверла с различным углом наклона винтовой канавки. Для сверления стали пользуются сверлами с углом наклона канавки 18–30 градусов, для сверления легких и вязких металлов – 40–45 градусов, при обработке алюминия, дюралюминия и электрона – 45 градусов.

Хвостовики у спиральных сверл могут быть коническими и цилиндрическими. Конические хвостовики имеют сверла диаметром 6–80 мм. Эти хвостовики образуются конусом Морзе.

Шейка сверла, соединяющая рабочую часть с хвостовиком, имеет меньший диаметр, чем диаметр рабочей части.

Сверла бывают оснащенные пластинками из твердых сплавов, с винтовыми, прямыми и косыми канавками, а также с отверстиями для подвода охлаждающей жидкости, твердосплавных монолитов, комбинированных, центровочных и перовых сверл. Эти сверла изготавливают из инструментальных углеродистых сталей У10, У12, У10А и У12А, а чаще – из быстрорежущей стали Р6М5.

Заточка спиральных сверл

Чтобы повысить стойкость режущего инструмента и получить чистую поверхность отверстия, при сверлении металлов и сплавов пользуются охлаждающей жидкостью.

Заточку выполняют в защитных очках (если на станке нет прозрачного экрана).

Угол заточки существенно влияет на режим резания, стойкость сверла и, следовательно, на производительность. Качество заточки сверл проверяют специальными шаблонами с вырезами. Шаблон с тремя вырезами позволяет проверять длину режущей кромки, угол заточки, угол заострения, а также угол наклона поперечной кромки.

2.8. Зенкерование, зенкование и развертывание отверстий

Зенкерование

Зенкерованием называется процесс обработки зенкерами цилиндрических и конических необработанных отверстий в деталях, полученных литьем, ковкой, штамповкой, сверлением, с целью увеличения их диаметра, качества поверхности, повышения точности (уменьшение конусности, овальности).

Зенкеры. По внешнему виду зенкер напоминает сверло, но имеет больше режущих кромок (три-четыре) и спиральных канавок. Работает зенкер как сверло, совершая вращательное движение вокруг оси, а поступательное – вдоль оси отверстия. Зенкеры изготавливают из быстрорежущей стали; они бывают двух типов: цельные с коническим хвостиком и насадные. Первые для предварительной, а вторые для окончательной обработки отверстий.

При зенкеровании деталей из стали, меди, латуни, дюралюминия применяют охлаждение мыльной эмульсией.

Для получения правильного и чистого отверстия припуски на диаметр под зенкерование должен составлять 0,05 диаметра (до 0,1 мм).

Зенкование

Зенкование – это процесс обработки специальным инструментом цилиндрических или конических углублений и фасок просверленных отверстий под головки болтов, винтов и заклепок.

Инструмент для зенкования. Основной особенностью зенковок по сравнению с зенкерами является наличие зубьев на торце и направляющих цапф, которыми зенковки вводятся в просверленное отверстие.

Зенковки бывают: **цилиндрическая**, имеющая направляющую цапфу, рабочую часть, состоящую из 4–8 зубьев и хвостовика; **коническая** имеет угол конуса при вершине 30, 60, 90 и 120 градусов; **державка с зенковкой и вращающимся ограничителем** позволяет зенковать отверстия на одинаковую глубину, что трудно достичь при пользовании обычными зенковками; **цековки** в виде насадных головок, имеют торцевые зубья, используют их для обработки бобышек под шайбы, упорные кольца и гайки. Крепление зенковок и цековок не отличается от крепления сверл.

Развертывание отверстий

Развертывание – это процесс чистовой обработки отверстий, обеспечивающий точность по 7–9-му качествам и шероховатость поверхности $Ra\ 1,25\text{--}0,63$.

Развертки – это инструмент для развертывания отверстий ручным или машинным способом. Развертки, применяемые для ручного развертывания, называются **ручными**, для станочного развертывания – **машинными**.

По форме обрабатываемого отверстия развертки подразделяют на **цилиндрические и конические**. Ручные и машинные развертки состоят из

трех основных частей: рабочей, шейки и хвостовика. У ручных разверток обратный конус составляет 0,05–0,1 мм, а у машинных – 0,04–0,3 мм.

Машинные развертки изготавливают с **равномерным распределением зубьев** по окружности. Число зубьев разверток четное – 6, 8, 10 и т. д. Чем больше зубьев, тем выше качество обработки.

Ручные и машинные развертки выполняют с **прямыми** (прямозубые) и **винтовыми** (спиральные) канавками (зубьями).

Развертки подразделяются на несколько видов:

- ручные цилиндрические развертки;
- машинные развертки с коническим и цилиндрическим хвостиком;
- машинные насадные развертки и со вставными ножами;
- машинные развертки с квадратной головкой;
- машинные развертки, оснащенные пластинками из твердого сплава;
- раздвижные (регулируемые) машинные развертки.

Приемы развертывания

Развертыванию всегда предшествует сверление и зенкерование отверстий. Глубина резания определяется толщиной срезаемого слоя, составляющей половину припуска на диаметр. При этом нужно иметь в виду, что для отверстий диаметром не более 25 мм под черное развертывание оставляют припуск 0,01–0,15 мм, под чистовое – 0,05–0,02 мм.

Ручное развертывание. Приступая к развертыванию, прежде всего, следует:

- выбрать соответствующую развертку, затем убедиться, что на режущих кромках нет выкрошившихся зубьев или забоин;
- осторожно установить в отверстие развертку и проверить ее положение по угольнику 90 градусов; убедившись в перпендикулярности оси, в отверстие вставляют конец развертки так, чтобы ее ось совпала с осью отверстия; вращение осуществляют только в одном направлении, так как при вращении в обратном направлении может искрошиться лезвие.

Обработка конических отверстий. Вначале обрабатывают отверстие ступенчатым зенкером, затем применяют развертку со стружколомающими канавками и далее – коническую развертку с гладкими режущими лезвиями.

Безопасность труда. При развертывании отверстий необходимо выполнять те же требования безопасности, что и при сверлении.

2.9. Нарезание резьбы

Понятие о резьбе. Образование винтовой линии

Нарезанием резьбы называется ее образование снятием стружки (а также пластическим деформированием) на наружных или внутренних поверхностях заготовок деталей.

Резьба бывает **наружной и внутренней**. Деталь (стержень) с наружной резьбой называется **винтом**, а с внутренней – **гайкой**. Эти резьбы изготавливаются на станках или вручную.

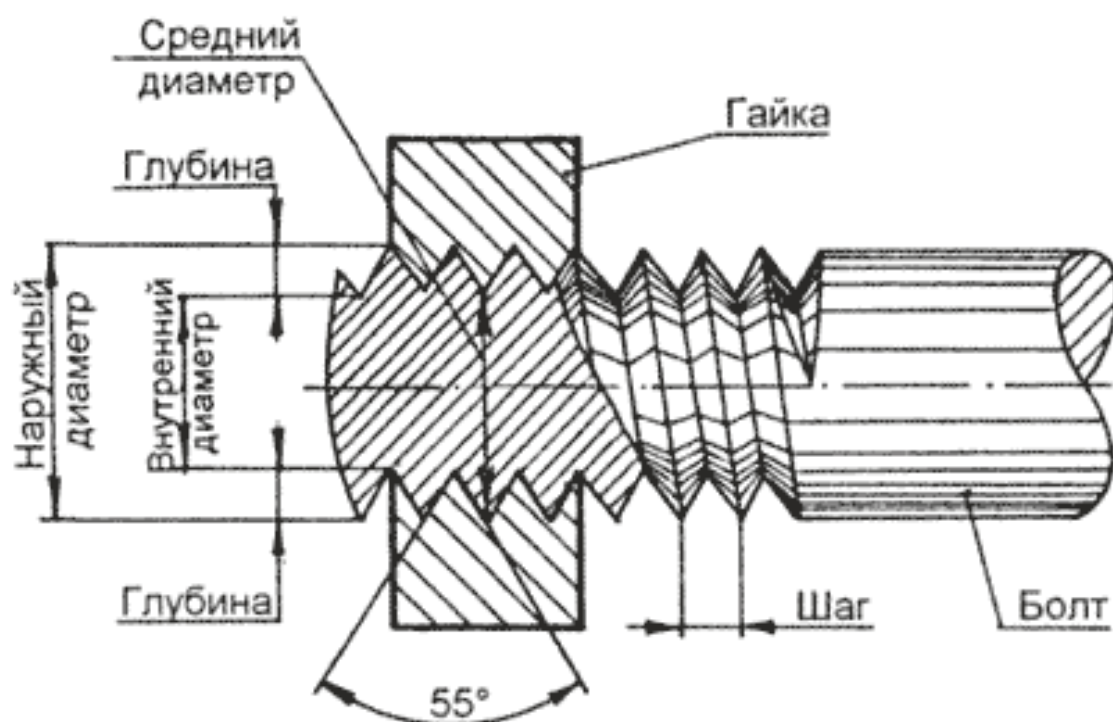


Рисунок 2.2 – Основные элементы резьбы

Профиль резьбы

Профиль резьбы зависит от формы режущей части инструмента, с помощью которого нарезается резьба.

А) цилиндрическая треугольная резьба. Это крепежная резьба, нарезается на шпильках – гайка, болтах.

Б) прямоугольная резьба имеет прямоугольный (квадратный) профиль. Трудна в изготовлении, непрочна и применяется редко.

В) трапецеидальная ленточная резьба имеет сечение в виде трапеции с углом профиля, равным 30 градусам. Применяется для передачи движений или больших усилий в металлорежущих станках (ходовые винты, домкраты, прессы и т. д.).

Г) упорная резьба имеет профиль в виде неравнобокой трапеции с рабочим углом при вершине, равным 30 градусам. Основания витков закруглены, что обеспечивает в опасном сечении прочный профиль.

Д) круглая резьба имеет профиль, образованный двумя дугами, сопряженными с небольшими прямолинейными участками, и углом, равным 30 градусам. В машиностроении эта резьба применяется редко, ее применяют в соединениях, подвергающихся сильному износу (арматура

пожарного трубопровода, вагонные стяжки, крюки грузоподъемных машин и т. д.).

Резьба может быть левая и правая, по числу ниток резьбы разделяют на одноходовые и многоходовые.

Основные типы резьбы и их обозначение. В машиностроении, как правило, применяют три системы резьбы – **метрическую, дюймовую и трубную.**

Метрическая резьба имеет треугольный профиль с плоскосрезанными вершинами, и шаг выражен в миллиметрах, они делятся на резьбы с нормальным шагом М20 (число – наружный диаметр резьбы), с мелким шагом М20х1,5 (число – наружный шаг резьбы). Их применяют как крепежные: с нормальным шагом – при значительных нагрузках и для крепежных деталей (гаек, болтов, винтов), с мелким шагом – при малых нагрузках тонких регулировках.

Дюймовая резьба имеет треугольный плоскосрезанный профиль с углом 55 градусов (резьба Витворта) или 60 градусов (резьба Селлерса). Все размеры этой резьбы выражаются в дюймах ($1'' = 25,4$ мм). Шаг выражается числом ниток (витков) на длине одного дюйма с диаметрами от $3/16$ до $4''$ и числом ниток на $1''$, равным 24–3.

Трубная цилиндрическая резьба стандартизована, представляет собой мелкую дюймовую резьбу, но в отличие от последней сопрягается без зазоров и имеет закругленные вершины.

Стандартизованы трубные резьбы диаметрами от $1/8$ до $6''$ с числом ниток на одном дюйме от 28 до 11.

Инструмент для нарезания резьбы

Резьбы на деталях получают на сверлильных, резбонарезных и токарных станках, а также накатыванием, т. е. методом пластических деформаций. Инструментом для накатывания резьбы служат накатные плашки, накатные ролики и накатные головки. Иногда резьбу нарезают вручную.

Внутреннюю резьбу нарезают метчиками, наружную – плашками, прогонками и другими инструментами.

Инструмент для нарезания внутренней резьбы. Метчики

Метчики делят: по назначению – на ручные, машинно-ручные и машинные; в зависимости от профиля нарезаемой резьбы – для метрической, дюймовой и трубной резьбы; по конструкции – на цельные, сборные (регулируемые и самовыключающиеся) и специальные.

В комплект, состоящий из трех метчиков, входят черновой, средний и чистовой метчики (рис. 2.3, I, II, III).

Метчик состоит из следующих частей: **рабочая часть** – винт с продольными канавками служит для нарезания резьбы. Рабочая часть состоит из **заборной (или режущей) части** – она производит основную работу при нарезании и **калибрующей (направляющей) части** – резьбовая

часть метчика, смежная с заборной частью – она направляет метчик в отверстие и калибрует нарезаемое отверстие; **хвостовик-стержень** служит для закрепления метчика в патроне или воротке.

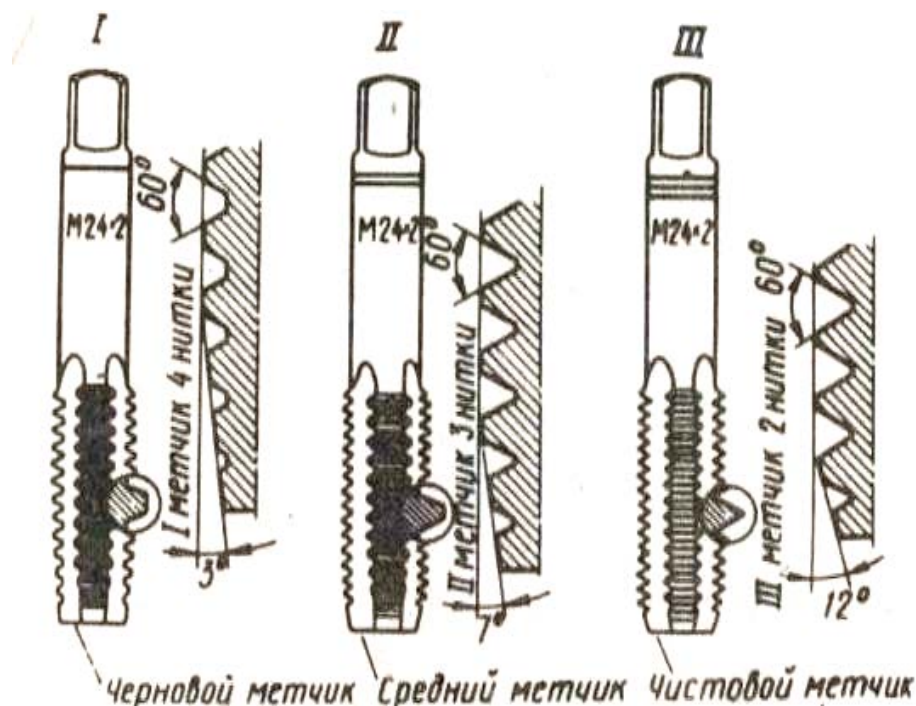


Рисунок 2.3 – Виды метчиков

Резьбовые части метчика, ограниченные канавками, называются **режущими перьями**, имеющие форму клина.

Режущими кромками называются кромки на режущих перьях метчика, образованные пересечением передних поверхностей канавки, стыкованными поверхности рабочей части.

Сердцевина – это внутренняя часть тела метчика. Метчики для нарезания резьбы в нержавеющих сталях имеют более массивную (толстую) сердцевину.

Канавки представляют собой углубления между режущими зубьями (перьями), получающиеся путем удаления части металла. Эти канавки служат для образования режущих кромок и размещения стружки при нарезании резьбы.

Метчики имеют разную конструкцию, в зависимости от которой бывают **цилиндрической конструкции и конической**. В комплект, состоящий из трех метчиков, входят черновой, средний и чистовой метчики, которые имеют разные диаметры и снимают разное количество металла (стружки). Черновой – до 60 % металла; средний метчик – до 30 % металла; чистовой метчик еще до 10 %, после него резьба имеет полный профиль.

По точности нарезаемой резьбы метчики делятся на четыре группы: С, D, E и Н. Метчики группы С – самые точные, группы E и Н – менее точные

с нешлифованным профилем зубьев. Группа С и D – со шлифованным профилем зубьев; ими нарезают высококлассные резьбы.

Машинно-ручные метчики применяют для нарезания метрической, дюймовой и трубной цилиндрической и конической резьбы в сквозных и глухих отверстиях всех размеров.

Машинные метчики применяют для нарезания на станках резьбы в сквозных и глухих отверстиях. Они бывают цилиндрическими и коническими.

Гаечные метчики служат для нарезания метрической резьбы в гайках за один рабочий ход вручную или на станке. Они выполняются однокомплектными, имеют длинную режущую часть и хвостовик.

Также бывают метчики **плашечные, маточные, специальные, бесканавочные, комбинированные, метчики с винтовыми канавками**. Все они отличаются друг от друга формой и местом применения.

Воротки. При нарезании резьбы вручную, режущий инструмент вращают с помощью воротков, устанавливаемых на квадраты хвостовиков.

Нерегулируемые воротки имеют одно или три отверстия; в **регулируемых воротках** есть регулируемое отверстие для вращения метчика при нарезании резьбы в труднодоступных местах.

Тарированный вороток состоит из корпуса, пружины и втулки и применяется для нарезания резьбы в глубоких и глухих местах.

Универсальный вороток предназначен для закрепления плашек с наружным диаметром 20 мм, всех видов метчиков и разверток, имеющих хвостовики квадратного сечения со сторонами до 8 мм. Для закрепления плашек в корпусе универсального воротка имеется гнездо. Плашка закрепляется винтами.

2.10. Клепка

Клепкой называется процесс соединения двух или нескольких деталей с помощью заклепок. Этот вид соединения относится к группе неразъемных, так как разъединение склепанных деталей возможно только путем разрушения заклепки.

Заклепочные соединения применяются при изготовлении металлических конструкций мостов, ферм, рам, балок, а также в самолетостроении, котлостроении, судостроении и т. д.

Процесс клепки состоит из основных операций:

- образование отверстия под заклёпку в соединяемых деталях сверлением или пробивкой;
- зенкование гнезда под закладную головку заклепки (при клепке заклепками с потайной головкой);
- вставка заклепки в отверстие;
- образование замыкающей головки заклепки, т. е. собственно клепка.

Клепка делится на холодную, выполняемую без нагрева заклепок, и горячую, при которой стержень заклепки перед постановкой нагревают до 1000–1100 градусов.

Холодная или горячая клепка производится в зависимости от диаметра заклепок:

- до $d = 8$ мм – только холодная;
- при $d = 8–12$ мм – как горячая, так и холодная;
- при $d > 12$ мм – только горячая.

В зависимости от инструмента и оборудования, а также нанесения ударов или давления на заклепку различают три вида клепки: ударную ручными инструментами; ударную с помощью клепальных пневматических молотков; прессовую с помощью клепальных прессов или скоб.

Заклепочные соединения имеют ряд недостатков: увеличение массы клепаных конструкций; ослабление склепываемого материала в местах образования отверстий под заклепки; увеличение технологических операций. Различают клепку на ручную, механизированную и машинную.

Типы заклепок

Заклепка – это цилиндрический металлический стержень с головкой определенной формы. Головка заклепки, высаженная заранее, т. е. изготовленная вместе со стержнем, называется **закладной**, а образующаяся во время клепки из части стержня, выступающего над поверхностью склепываемых деталей, – **закрывающей**.

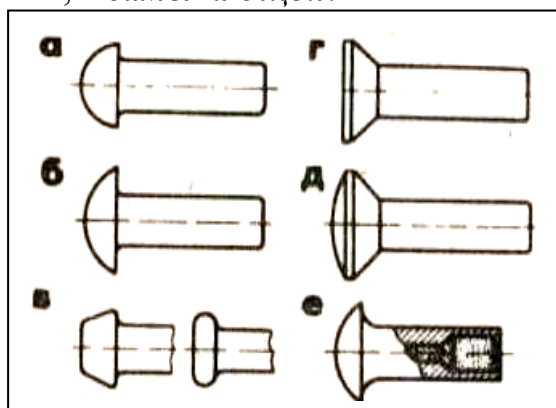


Рисунок 2.4 – Виды заклепок

По форме головок различают заклепки: (а) – с полукруглой высокой головкой со стержнем диаметром 1–36 мм и длиной 2–180 мм; (б) – с полукруглой низкой головкой со стержнем диаметром 1–10 мм и длиной 4–80 мм; (в) – плоской головкой со стержнем диаметром 2–36 мм и длиной 4–180 мм; (г) – с потайной головкой со стержнем диаметром 1–36 мм и длиной 2–180 мм; (д) – с полупотайной головкой со стержнем диаметром 2–36 мм и длиной 3–210 мм.

Заклепки изготовляют из материалов с хорошей пластичностью – сталей (Ст2, Ст3, стали 10 и 15), меди (М3, МТ), латуни (Л63), алюминиевых сплавов (АМг5П, Д18, АД1), нержавеющей стали (Х18Н9Т),

легированной стали (09Г2). Заклепки выполняются из того же материала, что и соединяемые детали.

Взрывные заклепки имеют в свободном конце стержня углубление (камеру), заполняемую взрывчатым веществом, защищенное от влаги слоем лака.

Клепку взрывными заклепками осуществляют в тех случаях, когда невозможно сделать замыкающую головку.

Клепка **трубчатыми заклепками** заключается в установке заклепки с полым стержнем в отверстие, затем заклепку осаживают пистонницей, тем самым подтягивая детали друг к другу, и расклепывают.

Заклепки с сердечниками имеют полый стержень (пистон), в который помещен сердечник с утолщенной частью на конце. Процесс клепки выполняется с помощью клещей или ручного пресса путем протягивания сердечника сквозь пистон и впрессовывания его в стенки отверстия, а при дальнейшем протягивании замыкающая головка входит в пистон и развальцовывает его.

Заклепки ЦАГИ состоят из двух частей – пистона и сердечника (из стали 30ХМА), который закаливается.

2.11. Шабрение

Шабрением называется операция по снятию (соскабливанию) с поверхностей деталей очень тонких частиц металла специальным режущим инструментом – шабером. Цель шабрения – обеспечение плотного прилегания сопрягаемых поверхностей и герметичность соединения. Шабрением обрабатывают прямолинейные и криволинейные поверхности вручную и на станках.

За один рабочий ход шабером снимается слой металла толщиной 0,005–0,007 мм. Шабрением достигается высокая точность (до 30 несущих пятен в квадрате 25х25 мм) и шероховатость поверхности не более $Ra\ 0,32$. Его широко применяют в инструментальном производстве как окончательный процесс обработки незакаленных поверхностей.

Шаберы – металлические стержни различной формы с режущими кромками. Изготавливают их из инструментальных углеродистых сталей У10 и У12А. Режущий конец шабера закалывают без отпуска до твердости HRCэ 64–66.

По форме режущей части шаберы делятся на плоские, трехгранные, фасонные; **по числу режущих концов** (граней) – на односторонние и двусторонние; **по конструкции** – на цельные и со вставными пластинками.

Плоские шаберы применяют для шабрения плоских поверхностей – открытых пазов, канавок и т. д. Длина плоских двусторонних шаберов составляет 350–400 мм. Ширина шабера для грубого шабрения принимается равной 20–25 мм, для точной – 5–10 мм. Толщина конца режущей части колеблется от 2 до 4 мм. Угол заострения у шаберов для чернового шабрения принимают равным 70–75 градусов, для – чистового 90 градусов.

Двухсторонний плоский шабер благодаря наличию двух режущих концов имеет большой срок службы.

Трех- и четырехгранные шаберы принимают для шабрения вогнутых и цилиндрических поверхностей. Трехгранные шаберы имеют длину 190, 280, 380 и 510 мм.

Универсальный шабер со сменными режущими пластинками состоит из корпуса, держателя, рукоятки, зажимного винта, сменной режущей пластинки из быстрорежущей стали или твердого сплава.

Дисковый шабер используют для шабрения широких плоскостей. Диск диаметром 50–60 мм и толщиной 3–4 мм затачивают на круглошлифовальном станке. Таким образом, используется весь диск шабера, что повышает производительность труда.

Заточка. Часто угол заострения режущей части шабера для стали принимают равным 75–90 градусов. Углы заточки шабера для обработки чугуна и бронзы – 75–100 градусов, для черного шабрения мягких металлов – 35–40 градусов.

После заточки на лезвии шабера образуются заусеницы и неровности, поэтому лезвие доводят, осуществляя на абразивных брусках зернистостью 90 и ниже. Для точного шабрения и окончательной доводки режущей части шабера принимают пасты ГОИ. В среднем за 7 ч работы шабер доводят 4–6 раз в зависимости от характера шабрения и обрабатываемого материала.

Перед шабрением выявляют неровности поверхностей путем их окрашивания смесью машинного масла с лазурью. Лазурь можно заменить сажой, замешанной на смеси автола с керосином.

Краску наносят на поверхность плиты тампоном из чистых льняных тряпок, сложенных в несколько слоев. Удобно проводить окрашивания изготовленным из чистого полотна (холста) мешочком, в который накладывают краску.

В небольших углублениях краска будет скапливаться, а в местах более углубленных ее не будет. Так возникают белые пятна – наиболее углубленные места, не покрытые краской; темные пятна – менее углубленные места, в которых скопилась краска; серые пятна – это наиболее выступающие места, на которые краска ложится тонким слоем.

3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

Классификация металлорежущих станков

Металлорежущий станок – это машина, предназначенная для обработки заготовок в целях образования заданных поверхностей путем снятия стружки или путем пластической деформации. Обработка производится преимущественно путем резания лезвийным или абразивным инструментом. Станки применяют также для выравнивания поверхности детали, для обкатывания поверхности роликами. Металлообрабатывающие

станки осуществляют резание неметаллических материалов, например, дерева, текстолита, капрона и других пластических масс. Специальные станки обрабатывают также керамику, стекло и другие материалы. Металлообрабатывающие станки классифицируют по различным признакам, в зависимости от вида обработки, применяемого режущего инструмента и компоновки.

Наиболее распространенные типы металлорежущих станков представлены на рисунке 3.1.

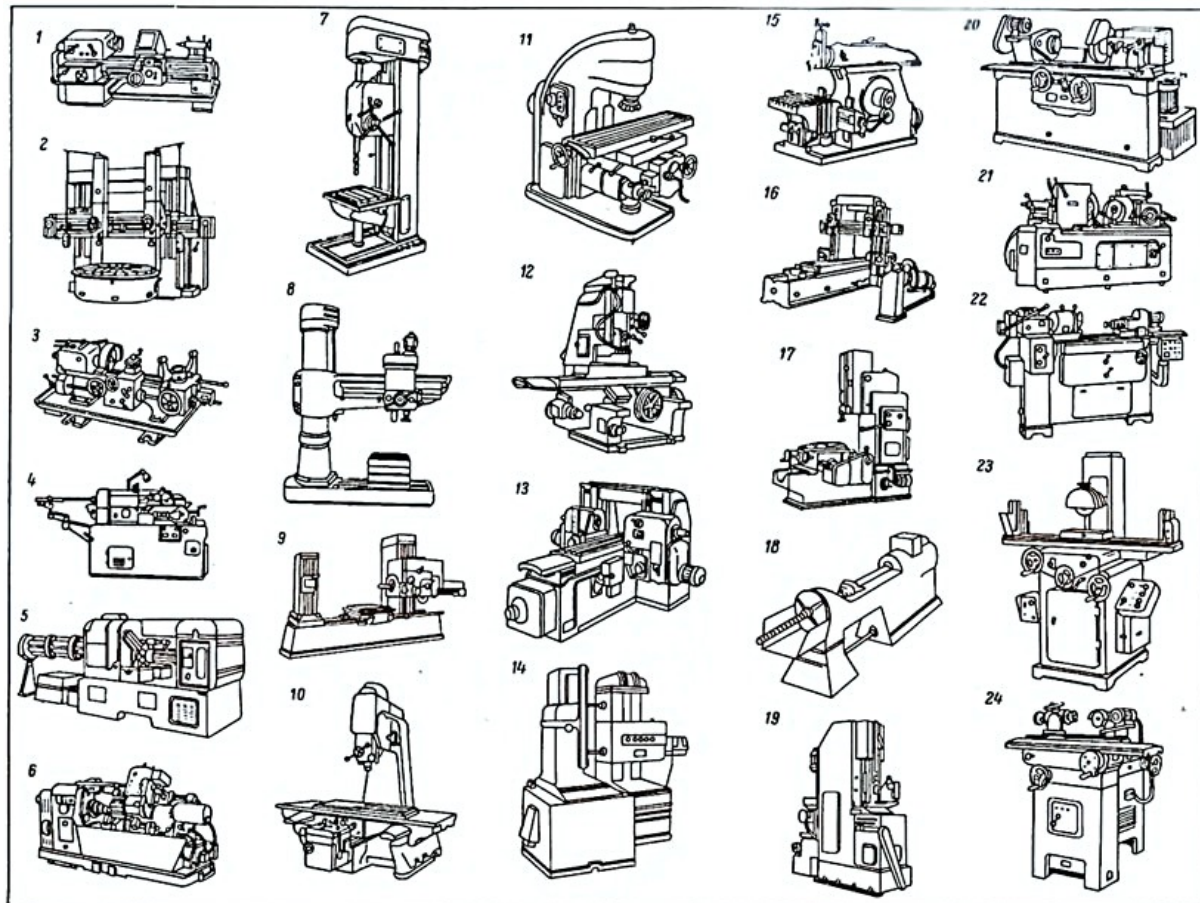


Рисунок 3.1 – Типы металлорежущих станков

Металлорежущие станки в зависимости от характера выполняемых работ и типа применяемых режущих инструментов подразделяются на 11 групп (рис. 3.1).

Группа токарных станков (поз. 1–6) состоит из станков, предназначенных для обработки поверхностей вращения. Объединяющим признаком станков этой группы является использование в качестве движения резания вращательного движения заготовки.

Группа сверлильных станков (поз. 7–10) включает также и расточные станки. Объединяющим признаком этой группы станков является их назначение – обработка круглых отверстий. Движением резания служит вращательное движение инструмента, которому обычно сообщается также движение подачи. В горизонтально-расточных станках подача может осуществляться также перемещением стола с обрабатываемой деталью.

Группа шлифовальных станков (поз. 20–24) объединяется по признаку использования в качестве режущего инструмента абразивных шлифовальных кругов.

Группа полировальных и доводочных станков объединяется по признаку использования в качестве режущего инструмента абразивных брусков, абразивных лент, порошков и паст.

Группа зубообрабатывающих станков включает все станки, которые служат для обработки зубьев колес, в том числе шлифовальные.

Группа фрезерных станков (поз. 11–14) состоит из станков, использующих в качестве режущего инструмента многолезвийные инструменты – фрезы.

Группа строгальных станков (поз. 15–17) состоит из станков, у которых общим признаком является использование в качестве движения резания прямолинейного возвратно-поступательного движения резца или обрабатываемой детали.

Группа разрезных станков включает все типы станков, предназначенных для резки и распиловки катаных материалов (прутки, уголки, швеллеры и т. п.).

Группа протяжных станков (поз. 18 и 19) имеет один общий признак: использование в качестве режущего инструмента специальных многолезвийных инструментов – протяжек.

Группа резьбообрабатывающих станков включает все станки (кроме станков токарной группы), предназначенные специально для изготовления резьбы.

Группа разных и вспомогательных станков объединяет все станки, которые не относятся ни к одной из перечисленных выше групп.

Нумерация станков

В настоящее время действует единая система условных обозначений станков, основанная на присвоении каждой модели станка шифра (номера). Нумерация металлорежущих станков, разработанная Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ЭНИМС), построена по десятичной системе. Все станки делятся на 10 групп, каждая группа подразделяется на 10 типов и каждый тип – на 10 типоразмеров. Как видно из таблицы *Приложения 1*, объединение станков по группам при нумерации основано на несколько ином принципе, чем при классификации. Номер, присваиваемый каждой модели станка, может состоять из трех или четырех цифр и букв, причем буквы могут стоять после первой цифры или в конце номера, например, 612, 1616, 6Н82, 2620, 6Н12ПБ. Первая цифра номера показывает группу, к которой относится данный станок. Вторая цифра указывает тип станка в данной группе. Третья или третья и четвертая цифры совместно указывают условный размер станка. Так, например, для токарных станков третья и четвертая цифры показывают высоту центров в сантиметрах или дециметрах (1620, 1616, 1670); для токарно-револьверных

станков и автоматов – максимальный диаметр обрабатываемых прутков в миллиметрах (1336, 1125, 1265); для сверлильных станков – максимальный диаметр сверления отверстия в мягкой стали в миллиметрах (2А125, 2А135, 2150). Для консольно-фрезерных станков третья цифра условно показывает размер стола. Для того чтобы различить конструктивное исполнение станков одного и того же размера, но с разной технической характеристикой, между первой и второй цифрами вводится буква. Так, например, все станки моделей 162, 1А62, 1Б62, 1К62 – токарные с высотой центров 200 мм. Однако модель 162 имеет максимальное число оборотов в минуту 600, модель 1А62 – 1200, 1Б62 – 1500, а современная модель 1К62 имеет 2000 оборотов в минуту. Буквы, стоящие в конце номера, означают различные модификации станков одной и той же базовой модели. Так, например, горизонтально-фрезерный станок модели 6Н82Г представляет собой упрощенный тип базового универсально-фрезерного станка модели 6Н82; копировально-фрезерный станок модели 6Н12К является модификацией базового вертикально-фрезерного станка модели 6Н12 и т. д. В некоторых случаях четвертая цифра также означает выпуск станка прежнего типоразмера, но усовершенствованной конструкции. Например, модель 262 представляет собой горизонтально-расточный станок второго размера. Аналогично по размерам расточной станок новой конструкции обозначается как модель 2620.

Классификация станков по типам

Станки одного и того же типа могут отличаться компоновкой (например, фрезерные универсальные, горизонтальные, вертикальные), кинематикой, т. е. совокупностью звеньев, передающих движение, конструкцией, системой управления, размерами, точностью обработки и др.

Стандартами установлены основные размеры, характеризующие станки каждого типа. Для токарных и круглошлифовальных станков это наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, для фрезерных станков – длина и ширина стола, на который устанавливаются заготовки или приспособления, для поперечно-строгальных станков – наибольший ход ползуна с резцом.

Группа однотипных станков, имеющих сходную компоновку, кинематику и конструкцию, но разные основные размеры, составляет размерный ряд. Так, по стандарту, для зубофрезерных станков общего назначения предусмотрено 12 типоразмеров с диаметром устанавливаемого изделия от 80 мм до 12,5 м.

Конструкция станка каждого типоразмера, спроектированная для заданных условий обработки, называется моделью. Каждой модели присваивается свой шифр – номер, состоящий из нескольких цифр и букв. Первая цифра означает группу станка, вторая – его тип, третья цифра или третья и четвертая цифры отражают основной размер станка. Например, модель 16К20 означает: токарно-винторезный станок с наибольшим

диаметром обрабатываемой заготовки 400 мм. Буква между второй и третьей цифрами означает определенную модернизацию основной базовой модели станка.

По степени специализации существуют следующие станки.

1. *Универсальные*, выполняющие различные операции при обработке разнообразных деталей. Станки, используемые для особенно большого диапазона работ, называют *широкоуниверсальными*.
2. *Специализированные*, обрабатывающие детали, сходные по конфигурации, но имеющие различные размеры.
3. *Широкого назначения*, выполняющие ограниченный круг операций на деталях широкой номенклатуры.
4. *Специальные*, обрабатывающие детали только одного типоразмера.

По степени точности различают станки пяти классов. Класс Н – станки *нормальной* точности; к нему относится большинство универсальных станков. Класс П – станки *повышенной* точности, изготавливаемые на базе станков нормальной точности, но при повышенных требованиях к точности изготовления ответственных деталей станка и качеству сборки и регулировки. Класс В – станки *высокой* точности, достигаемой за счет специальной конструкции отдельных узлов, высоких требований к точности изготовления деталей, к качеству сборки и регулировки узлов и станка в целом. Класс А – станки *особо высокой* точности; при их изготовлении предъявляются еще более жесткие требования, чем при изготовлении станков класса В. Класс С – станки *особо точные* или *мастер-станки*, предназначенные для изготовления деталей, определяющих точность станков классов А и В.

По массе различают станки *легкие* (до 1 т), *средние* (до 10 т) и *тяжелые* (свыше 10 т). Тяжелые, в свою очередь, подразделяются на *крупные* (10–30 т), *собственно тяжелые* (30–100 т) и *особо тяжелые* (уникальные) (более 100 т).

Классификация станков по степени автоматизации. Выделяют станки-автоматы и полуавтоматы. Автоматом называют станок, в котором после наладки все движения, необходимые для выполнения цикла обработки, в том числе загрузка заготовок и выгрузка готовых деталей, осуществляется автоматически, т. е. выполняется механизмами станка без участия оператора.

Цикл работы полуавтомата выполняется также автоматически, за исключением загрузки-выгрузки, которые производит оператор, он же осуществляет пуск полуавтомата после загрузки каждой заготовки.

С целью комплексной автоматизации для крупносерийного и массового производства создают автоматические линии и комплексы, объединяющие различные автоматы, а для мелкосерийного производства – гибкие производственные модули (ГПМ).

Автоматизация мелкосерийного производства деталей достигается созданием станков с программным управлением (цикловым), в обозначение

моделей вводится буква Ц (или числовым буква Ф). Цифра после буквы Ф обозначает особенность системы управления:

Ф1 – станок с цифровой индикацией (с показом чисел, отражающих, например, положение подвижного органа станка) и предварительным набором координат;

Ф2 – станок с позиционной или прямоугольной системой;

Ф3 – станок с контурной системой;

Ф4 – станок с универсальной системой для позиционной и контурной обработки. Например, модель 1Б732Ф3 – токарный станок с контурной системой ЧПУ.

Таблица серийно выпускаемых станков, разделенных на девять групп по девять типов, представлена ниже в *Приложении 1*. Описание конструкции, принципа действия станков, применяемого инструмента, приспособлений, а также видов работ с их использованием очень подробно описано в учебной литературе.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЛЕСАРНО-МЕХАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА

4.1. Назначение слесарно-механического участка и особенности его проектирования

Участок предназначен для ремонта деталей слесарно-механической обработкой и изготовления сравнительно простых деталей. Восстановление базисных и некоторых основных деталей двигателя и агрегатов силовой передачи производится, как правило, на участках ремонта и сборки этих агрегатов.

Детали поступают на участок партиями со склада ДОР или других производственных участков. Технологические процессы восстановления значительного числа деталей методами металлопокрытий включают механическую обработку до и после наращивания металла.

При планировке участка его условно разделяют на две части: одну – для слесарной, другую – для механической обработки. Возможны и другие решения.

Оборудование и оснастку для слесарной обработки размещают у рабочих мест слесарей. В непосредственной близости от них следует устанавливать сверлильные станки.

Металлорежущее оборудование расставляют по группам по признаку однородности. Группы станков рекомендуется располагать на производственной площади участка в порядке, соответствующем последовательности обработки большинства деталей: вначале токарно-револьверные и токарно-винторезные станки, затем фрезерные, строгальные, шлифовальные.

Проходы между станками должны быть прямолинейными. Места для рабочих должны быть со стороны прохода. Станки для обработки тяжелых деталей рекомендуется размещать ближе к проездам. Для лучшего использования производственной площади револьверные станки следует располагать под углом 15–30 градусов к проходу. На участке должны быть предусмотрены стеллажи, тара контейнерного типа и площадки для ее размещения.

4.2. Режим работы и фонды времени

Большинство предприятий работает в режиме пятидневной рабочей недели, при этом количество рабочих дней, количество праздников в году уточняется по табель-календарю на текущий год. Продолжительность смены при этом составляет 8,2 ч для нормальных условий и 7,2 ч для вредных. Общая продолжительность рабочей недели, соответственно, равна 41 ч и 36 ч. В предвыходные дни смена сокращается на 1 ч. Количество дней в году принимается в расчетах равным 365.

Номинальный годовой фонд времени рабочих и оборудования Φ_n , то есть количество рабочих часов без учета возможных потерь времени, определяется по следующей формуле (для пятидневной рабочей недели):

$$\Phi_n = (D_p t_{см} - D_{пп} t_c) n \quad (4.1)$$

где D_p – число рабочих дней в году;

$t_{см}$ – продолжительность смены;

$D_{пп}$ – число предпраздничных дней;

t_c – время сокращения смены в предпраздничные дни (1 ч);

n – число смен (для рабочих $n = 1$).

Средние и небольшие промышленные предприятия обычно работают в одну смену, крупные – в две смены.

Номинальный годовой фонд времени рабочих слесарно-механического участка составляет 2070 ч. Номинальный годовой фонд времени оборудования равен 2070 ч. для односменной работы и 4140 ч. для двухсменной.

Действительный или эффективный годовой фонд времени работы выражает фактически отработываемое рабочим или оборудованием время с учетом потерь. Потери времени рабочих (с учетом отпусков) принимаются 10, 11 или 12 % годового времени в зависимости от сложности и вредности работ.

Потери времени при работе оборудования принимают от 5 до 2 %. Состав работающих на производственных участках промышленного предприятия включает производственных и вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников (ИТР), младший обслуживающий персонал (МОП).

Количество производственных рабочих рассчитывается по формуле:

$$P_n = \frac{T_{в.р.у}}{\Phi_{д.р.}} \quad (4.2)$$

где $T_{в.р.у}$ – годовая трудоемкость вида работ на участке;

$\Phi_{д.р.}$ – действительный годовой фонд времени рабочего.

Количество вспомогательных рабочих для промышленных предприятий принимается, соответственно, 21–16 %.

Производственные и вспомогательные рабочие распределяются по разрядам (табл. 4.1), правильность распределения проверяется по средним разрядам работ (табл. 4.1).

$$R_{cp} = \frac{m_1 R_1 + m_2 R_2 + \dots + m_n R_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}, \quad (4.3)$$

где $R_1, R_2, \dots, R_n$ – разряды работ;

$m_1, m_2, \dots, m_n$ – число рабочих соответствующих разрядов.

Значения трудоемкости работ, фондов времени и количества рабочих по разрядам рекомендуется свести в таблицу 4.2. Количество ИТР и МОП принимают 11 % от общего количества основных и вспомогательных рабочих.

При выполнении расчетов необходимо учесть распределение годовой трудоемкости по видам работ следующим образом: слесарные работы могут составлять 20–30 % от общей трудоемкости работ на участке, а станочные, соответственно, 70–80 %.

Таблица 4.1 – Разряды рабочих производительных участков ремонтных предприятий

Виды работ	Разряды рабочих	Средний разряд
Слесарные	3-5	4,3
Станочные	3-4	3,7

Таблица 4.2 – Расчет количества рабочих участков

Специальность	Трудоем- кость вида работ, чел.-ч	Фонд времени рабочего, чел.-ч	Кол-во рабочих		Разряд				
			по расчету	принято	2	3	4	5	6
Слесарь									
Станочник									
Всего									

4.3. Оборудование и рабочие места

Номенклатура и тип технологического оборудования и оснастки слесарно-механического участка выбираются в соответствии со схемой и маршрутными картами технологического процесса. Основные типы и марки слесарного и станочного оборудования, а также технологическая оснастка представлены ниже в *Приложении 2*. Определение количества оборудования производится расчетным путем.

Оборудование и организационно-технологическая оснастка участка вносятся в таблицу (табл. 4.3). Подсчитывается суммарная площадь, занимаемая оборудованием и оснасткой.

Таблица 4.3 – Оборудование и оргтехника участка

Марка или модель	Наименование	Количество	Габаритные размеры, мм	Площадь, м ²	Общая площадь на участке, м ²
Итого					

Слесарная обработка

Количество рабочих верстаков можно определить по годовой трудоемкости слесарных работ:

$$N_{с.} = \frac{T_{сл}}{\Phi_{д.о}} \quad (4.4)$$

где $T_{сл}$ – трудоемкость слесарных работ, чел.-час.

Механическая обработка

Количество станков можно определить по годовой трудоемкости станочных работ:

$$N_{с.м} = \frac{T_{с.м} K_c}{\Phi_{д.о} K_z} \quad (4.5)$$

где $T_{ст}$ – трудоемкость станочных работ, чел.-час;

K_z – коэффициент загрузки станка по времени (принимают 0,85–0,90);

K_c – коэффициент самообслуживания, то есть изготовления приспособлений и др. (принимают 1,04–1,06).

Подбор станков по типам производят в соответствии с ориентировочным процентным распределением работ: токарные – 35–50, расточные – 8–10, строгальные и долбежные – 8–10, фрезерные, в т. ч. зубофрезерные – 10–12, сверлильные – 10–15, шлифовальные и полировальные – 12–20.

Число заточных станков принимается 5–7 % от общего количества станков. Такое оборудование, как механическая ножовка, механические ножницы, гидравлические реечные и винтовые прессы на участках и др.,

принимается без расчета по таблице в соответствии с технологическим процессом.

Подъемно-транспортные операции

Основными средствами осуществления подъемно-транспортных работ являются подвесные и опорные мостовые краны, которые используются для нужд всего участка или нескольких участков. Рабочие места должны также оснащаться локальными подъемно-транспортными средствами: консольно-поворотными кранами, тельферами или талиями на монорельсах, кран-балками и др. Наземное перемещение грузов производится самоходными и несамоходными тележками, электрокарами, погрузчиками, конвейерами и пр.

Выбор подъемно-транспортных средств производится по их грузоподъемности в соответствии с технологическим процессом, массой ремонтируемых объектов и других грузов, планировкой участков. Количество единиц оборудования циклического действия $N_{пт}$ (кранов, талей, тележек, погрузчиков и др.) определяют по суточному или годовому объему транспортируемых грузов по каждому грузопотоку.

4.4. Расчет площади производственного участка

Существует несколько способов расчета площадей производственных участков: по удельной площади на единицу технологического оборудования, на одного рабочего, на одно рабочее место, на единицу ремонта и др.

Рекомендуется использовать наиболее точный метод расчета площади участка F по площади пола, занятой оборудованием и стационарной оснасткой $\sum F_o$ (м²), и по переходным коэффициентам c , учитывающим проходы, проезды, рабочие зоны:

$$F = \sum F_o c \quad (4.6)$$

Значение коэффициента c для слесарно-механического участка составляет 3–3,5.

Рекомендуется проектировать участок так, чтобы его границы совпадали с линиями унифицированной сетки колонн системы продольных и поперечных осей здания. Определение габаритных размеров и уточнение площади участка производят, исходя из шага колонн и ширины пролета. Рекомендуется шаг колонн (расстояние между осями смежных колонн одного ряда) 6 или 12 м, ширина пролета между осями продольных рядов колонн 6, 9, 18 или 24 м. Следовательно, длина прямоугольного участка должна быть кратной 6 м, а ширина – 3 или 6 м. Площадь производственного участка изменяют в соответствии с выбранными габаритами. При этом допустимые отклонения от расчетной величины не

должны превышать для помещений площадью более 100 м² ±10 % и для помещений площадью до 100 м² ±20 %.

4.5. Размещение оборудования и оснастки. Общие рекомендации

План расположения производственного оборудования, рабочих мест, организационно-технологической оснастки, проходов и проездов с указанием подвода энергетических и санитарно-технических сетей называется технологической планировкой производственного участка.

Оборудование и оснастку располагают в соответствии с последовательностью выполнения операций технологического процесса, выбирают наиболее рациональный вариант размещения.

На плане участка наносят опорные колонны с осями, стены и перегородки, окна, ворота, двери. Здание участка может быть каркасным с несущими колоннами и панельными стенами, бескаркасным с несущими кирпичными стенами и смешанного типа с продольными панельными стенами и торцовыми кирпичными. Для здания с пролетом до 24 м при шаге колонн 6 м сечение колонн принимается 400 × 400 мм, при шаге колонн 12 м сечение крайних колонн 500 × 500 мм, средних колонн – 600 × 500 мм. Толщина каркасных стен (панелей) 200, 240 или 300 мм. Толщина несущих кирпичных: стен 640 мм для северной зоны, 510 или 380 мм для средней зоны, 380 для южной зоны. Толщина перегородок 70–120 мм.

Ширину оконных проемов и ворот следует принимать кратной 600 мм. Наиболее применимая ширина окон 1,8 м. Размеры ворот в свету должны превышать габариты транспортных средств не менее, чем на 0,6 м по ширине и на 0,2 м по высоте. Могут быть рекомендованы распашные ворота следующих размеров: 3 × 3; 3,6 × 3,6; 4 × 3; 4,0 × 3,6; 4,0 × 4,2 м. Размеры дверей принимают по ширине 1, 1,5, 2 м, по высоте 2,4 м.

Поперечные разбивочные оси обозначают слева направо арабскими цифрами, заключенными в кружки (рис. 4.1). Продольные разбивочные оси обозначают буквами русского алфавита, за исключением букв З, И, Х, О, Ц, Ч, Ш, Ы, Ъ, Ь, по порядку снизу вверх. Указывают размеры шага колонн и ширину пролетов, а также габаритные размеры участка.

Далее на плане участка размещают оборудование, стационарные и передвижные средства оргтехоснастки, показывают места для складирования, проезды, рельсовые пути, траншеи, трапы, люки, расположение подвалов и антресолей с указанием их высотных отметок. Обозначают подвод электрической энергии, воды, технологических жидкостей, пара, воздуха, газов, местный вентиляционный отсос. При этом используют условные обозначения (табл. 4.4).

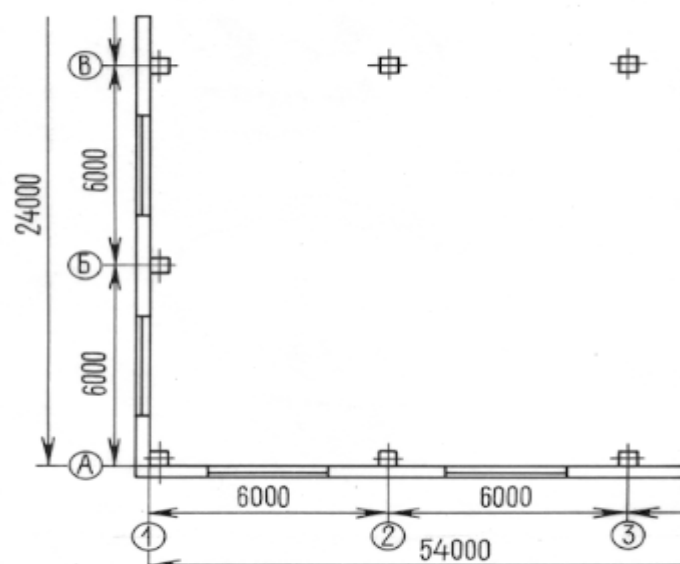


Рисунок 4.1 – Колонны и наружные стены каркасного здания

Технологическое оборудование и оснастку изображают упрощенными контурами в соответствии с габаритными размерами в масштабе. Условные обозначения металлорежущих станков представлены на рисунке 4.3.

Нумерацию оборудования производят слева направо и сверху вниз. Номера и условные обозначения подвода газов, жидкостей, отсоса проставляют внутри контура или вне его. Условные обозначения рабочего места, подвода электроэнергии указывают вне контура оборудования. Номера подразделений проставляются на плане арабскими цифрами в кружках.

Расстановку оборудования и оснастки выполняют с учетом требований проектирования и норм. Оборудование необходимо «привязать» к колоннам или стенам, проставляя размеры расстояний от них в двух взаимно перпендикулярных направлениях (рис. 4.2). Точно определяется положение каждого стенда, станка, верстака. В некоторых случаях привязочные размеры следует указывать между оборудованием.

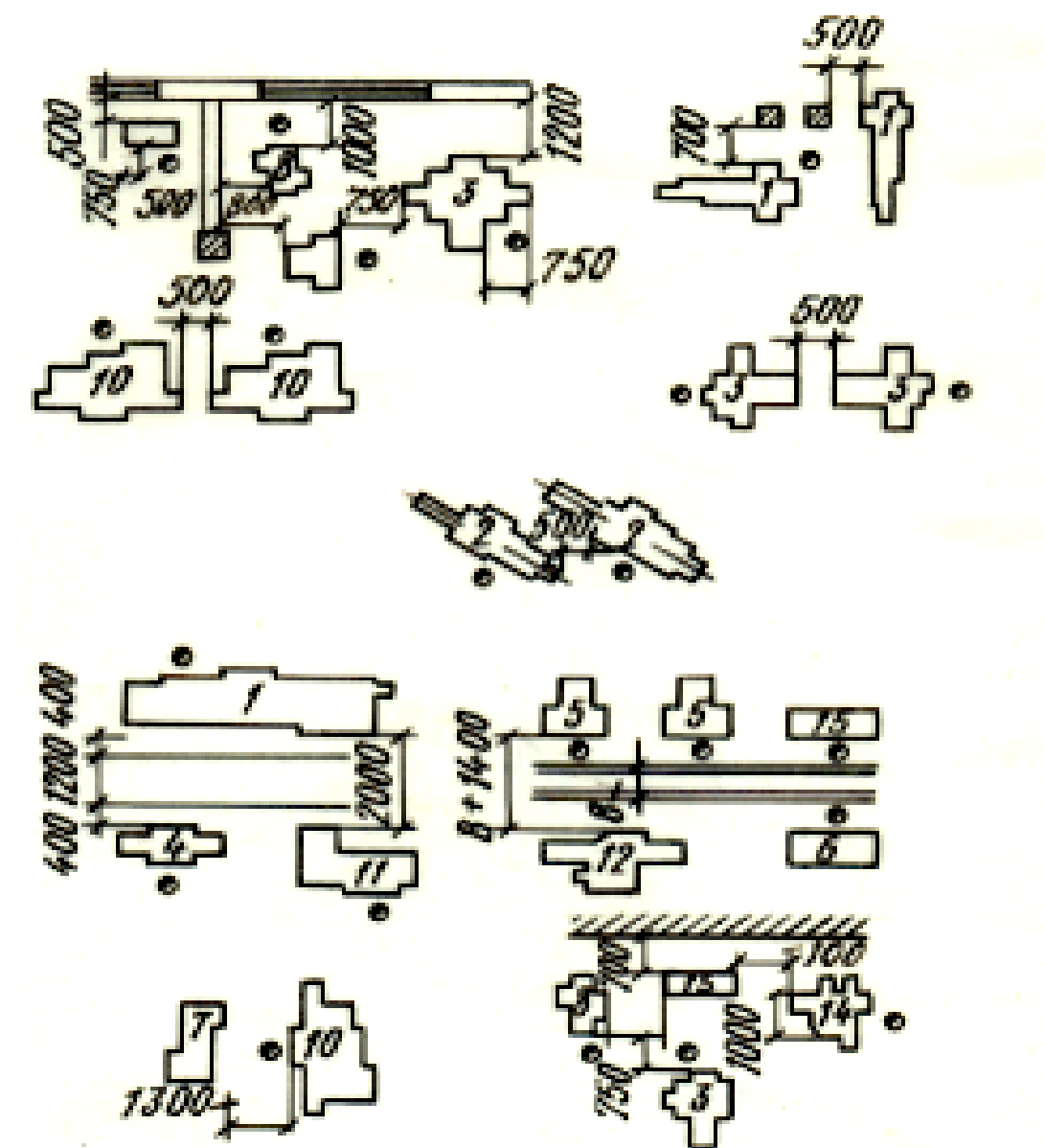
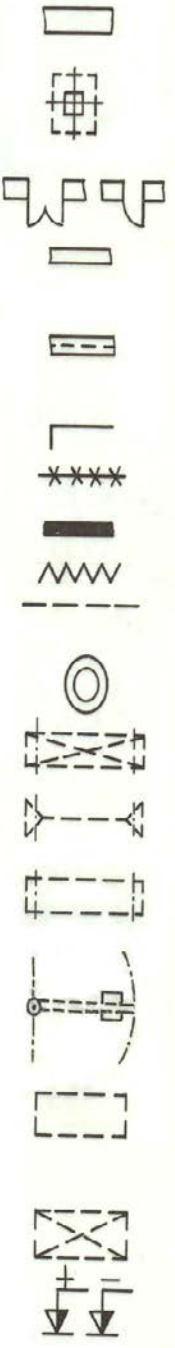
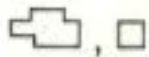


Рисунок 4.2 – Размещение оборудования на участке

Таблица 4.4 – Условные обозначения для технологических планировок

Графическое изображение	Наименование
	Капитальная стена Колонна железобетонная с фундаментом Ворота, двери Сплошная перегородка Остекленная перегородка Металлическая перегородка Сетчатая перегородка Звукоизолирующая перегородка Металлический экран, щит Границы участка Номер участка Мостовой кран Мостовой однобалочный кран Подвесная кран-балка Консольно-поворотный кран Передвижное оборудование Складское место для заготовок Отметка высоты, глубины

Графическое изображение	Наименование
                	Технологическое оборудование стационарное Рабочее место Многостаночное оборудование одним рабочим Подвод холодной воды к оборудованию с отводом в канализацию Подвод эмульсии Подвод содового раствора Подвод масла Подвод бензина Подвод керосина Подвод дизельного топлива Подвод пара Подвод ацетилена, аргона, кислорода Подвод сжатого воздуха Подвод горючего газа Подвод электрического тока Вентиляционный отсос Вытяжной зонт

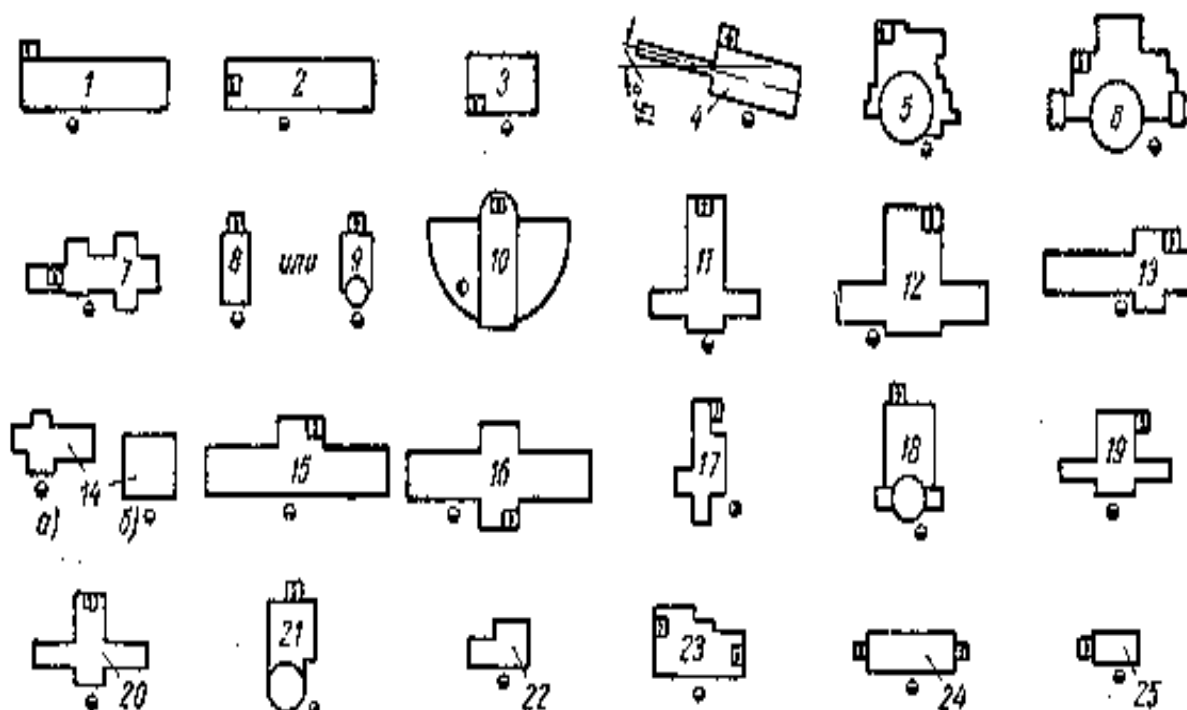


Рисунок 4.3 – Условное графическое изображение металлообрабатывающих станков и расположение рабочих мест:

1 и 2 – токарно-винторезные с разным расположением электромоторов;
 3 – токарный многорезцовый; 4 – револьверный и автомат при прутковой работе и расположении под углом; 5 – карусельный малый; 6 – карусельный большой; 7 – расточный; 8 и 9 – вертикально-сверлильный; 10 – радиально-сверлильный; 11 – горизонтально- и вертикально-фрезерный;
 12 – универсально-фрезерный; 13 – продольно-фрезерный;
 14 – а) зубофрезерный, б) зубострогальный и зубодолбежный;
 15 – продольно-строгальный одноколонный; 16 – продольно-строгальный двухколонный; 17 – шепинг; 18 – долбежный; 19 – круглошлифовальный;
 20 – плоскошлифовальный продольного типа; 21 – плоскошлифовальный карусельного типа; 22 – внутришлифовальный;
 23 – бесцентровошлифовальный; 24 – центровальный; 25 – болторезный

Нормы размещения оборудования и оснастки

Расстояние между разборочно-сборочными стендами при расположении их «в затылок» принимают 1200–1300 мм, фронтом друг к другу – 2500 мм, между боковыми сторонами стендов – 700 мм (табл. 4.5). Промежуток от стены или колонны до тыльной стороны стенда – 500–700 мм, до фронтальной стороны обслуживания – 1000 мм.

Верстаки, стеллажи, шкафы, лари можно устанавливать вплотную к стенам, если отсутствуют трубопроводы и отопительные радиаторы.

Перемещение сборочных единиц, крупногабаритных деталей осуществляется с помощью электрических кранов и механизированного напольного транспорта. Для перемещения мелких деталей применяют также ручные тележки.

При транспортировании изделий вручную ширина прохода между тыльными (боковыми) сторонами верстаков или между стеллажами принимается равной 1000 мм, ручными тележками – 1300 мм, электротележками – 1800 мм (табл. 4.5). Проход-проезд между двумя фронтами верстаков – 2000 мм.

Таблица 4.5 – Размещение разборочно-сборочных столов и верстаков

Расстояние при размещении	Норма при габаритах сборочных единиц, мм	
	до 800×800	до 1500×1500
Стол «в затылок»	1000	1700
Стол фронтально один к другому	2000	2500
Верстаков «в затылок»	1000	-
Верстаков фронтально один к другому	2000	-

Расстояние между продольными сторонами стеллажей и комплектующих столов принимается равным 1000 мм, между торцевыми сторонами – 500 мм, между фронтальными сторонами столов комплектующего участка – 1500 мм.

Слесарно-механический участок должен быть по возможности коротким. Станки могут располагаться вдоль, поперек или под углом к разметочным осям здания и к стенам. Наиболее удобные размещения станков – вдоль проезда или под углом, расположение – к проезду фронтально.

Нормы расстояний при размещении станков указаны в таблице 4.6, ширина проездов – в таблице 4.7.

Верстаки на участке могут быть сдвинуты вплотную боковыми или тыльными сторонами. Расстояние между верстаками, установленными «в затылок» – 900 мм, фронтально друг к другу – 1600 мм. Заточные станки и станки шлифовки клапанов на участке оборудуются местными вентиляционными отсосами.

Таблица 4.6 – Размещение станков

Расстояние	Нормы при размерах станков в плане, мм		
	до 800×1800	до 2000×4000	до 4000×8000
Между боковыми сторонами станков	700	900	1500
Между тыльными сторонами станков	700	800	1200
Между станками при их расположении «в затылок»	1300	1500	2000
Между станками при расположении фронтально один к другому	2000	2500	3000

Окончание табл. 4.6

Расстояние	Нормы при размерах станков в плане, мм		
	до 800×1800	до 2000×4000	до 4000×8000
То же при обслуживании двух станков одним рабочим	1300	1500	1800
От стены или колонны до тыльной или боковой стороны станка	700	800	900
От стены или колонны до фронта станка	1300	1500	2000

Таблица 4.7 – Нормы ширины проездов А и расстояний между рядами станков Б при верхнем транспорте

Расположение проезда	Расстояние для электрокаров при размерах объектов, мм				Расстояние для электропогрузчиков при размерах объектов, мм			
	до 800		до 1500		до 800		до 1500	
	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
Между тыльными или боковыми сторонами станков	-	-	-	-	2000	2500	3000	3500
Между рядами станков, распо- ложенных «в затылок»	1200	2500	2000	3300	2000	3300	2500	3800
Между фронтами двух рядов станков	1200	3200	2000	4000	2000	4000	2500	4500

Пример планировки слесарно-механической участка предприятия представлен в *Приложении 3*.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабусенко, С. М. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий / С. М. Бабусенко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 352 с. Текст: непосредственный. – ISBN 5-10-000331-6.
2. Макиенко, Н. И. Общий курс слесарного дела / Н. И. Макиенко. – М.: Высшая школа, 1998. – 333 с. – Текст: непосредственный. – ISBN 5-06-003549-2.
3. Покровский, Б. С. Основы слесарных и сборочных работ: учебное издание / Б. С. Покровский. – 9-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 208 с. – Текст: непосредственный. – ISBN 978-5-4468-3899-8.
4. Солнцев, Ю. П. Технология конструкционных материалов: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Б. С. Ермаков, В. Ю. Пирайнен. – СПб.: Химиздат, 2006. – 504 с. – Текст: непосредственный. – ISBN 5-93808-126-2.
5. Холодкова, А. Г. Общие основы технологии металлообработки и работ на металлорежущих станках: учебник / А. Г. Холодкова. – М.: Издательский центр «Академия», 2019. – 256 с. – Текст: непосредственный. – ISBN 978-5-4468-8112-3.
6. Марков, А. Н. Учебная практика. Основы слесарных и станочных работ: учеб. пособие / А. Н. Марков. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2024. – 139 с. – ISBN 978-5-91646-422-1. – Текст: электронный.
Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kaftmim/1737374872.pdf>

Таблица серийно выпускаемых станков, разделенных на девять групп по девять типов

Наименование станков	Шифр группы	Шифр типа					
		0	1	2	3	4	
Резервные	0	-					
Токарные	1	Автоматы и полуавтоматы:			Токарно-револьверные	Сверлильно-отрезные	
		специализированные	одношпиндельные	многошпиндельные			
Сверлильные и расточные	2	-	Вертикально-сверлильные	Полуавтоматы		Координатно-расточные	
				одношпиндельные	многошпиндельные		
Шлифовальные и доводочные	3		Круглошлифовальные	Внутришлифовальные	Обдирочношлифовальные	Специализированные шлифовальные	
Электрофизические и электрохимические	4	-		Светолучевые	-	Электрохимические	
Зубо- и резьбо-обрабатывающие	5	Резьбонарезные	Зубодолбежные для обработки цилиндрических колес	Зубодолбежные для обработки конических колес	Зубофрезерные для обработки цилиндрических колес и шлицевых валов	Для нарезания червячных колес	
Фрезерные	6	-	Вертикально-фрезерные консольные	Фрезерные непрерывного действия	Продольные одностоечные	Копировальные и гравировальные	
Строгальные, долбежные, протяжные	7		Продольные			Поперечнострогальные	Долбежные
			одностоечные	двухстоечные			
Разрезные	8		Отрезные, оснащенные				Правильно-отрезные
			токарным резцом	шлифовальным кругом		гладким или насеченным диском	
Разные	9		Муфто- и трубообрабатывающие	Пилонасекальные	Правильно-и безцентровообдирочные	Балансировочные	

Окончание Приложения 1

Наименование станков	Шифр группы	Шифр типа				
		5	6	7	8	9
Резервные	0	-				
Токарные	1	Карусельные	Токарные и лобовые	Многорезцевые и копировальные	Специализированные	Разные токарные
Сверлильные и расточные	2	Радиально-сверлильные	Горизонтально-расточные	Алмазно-расточные	Горизонтально-сверлильные	Разные сверлильные
Шлифовальные и доводочные	3	-	Заточные	Плоскошлифовальные	Притирочные, полировальные, хонинговальные, доводочные	Разные абразивные
Электрофизические и электрохимические	4	Электроискровые	-	Электроэрозионные, ультразвуковые прошивочные	Анодно-механические отрезные	-
Зубо- и резьбообрабатывающие	5	Для обработки торцов зубьев колес	Резьбофрезерные	Зубоотделочные, проверочные и обкатные	Зубо- и резьбошлифовальные	Разные зубо- и резьбообрабатывающие
Фрезерные	6	Вертикальные безконсольные	Продольные двухстоечные	Консольно-фрезерные операционные	Горизонтально фрезерные консольные	Разные фрезерные
Строгальные, долбежные, протяжные	7	Протяжные горизонтальные	Протяжные вертикальные для протягивания		-	Разные строгальные
			внутреннего	наружного		
Разрезные	8	Пилы			-	-
		ленточные	дисковые	Ножовочные		
Разные	9	Для испытания инструментов	Делительные машины	Балансировочные	-	-

Приложение 2

Перечень основного оборудования и оснастки слесарно-механического участка

№ п/п	Наименование	Модель, тип	Характеристика	Уст. мощность , кВт	Габаритные размеры, (длина × ширина), мм	Площадь, м ²
1	2	3	4	5	6	7
1	Ножовочный станок	8Б72	Ø заг. = 250 мм	1,5	1560×865	1,35
2	Абразивно-отрезной станок	8А240	Ø круга = 400 мм	11,1	600×500	0,30
3	Токарно-винторезный станок	16К20	ВЦ 200 мм, РМЦ 710 мм	10,9	2470×1198	2,96
4	»	16К20	ВЦ 200 мм, РМЦ 1000 мм	10,9	2795×1198	3,34
5	»	16К20	ВЦ 200 мм, РМЦ 1400 мм	10,9	3195×1198	3,82
6	Токарно-винторезный станок	16К20	ВЦ 200 мм, РМЦ 2800 мм	10,9	4000×1200	4,80
7	Токарно-винторезный станок повышенной точности	16К20П	ВЦ 200 мм, РМЦ 1000 мм	10	2160×975	2,10
8	Токарно-винторезный станок	1М63	ВЦ 310 мм, РМЦ 2800 мм	14,2	5000×2000	10,00
9	»	165	ВЦ 500 мм, РМЦ 5000 мм	25,6	5780×2000	11,56
10	Токарно-револьверный станок	1Н318	Ø прутка = 18 мм	3,0	2990×835	2,5
11	Токарно-револьверный станок повышенной точности	1Е325П	Ø прутка = 25 мм	3,7	2380×1140	2,7
12	Токарно-револьверный станок	1Д340П	Ø прутка = 40 мм	5,5	3980×1000	3,98
13	»	1365	Ø прутка = 65 мм	13,0	5070×1565	7,93
14	Горизонтально-расточный станок	2622А	Стол 250×1600 мм	10,0	4090×1795	8,05
15	Алмазно-расточный вертикальный станок	278Н	Ø раст. = 65...165 мм	1,7	1200×1200	1,44
16	Отделочно-расточный вертикальный станок	2Е78П	Ø раст. = 28...120 мм	2,2	1750×1560	2,73
17	Координатно-расточный станок особо высокой точности	2Е440А	-	4,5	2440×2190	5,35

Продолжение Приложения 2

1	2	3	4	5	6	7
18	Поперечно-строгальный станок	7Д56	Ход ползуна 450...700 мм	8,6	3300×1900	6,28
19	Продольно-строгальный станок	7110	Стол 1000×3000 мм	16,2	7495×3275	24,40
20	Долбежный станок	7Б420	Ход долбяка 25...200 мм	3,8	2580×1510	3,86
21	Зубодолбежный полуавтомат	5140Б	Ø _{max} заг. = 500 мм	4,7	1760×1270	2,24
22	» »	53150П	Ø _{max} заг. = 800 мм	10	3220×1620	5,20
23	Горизонтально-фрезерный станок	6Р82Г	Стол 320×1250 мм	9,8	2000×2500	5,00
24	Горизонтально-фрезерный широкоуниверсальный станок	6Т82Ш	Стол 320×1250 мм	7,5	2310×1980	4,57
25	Универсально-фрезерный станок	6Р81Ш	Стол 250×1000 мм	9,3	2100×2100	4,40
26	Широкоуниверсальный консольно-фрезерный станок	6Р83Ш	Стол 400×1600 мм	10,00	2600×2135	5,55
27	Вертикально-фрезерный консольный станок	6Р11	Стол 250×1000 мм	5,5	2030×1540	3,13
28	Вертикально-фрезерный быстроходный станок повышенной точности	6Р12ПБ	Стол 320×1250 мм	17,7	2275×1875	4,26
29	Вертикально-фрезерный быстроходный станок	6Р13Б	Стол 400×1600 мм	10,0	2507×2652	6,65
30	Инструментальный универсальный станок	676П-11	Стол 250×630 мм	2,3	1400×1720	2,51
31	Зубофрезерный станок	5К324А	Ø _{max} заг. = 500 мм	12,1	2800×1600	4,48
32	» »	5Б32	Ø _{max} заг. = 800 мм	11,8	3100×1500	4,65
33	» »	5К328А	Ø _{max} заг. = 1250 мм	16,8	3000×1700	5,10

Продолжение Приложения 2

1	2	3	4	5	6	7
34	Зубохонинговальный полуавтомат	5А7-3	$\varnothing_{\max}$ заг. = 500 мм	5,0	2400×1700	2,88
35	Зубозакругляющий полуавтомат	5Д580	$\varnothing_{\max}$ заг. = 300 мм	4,0	1620×1450	2,35
36	Контрольно-обкатной станок	5А725	$\varnothing_{\max}$ дет. = 500 мм	5,0	1700×1500	2,55
37	Вертикально-сверлильный станок	2Н118	$\varnothing_{\max}$ сверла = 18 мм	1,5	870×590	0,51
38	»	2Н125	$\varnothing_{\max}$ сверла = 25 мм	2,3	1130×805	0,90
39	»	2Н135	$\varnothing_{\max}$ сверла = 35 мм	4,1	1245×815	1,00
40	»	2Н150	$\varnothing_{\max}$ сверла = 50 мм	7,0	1550×970	1,5
41	»	2Н170	$\varnothing_{\max}$ сверла = 75 мм	10,0	1630×1220	1,99
42	Настольно-сверлильный станок	2М112	$\varnothing_{\max}$ сверла = 12 мм	0,6	770×370	0,28
43	Радиально-сверлильный станок	2М55	$\varnothing_{\max}$ сверла = 50 мм	6,5	2670×1000	2,67
44	Плоскошлифовальный станок с прямоугольным столом	3Б722	Стол 320×1000 мм	10,0	3410×2020	6,89
45	Плоскошлифовальный станок с круглым столом	3Д740	$\varnothing$ стола = 400 мм	7,5	3550×1760	6,25
46	Плоскошлифовальный станок высокой точности	3Г71	Стол 200×630 мм	2,0	2580×1550	4,00
47	Круглошлифовальный станок полуавтомат	3А151	$\varnothing$ заг. = 200 мм, РМЦ 400 мм	9,9	2320×1720	4,00
48	Универсальный круглошлифовальный станок	3Б12	$\varnothing$ заг. = 200 мм, РМЦ 500 мм	3,0	2650×1750	4,64
49	»	3А130	$\varnothing$ заг. = 280 мм, РМЦ 700 мм	4,0	3060×2000	6,12

Продолжение Приложения 2

1	2	3	4	5	6	7
50	Круглошлифовальный врезной полуавтомат повышенной точности	ЗБ153	Ø заг. = 140 мм, РМЦ 500 мм	5,5	2500×1750	4,55
51	Бесцентрово-шлифовальный полуавтомат высокой точности	ЗА184	Ø заг. = 80 мм, l заг. = 165	17,4	2265×1650	3,74
52	Внутришлифовальный станок	ЗА229	Ø шлиф. = 400 мм l шлиф. = 200 мм	11,2	2700×1350	3,65
53	Внутришлифовальный универсальный станок высокой точности	ЗК227В	Ø шлиф. = 100 мм l шлиф. = 125 мм	4,0	2815×1900	5,35
54	Внутришлифовальный универсальный станок повышенной точности	ЗА227	Ø шлиф. = 100 мм l шлиф. = 50 мм	3,0	2500×1490	3,70
55	Точильно-шлифовальный обдирочный станок	ЗБ634	Ø круга = 400 мм	4,6	1815×1200	2,18
56	Точильно-шлифовальный станок	ЗБ633	Ø круга = 300 мм	1,7	700×500	0,35
57	Универсально-заточный станок	ЗБ542	-	4,6	1825×1200	2,18
58	» »	ЗБ642	Ø круга = 140 мм	2,6	1700×1460	4,48
59	Заточный станок для резцов (повышенной точности)	ЗМ642	-	9,6	1800×1470	2,64
60	Станок ручной шлифовальный с гибким валом	ЗА382	-	2,2	558×536	0,30
61	Станок лентополировальный	ОР-26320	-	4,7	1500×1500	2,25

Окончание Приложения 2

1	2	3	4	5	6	7
62	Пресс гидравлический	ОКС-1671М	Р = 400 кН	3,0	1575×640	1,00
63	Тумбочка для инструмента	ОРГ-1611 или 5141	Металлическая	-	700×475 665×551	0,34 0,37
64	Шкаф для приспособлений	ОРГ-1603	Металлический	-	700×500	0,35
65	Стеллаж для деталей	ОРГ-1468 -05-300А	»	-	1400×500	0,70
66	Верстак слесарный на одно рабочее место	ОРГ-1468 -01-060	»	-	1200×800	0,96
67	Верстак слесарный на два рабочих места	ОРГ-1468 -01-070	»	-	2400×800	1,92
68	Плита поверочная	ГОСТ 1605-64	II класса	-	1000×630	0,63
69	Подставка под поверочную плиту	ОРГ-1465 -03-030	Металлическая	-	1000×750	0,75
70	Плита разметочная	ГОСТ 10905-64	II класса	-	1600×630	1,01
71	Подставка под разметочную плиту	ГИАТ 2226-П	Деревянная	-	1660×700	1,17
72	Стеллаж для заготовок и пруткового материала	ОРГ-1468 -05-770	Металлический	-	970×1070	1,04

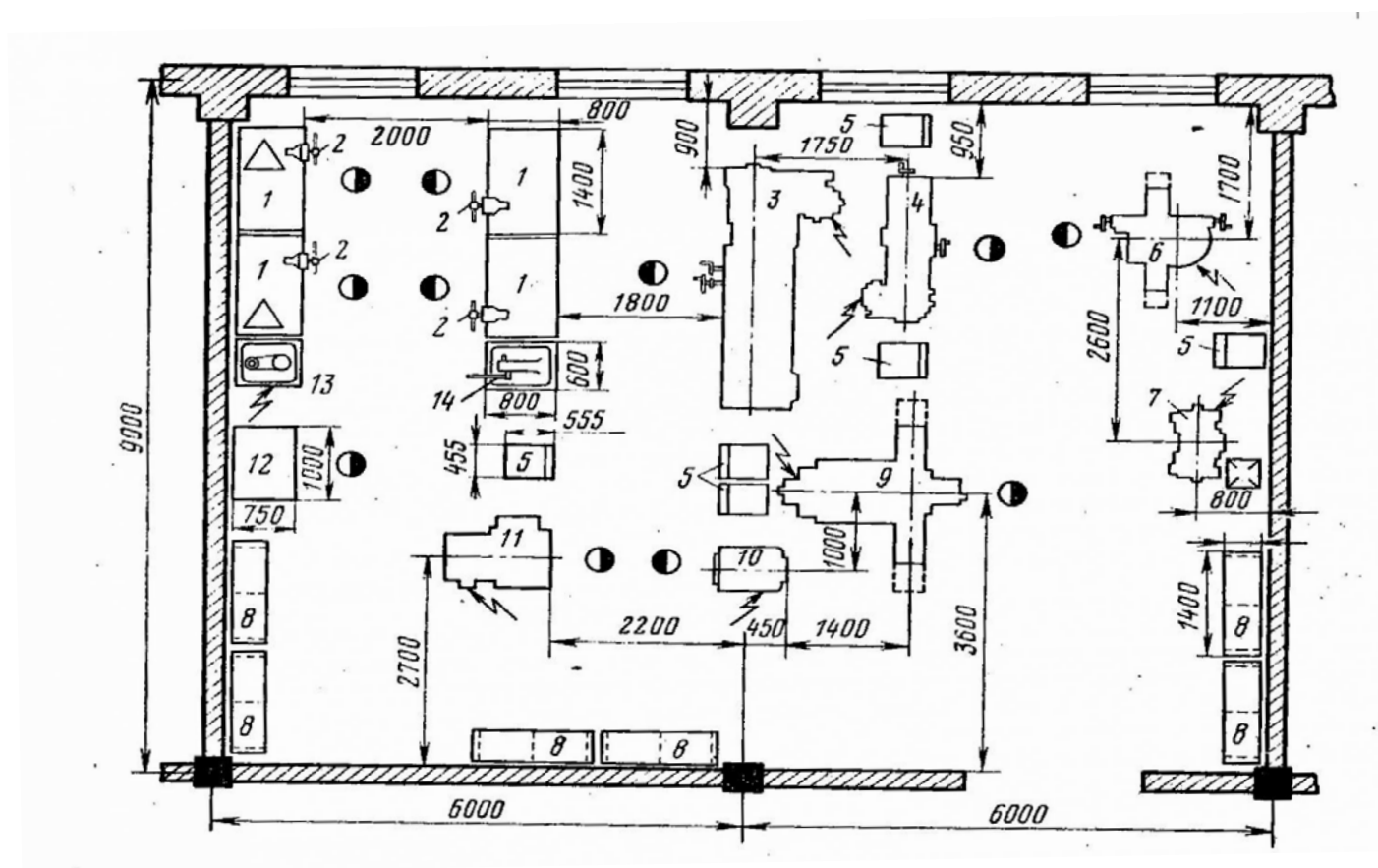


Рисунок – Слесарно-механический участок промышленного предприятия:

1 – слесарный верстак; 2 – слесарные тиски; 3, 4 – токарно-винторезные станки; 5 – инструментальный шкаф;
 6 – универсально-заточной станок; 7 – обдирочно-шлифовальный станок; 8 – стеллаж для деталей; 9 – универсально-фрезерный станок; 10 – станок отрезной; 11 – вертикально-сверлильный станок; 12 – поворотная плита; 13 – настольно-сверлильный станок; 14 – пресс с ручным приводом