

ББК 34.673 (075)

Ф34

УДК 681.94 (075.3)

184

Рецензенты:

Предметная комиссия ПТУ № 11 завода «Русские самоцветы»
и доцент канд. техн. наук Петров В. П.

Федотов А. И., Улановский О. О.

Ф34 Граверное дело: Учеб. пособие для профессионально-технич. училищ.—Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1981. — 240 с., ил.

В пер.: 50 к.

Ф 31208-093
038(01)-81 093-81. 2704030000

ББК 34.673 (075)
6П4.7

© Издательство «Машиностроение», 1981 г.

20876-2
Центральная библиотека № 84 им. А. М. Горького
Дзержинского района

ПРЕДИСЛОВИЕ

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 гг. и на период до 1990 г.» большое внимание уделяется проблемам комплексной автоматизации и механизации производственных процессов, как одному из важнейших факторов повышения производительности труда и качества продукции. Рост производительности труда будет осуществляться за счет быстрого развития точного приборостроения, станкостроения, машиностроения, вычислительной техники, автоматических систем управления, в том числе систем программного и адаптивного управления и т. д. Во многих отраслях машиностроения, приборостроения и радиоэлектроники все большее место будут занимать делительно-граверные, фотографические и фотолитографические работы. Такие операции, как нанесение штрихов, линий, знаков и обозначений на плоских, цилиндрических, конических поверхностях, гравирование сложных корпусных деталей требуют большой затраты времени и выполняются высококвалифицированными работниками.

Настоящее учебное пособие предусматривает дать учащимся профессионально-технических училищ основные сведения по методам и средствам нанесения штрихов, знаков и обозначений при изготовлении шкал, сеток, лимбов и подобных им изделий точного приборостроения и при выполнении разнообразных граверных работ, научить их правильно использовать граверно-делительное дело, а также глубже раскрыть сущность технологических процессов. Авторы старались изло-

жить материал настоящего пособия в свете последних достижений современной науки и техники, используя большой отечественный опыт, патентную и периодическую литературу.

Большое внимание в пособии уделено проблемам механизации и автоматизации граверных работ. Рассматриваются устройство и работа основных узлов оборудования, приемы настройки и правила их эксплуатации. Дано описание различного рода приспособлений, которые существенно расширяют технологические возможности граверного оборудования, способствуют росту производительности труда и повышению качества выпускаемой продукции.

Выполнение граверных работ не обходится без применения копиров, шаблонов, пуансонов и трафаретов, первоосновой которых является ручной труд. Поэтому в учебном пособии достаточно полно описаны приемы ручного гравирования, приведены тренировочные упражнения и сведения о свойствах металлов и сплавов и особенностях их обработки.

Ученики-граверы могут почерпнуть из этого пособия много полезных сведений, в частности о том, как лучше организовать и оснастить рабочее место, как более эффективно использовать оборудование, те или иные инструменты и приспособления и т. д.

Все замечания и предложения авторы просят направлять по адресу: 191065, Ленинград, ул. Дзержинского, 10, ЛО изд-ва «Машиностроение».

Гравированием называют нанесение на поверхность материала (металла, камня, кости) надписей, рисунков, узоров режущим инструментом (ручным, станочным или механизированным) или путем травления, под которым понимают химическую обработку твердых материалов растворами кислот, для изменения вида их поверхности или удаления примесей, а также для доводочной обработки металлических заготовок до требуемых размеров и формы.

Техника гравирования возникла в весьма отдаленные времена в Китае при создании циферблатов (часов теневого типа), а затем в IV веке до н. э. при изготовлении неравномерных линейных шкал к водяным часам, а также медных пластин для «указателей юга» — компасов. Позднее граверное дело начало развиваться в Греции и Средней Азии (Ургенч, Самарканд и т. п.). В Европе оно получило распространение в середине XI века в связи с изготовлением астрономических и мореходных приборов.

В России первые штриховые меры, производство которых началось с середины XVII века в мастерских Российской Академии наук по инициативе и под руководством М. В. Ломоносова, использовались в точных угломерных приборах. Штриховые меры служат для определения измеряемой величины путем сравнения ее с однородной величиной, размер которой известен. Дальнейшее развитие граверного дела связано с Механическими мастерскими Главного штаба. В 1839 г. при Пулковской астрономической обсерватории была организована

механическая **мастерская**, в которой работали механики Г. К. Брауэр, В. Ф. Гербст, Г. А. Фрейберг-Кондратьев, которые изготовили и разработали круговые и линейные делительные машины и гравировальную установку для оцифровки серебряных лимбов. В этих мастерских производились высокоточные астрономо-геодезические инструменты.

Бурное развитие граверное дело получило в годы Советской власти. В 1922 г. под руководством Ф. Л. Бурмистрова было начато изготовление механическим способом шкал, сеток, лимбов и подобных им деталей. Основным видом приспособления при этом способе работ является пантограф. *Пантограф* — приспособление в виде раздвижного шарнирного параллелограмма для вычерчивания чертежей, карт и т. д. обычно в меньшем масштабе. Оригинал подкладывается под отводной штифт, а требуемое изображение вычерчивается карандашом, тушью или чертилкой. Интенсивное развитие отечественной оптико-механической промышленности послужило поводом к испытанию Ф. Л. Бурмистровым новых способов (фотографических и комбинированных) нанесения штрихов, знаков и обозначений [1, 2].

В 1926 г. в Государственном оптическом институте (ГОИ), ныне носящем имя С. И. Вавилова, была создана лаборатория научной фотографии, а на Государственном оптико-механическом заводе под руководством проф. С. О. Максимова организована небольшая, но плодотворно работающая группа в составе В. А. Бургова, Н. А. Гаврилова, О. П. Крыжановского, в задачу которой входила разработка новой технологии изготовления шкал, лимбов и других изделий точного приборостроения.

В настоящее время отечественной промышленностью налажен серийный выпуск штриховых мер, таблиц, трафаретов, мир, тестов и т. д. Под руководством Н. Ф. Делюнова, И. А. Тельтевского и Б. Д. Никитина разрабатываются прецизионные делительные машины, которые с успехом используются на предприятиях приборостроительной, машиностроительной, радиотехнической, авиационной промышленности и др. В ГОИ Ф. Л. Бурмистровым, В. А. Вейденбахом и их учениками создаются различные фотографические и комбинированные методы нанесения делений и обозначений при изготовлении шкал, сеток и лимбов. При этом особое внимание уделяется выбору высококачественных объективов, современной технике репродуцирования и проводится работа по созданию новых светочувствительных слоев, т. е. разрабатывается точная фотография и на ее основе техника изготовления сеток, лимбов и других изделий. Все эти работы имеют первостепенное значение для получения технологических процессов изготовления деталей с субмикрометрическими размерами элементов.

Глава 1

ОРГАНИЗАЦИЯ ГРАВЕРНО-ДЕЛИТЕЛЬНОГО УЧАСТКА

1. Рабочее место гравера

Разнообразие выполняемых граверных работ и специфика ручного процесса гравирования обязывают оборудовать рабочее место гравера так, чтобы были созданы все условия для безопасной и высокопроизводительной работы.

Рабочий стол гравера устанавливают у окон южной или юго-западной стороны. Он должен быть прочным и массивным: обычно его изготавливают из сосновых брусев сечением 120—150 мм или стальных труб диаметром 40—50 мм. Верхняя часть стола (столешница) делается из дерева твердой породы толщиной 50—60 мм и покрывается линолеумом.

Наиболее удобная конструкция граверного стола изображена на рис. 1. С трех сторон столешница имеет бортик для предотвращения падения инструмента и деталей на пол. Для удобства работы в центральной части стола делается дуговой вырез; тогда локти гравера в процессе работы имеют опору, придающую рукам устойчивость и твердость. В дуговом вырезе стола выполнены выдвижные поролоновые подлокотники пенального типа, в значительной степени снижающие утомляемость гравера при выполнении длительных работ. С левой стороны стол снабжен тремя выдвижными ящиками для инструмента и малогабаритными поворотными тисками, с правой — устанавливают легкий станок-пантограф настольного типа.

Для выполнения мелких и точных работ двух-трех- и многоместные граверные столы применять не рекомендуется, так как из-за разнообразия выполняемых в одно и то же

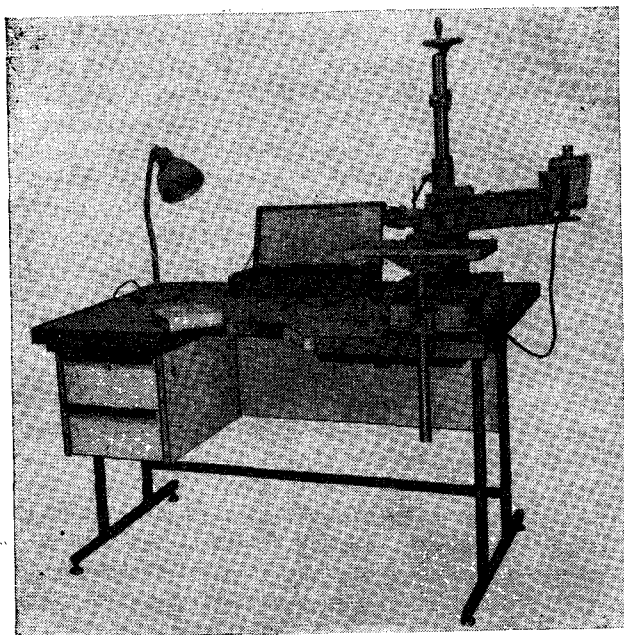


Рис. 1. Рабочий стол гравера

время операций значительно снижается производительность труда и ухудшается качество работы. Например, если один гравер гравировает сложное точное клеймо, а другой вырубает фон какого-либо штампа, набивает шильдики или работает напильником, производя грубую обдирку пуансона и т. п., то первая работа не допускает ни малейшего дрожания стола, а вторая вызывает вибрацию и сотрясение его. Очевидно, что одновременное выполнение этих операций на общем верстаке недопустимо.

Стул гравера обычно изготавливают трехножным, с винтовым подъемом сиденья, которое должно быть круглым, твердым с углублением в центре. Регулировка высоты сиденья необходима для удобства выполнения всевозможных производственных заданий, так как детали могут иметь различную высоту.

При выполнении мелких и сложных граверных работ общего освещения бывает недостаточно, поэтому на каждом рабочем месте гравера должна быть переносная электрическая лампа с гибким шлангом.

Рабочее место гравера нужно организовать так, чтобы не приходилось тратить много времени на подбор инструмента. Редко применяемый инструмент должен храниться в инструментальной кладовой, а часто применяемый — на рабочем месте. Не менее важно и правильное размещение инструмента на столе в период

работы. В каждом отдельном случае (в зависимости от характера работы) подбирают инструменты, необходимые для выполнения данной работы. Инструменты, которыми гравер пользуется чаще, должны быть расположены ближе к нему, используемые реже — дальше. Хранить инструмент следует в ящичке стола в специальных деревянных ячейках, чтобы он не портился. После работы инструмент следует смазывать тонким слоем вазелина.

2. Помещение

Помещение для граверных и делительных работ должно располагаться на участке с сухим песчаным грунтом на значительном расстоянии от механизмов и устройств, приводящих грунт в колебание. *Колебание* есть движение (изменение состояния), характеризующееся той или иной степенью повторяемости во времени. Колебания могут иметь различную физическую природу, а также отличаться механизмом и характером возбуждения, степенью повторяемости и быстротой смены состояния. Песчаный грунт обладает высоким коэффициентом демпфирования колебаний и хорошо пропускает влагу. *Демпфирование* — принудительное гашение колебаний системы либо уменьшение их амплитуды до допустимых пределов.

Точность делительных и граверных работ и точность работы контрольных устройств зависят от колебаний температуры в помещении, влажности и атмосферного давления. Поэтому его нельзя располагать рядом с источником интенсивного излучения тепла и влаги, т. е. в нем необходимо поддерживать постоянную температуру и влажность по ГОСТ 8.050—73.

Пол помещения покрывают паркетом, а сверху паркета — линолеумом (полимерным рулонным материалом). На стены и потолок необходимо нанести специальный материал или масляную краску так, чтобы их можно было протирать влажной тряпкой.

Основными источниками запыленности помещения являются трение в узлах работающих машин и деятельность обслуживающего персонала. Известно, что при разных видах работ один человек приводит в колебание за минуту от 100 тыс. до 30 млн. пылевых частиц размером 0,3 мкм и более, поэтому возникает необходимость принимать соответствующие меры к защите от пыли. Особое внимание уделяется одежде обслуживающего персонала, которая должна закрывать тело и волосы и должна быть изготовлена из материала, не выделяющего пылевые частицы.

Системы кондиционирования для поддержания влажности и температуры. Для поддержания в помещениях постоянной влажности, равной 50%, используют кондиционеры, работающие по принципу сохранения постоянной температуры точки росы или регулирующие температуру рабочей зоны помещения путем изменения теплоотдачи зональными подогревателями или калориферами. *Калориферы* — приборы для нагревания воздуха в системе

воздушного отопления, вентиляции и сушки. Они бывают пластинчатые, спирально-ребристые и др. Постоянную температуру в кондиционируемом помещении получают изменением температуры подаваемого воздуха при неизменном расходе приточного воздуха. Иногда для эффективного использования приточной системы кондиционирования с регулированием температуры изменяют количество поступающего в помещение воздуха с помощью центробежного анемостата, который будет являться в данном случае воздухораспределителем. Значение температуры воздуха определяется комфортными условиями. Если же помещение располагается в здании, не имеющем системы поддержания температуры и влажности, то в нем нужно устанавливать местное кондиционирование с использованием автономного самостоятельного кондиционера, конструкция которого должна иметь вертикальное исполнение. Отличительной особенностью схем автономных кондиционеров является применением кожухотрубных конденсоров, в которых тепло охлаждения и конденсации холодильного агрегата воспринимается проходящей по трубам водой. В связи с этим должна быть предусмотрена подача воды.

Работающий кондиционер шумит, поэтому его необходимо устанавливать в смежном с термостатируемым помещением, а воздух подавать по приточным и рециркуляционным воздуховодам. Система воздухораспределения должна обеспечить достаточную равномерность поступления воздуха в рабочую зону, так как разность температур вызывает воздушные потоки. Отсутствие неупорядоченных движений струй воздуха является важным условием достижения равномерности температуры по всему объему помещения. Следовательно, необходимо использовать системы кондиционирования с упорядоченным движением воздуха. Приточный воздух подается в помещение через перфорированный потолок или через несколько панелей, встроенных в подвесной потолок, а удаляется через всю поверхность пола или через решетки, смонтированные в стенках или расположенные по полу по всему периметру помещения. С целью уменьшить запыленность воздуха в кондиционируемом помещении следует поддерживать избыточное давление по отношению к наружному воздуху.

Прецизионные делительные машины и контрольные устройства монтируют в специальных камерах, в которых устанавливается температура $(20 \pm 0,1)^\circ\text{C}$. Рассмотренные выше системы поддержания постоянной температуры за счет введения в помещение подогретого воздуха в данном случае неприемлемы. Используется прецизионная система кондиционирования [4], в которой камера с оборудованием отделена от основного помещения стенками, имеющими заранее рассчитанное термическое сопротивление. Принципиальная схема системы поддержания постоянной температуры и влажности воздуха в помещении показана на рис. 2. В зимнее время наружный воздух, пройдя утепленный клапан 1 и самоочищающийся масляный фильтр 2, нагревается

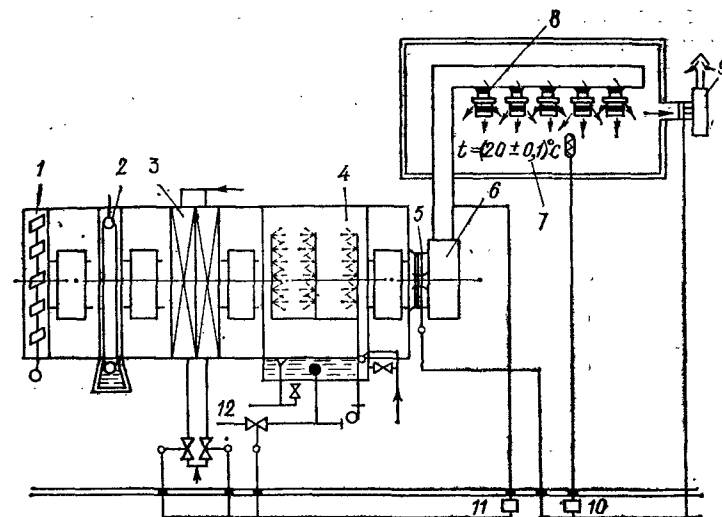


Рис. 2. Схема системы кондиционирования воздуха

в калорифере первого подогрева 3 и увлажняется в камере орошения 4. Летом воздух после масляного фильтра охлаждается и орошается в камере орошения. Затем по направляющему аппарату 5 с помощью вентилятора 6 воздух центробежными анемостатами 8 подается в кондиционируемое помещение 7. Воздух, перемещаясь по трубопроводам и в вентиляторе, нагревается на $1-1,5^\circ\text{C}$. В установке имеется специальный регулятор расхода воздуха 9, который позволяет путем изменения количества поступающего воздуха изменять номинальную температуру кондиционируемого воздуха. Для избежания перегрева воздуха в системе имеются регулирующие клапаны 10, которые позволяют изменять температуру подогретого воздуха по сигналу автоматического термометра, установленного в термостатируемом помещении. Для поддержания требуемой влажности подаваемого воздуха служат клапан 12, регулирующий подачу холодной воды, и регулятор 11 температуры точки росы. Регулятор включается в работу по сигналу, поступающему от прибора, контролирующего влажность подаваемого воздуха. Эта система кондиционирования воздуха позволяет поддерживать в помещении температуру $(20 \pm 0,1)^\circ\text{C}$ при относительной влажности 50%.

Виброизоляция оборудования. Для защиты от механических ударов и вибраций оборудование в помещении для граверных и делительных работ устанавливают на специальных, не связанных со зданием полах, основаниях и фундаментах, что позволяет в достаточной степени изолировать его от колебаний грунта, вызванных движущимся по близлежащей проезжей части транспортом

и работой тяжелых станков и машин, расположенных в соседних помещениях.

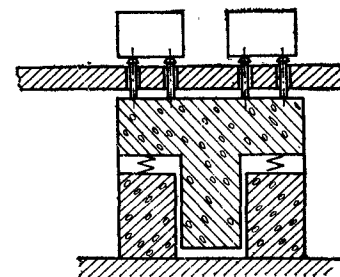
Колебания бывают *полигармонические*, *гармонические* и *ударные*. Последние характеризуются воздействием на систему больших сил в течение короткого промежутка времени. Для выбора и анализа системы виброизоляции машин необходимо знать характер колебаний грунта в месте установки машины. *Виброизоляция* — защита машин, приборов и людей от механических колебаний, возникающих вследствие работы механизмов, движения транспорта и т. д. Для осуществления виброзащиты применяют амортизаторы из упругих материалов, пружинные динамические гасители (аитивибраторы) и др. При этом необходимо помнить, что грунт обладает упругостью, большей чем упругость фундамента. *Упругость* — свойство тела восстанавливать форму и объем (твердые тела) либо только объем после прекращения действия внешних сил или других причин, вызвавших деформацию тела. Грунт имеет собственную частоту колебания, изменяющуюся в пределах от 15 до 30 Гц. Болотистые грунты характеризуются низкими частотами колебаний, около 10 Гц, а скалистые породы — более высокими, до 70 Гц.

Как показывает опыт, в цехах машиностроительных предприятий в результате работы оборудования в соседних помещениях максимальные амплитуды вертикальных колебаний грунта равны примерно 2,5—3 мкм в диапазоне частот от 1,5 до 30 Гц, а амплитуды горизонтальных колебаний — 2 мкм в диапазоне от 2 до 25 Гц.

Демпфирование ухудшает виброзащитные свойства системы при высокочастотных воздействиях. Слабое демпфирование оказывается в этом случае вполне достаточным. Для гашения интенсивных вибраций и ударных воздействий применяют жесткие, нелинейные и сильно задемпфированные системы. При очень малом значении сухого трения виброзащитные свойства системы могут ухудшиться из-за резонансных явлений, а при очень большом трении они ухудшаются вследствие воздействия силы трения на фундамент. Очевидно, существует некоторая оптимальная сила трения, при которой коэффициент динамичности в резонансных условиях оказывается минимальным. Следовательно, увеличение силы трения в резонансном режиме работы уменьшает максимальную деформацию амортизатора и амплитуду упругой силы.

Для защиты оборудования от воздействий, поступающих извне вибраций, используют *пассивную* виброизоляцию, мерой эффективности которой является коэффициент передачи, равный отношению амплитуды колебаний машины на опорах к амплитуде колебаний фундамента. При *активной* же виброизоляции коэффициент передачи равен отношению амплитуды колебаний возмущающей силы, действующей на фундамент, к амплитуде колебаний возмущающей силы, возникающей внутри машины. Хотя способы пассивной и активной виброизоляции одинаковы, конструктивные

Рис. 3. Цельноблочный фундамент



же особенности амортизаторов зависят от конкретной задачи изоляции оборудования.

Установка прецизионных делительных машин и контрольных устройств производится на фундаментах в виде массивных бетонных блоков, расположенных на виброизолирующей подушке, которая представляет собой ряд чередующихся слоев песка и пробки, обшитых по бокам виброизолирующим материалом. Иногда фундамент состоит из массивных бетонных плит, положенных на «мягкие» пружинные рессоры. Для последующего ослабления вибраций используют фундаменты с пневматическими или пружинными демпферами или резиновые или пробковые амортизаторы. *Демпфер* — устройство для успокоения (демпфирования) или предотвращения вредных механических колебаний звеньев машин и механизмов путем поглощения энергии. Иногда делают изолированные полы, состоящие из железобетонных подушек (матов) толщиной 90 см, находящихся на бетонных сваях. На этих подушках покоятся амортизаторы вибраций, образованные тремя 25-сантиметровыми слоями мелкого песка, между которыми проложен трехслойный кровельный картон, слоем прокладочных досок, 5-сантиметровым железобетонным слоем, тремя слоями песка, разделенными кровельным картоном, вторым 5-сантиметровым железобетонным слоем, 15-сантиметровым слоем из пробки и наконец 20-сантиметровым железобетонным полом с гладкой цементной наружной поверхностью. Назначение кровельного картона и пробки — поглощать вертикальные колебания, в то время как слой песка служит для гашения боковых колебаний. Амортизаторы вибрации изолированы от прилегающих боковых стен здания толстыми слоями кровельного картона.

Одним из эффективных способов виброизоляции является применение демпферов внутреннего трения. Создание таких демпферов является сложной задачей, так как для большинства конструктивных материалов внутреннее трение мало. Часто фундамент представляет собой бетонный блок с массой, в пять-шесть раз превышающей массу оборудования (рис. 3). Демпфирование в фундаменте осуществляется за счет внутреннего трения в материале пружин, а также за счет прокладок из материала с большим внутренним сопротивлением. Бетонный блок массой около 20 т на котором устанавливается оборудование, подвешивается иногда на четырех пружинах.

В фундаментах из блоков большой массы, устанавливаемых на подушку из слоев плотностью песка и пробкового дерева, обши-

того по краям деревянными столбами, демпфирование осуществляется за счет внутреннего сопротивления грунта и сухого трения между поверхностями блока и обшивки, при этом обеспечивается подавление резонансных колебаний.

При выборе того или иного типа конструкции виброзащитного устройства следует, с одной стороны, задать допустимые значения амплитуд и частот, которые не влияют на качество технологических операций, а с другой стороны — необходимо определить возмущающие силы, вызванные колебаниями грунта. Амплитуда и частоты колебаний грунта в месте установки фундамента определяются экспериментально и мало изменяются при установке пола или фундамента. Для выбора фундаментов необходимо знать наименьшую частоту и соответствующую ей амплитуду гармонических колебаний грунта, при этом следует стремиться к тому, чтобы частоты собственных колебаний были бы меньше частоты возмущающих сил.

Виброизоляция с помощью упругих элементов, которые находятся между изолируемым объектом и основанием, служит для уменьшения вибраций в самом оборудовании или защиты его от вибрации.

Часто приводную часть оборудования располагают на отдельном фундаменте, так как она является источником интенсивного виброобразования.

Выбирая конструкцию виброизолирующих фундаментов, следует учитывать направление перемещения частей машины.

В качестве амортизаторов могут служить резинометаллические опоры, в которых резиновый упругий элемент закрывается металлическими крышками. Они предохраняют резину от воздействия масел, влаги и других активных веществ. Конструктивно опоры выполняются так, чтобы можно было регулировать установку машин по высоте (рис. 4, а, б). Частота собственных колебаний системы, монтируемой на таких опорах, равна 12—40 Гц и зависит от массы оборудования. Если требуется установить стационарно оборудование в определенном месте помещения, используются штыревые конструкции, представляющие собой резиновый корпус с фланцем (рис. 4, в). Иногда опоры снабжаются большим числом плетеных упругих элементов тарельчатой формы (рис. 4, г), что позволяет получать частоту собственных колебаний 6—9 Гц. Низкую частоту собственных колебаний (до 1 Гц) имеют цельнометаллические амортизаторы с вертикальными пружинами и с объемной металлической сеткой. Применение же опор с винтовыми пружинами для пассивной виброизоляции возможно только со специальными демпферами (рис. 5, а). В амортизаторе, показанном на рис. 5, б для ограничения амплитуд колебаний в горизонтальном и вертикальном направлениях между корпусом 3 и крышкой 1 введена фетровая прокладка 2. С помощью специальных клеев ее прикрепляют к опорам с регулируемыми винтами. Чаще всего используют шерстяные фетры,

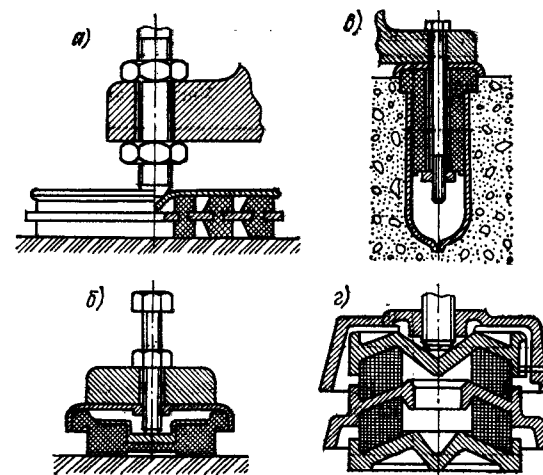


Рис. 4. Резинометаллические амортизаторы

которые не поддаются воздействию масел, агрессивных жидкостей, холода и т. д.

Для виброизоляции можно применять материалы, имеющие высокие коэффициенты внутреннего сопротивления. При этом каждый материал может быть использован для демпфирования колебаний определенного частотного диапазона (табл. 1). Как видно из таблицы, если частота собственных колебаний ω_0 оборудования больше или равна 20 Гц, то для виброизоляции можно использовать упругие элементы из фетра, пробки, прорезиненной парусины и т. д. Если же частота собственных колебаний меньше 5 Гц, то для виброизоляции используются спиральные и листовые пружины или же пневматические амортизаторы и т. д. Таким образом, зная частоту собственных колебаний оборудования и воспользовавшись данными табл. 1, можно подобрать материал для виброизоляции или указать тип амортизационного устройства.

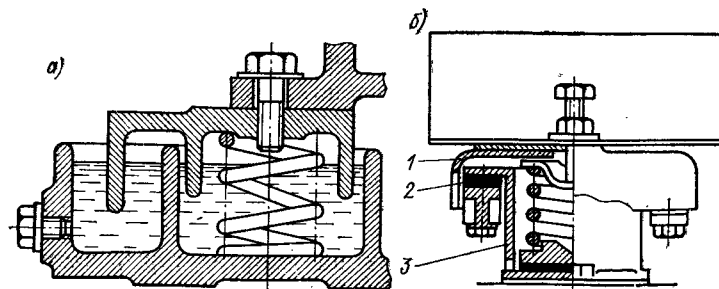


Рис. 5. Цельнометаллические амортизаторы

Т а б л и ц а 1

Материалы, применяемые в качестве упругих элементов

Частота собственных колебаний оборудования, Гц	Упругие элементы
$\omega_0 \geq 20$	Фетр, пробка, прорезиненная парусина, пластмассы, армированные волокнистые материалы, свинцово-асбестовые прокладки
$10 \leq \omega_0 \leq 20$	Резина, работающая на сжатие; проволочная сетка объемного плетения; толстые фетровые и пробковые прокладки
$5 \leq \omega_0 \leq 10$	Резина, работающая на сдвиг; проволочная сетка объемного плетения
$\omega_0 \leq 5$	Спиральные и листовые пружины; пневматические опоры

Оборудование, устанавливаемое на междуэтажных перекрытиях зданий, амортизируется на упругих элементах, представляющих собой прокладки из резины, пластмассы, фетра и пробки. Резиновые амортизаторы изготавливают в виде ковров, которые сжимаются под действием массы оборудования. Прокладки, работающие на сжатие, хорошо поглощают колебания в вертикальном и горизонтальном направлениях. Кроме резиновых ковров используют фетровые или пробковые прокладки. Фетровые прокладки имеют толщину от 6 до 75 мм. Прокладки толщиной от 25 до 150 мм, изготовленные из пробкового порошка, спрессованного и обработанного перегретым паром и покрытого специальными смолами для придания стойкости при воздействии влаги и масел, позволяют получить частоту собственных колебаний системы 40—50 Гц.

Для выбора способа виброизоляции и конструкции фундамента или амортизатора пользуются коэффициентом виброизоляции, который зависит от отношения возбуждающей частоты к собственной. При частоте вынужденных колебаний, близкой к частоте собственных колебаний, коэффициент виброизоляции стремится к единице, и, следовательно, применение амортизаторов для системы бесполезно, т. е. система работает в резонансных условиях. При увеличении разницы частот коэффициент виброизоляции резко возрастает, а амплитуда колебаний изолируемого объекта при малых значениях коэффициента демпфирования становится большой.

Устанавливать оборудование на амортизаторы, частота собственных колебаний которых близка к частоте вынужденных колебаний, не рекомендуется. Хорошая работа амортизаторов будет

только при коэффициенте виброизоляции $> \sqrt{2}$, а при его увеличении эффективность изоляции возрастает. Увеличение демпфирования для этой области частот приводит к ухудшению изоляции. Таким образом, для изоляции выбирать эластичные подвесы экономически неоправдано, так как стоимость и габариты упругой изолирующей системы увеличиваются с уменьшением жесткости.

Компоновка помещения. Размещение оборудования в помещении и его число зависит от технологического процесса выпускаемой продукции и требований, предъявляемых к граверно-делительным работам.

Технологический процесс — часть производственного процесса, совокупность технологических операций, выполняемых планомерно и последовательно во времени и пространстве над однородными или аналогичными изделиями. Технологический процесс излагается в технологических или маршрутных картах, входящих в состав технологической документации. *Операция* же является частью технологического процесса, выполняемая одним рабочим или группой рабочих или под их наблюдением автоматом (при автоматизированном производстве).

Особое значение придается объему выпуска высококачественной продукции и большое внимание уделяется выбору маршрута следования технологических операций. Технологический маршрут выполнения граверно-делительных операций выбирается на основании тщательного технико-экономического анализа разработанных вариантов технологического процесса. Оборудование размещают таким образом, чтобы получить минимальную потерю времени на вспомогательные операции, не связанные с рабочими процессами, и чтобы максимально исключить попадания пыли на ответственные узлы и механизмы технологического оборудования и на светочувствительные слои. При этом необходимо обеспечить поточность производства, передачу изделия с одной технологической позиции на другую через шлюзы, т. е. исключить излишнее хождение сотрудников по цеху и перемещение материала из помещения в помещение.

На предприятиях под граверно-делительный участок, как правило, отводится небольшое помещение, а следовательно, и расстановка аппаратуры, машин и приборов в нем имеет первостепенное значение для качественного и количественного выпуска продукции.

Примерная схема [2] расположения оборудования на граверно-делительном участке показана на рис. 6. Оборудование в помещениях располагается в зависимости от технологического маршрута производимых работ. На участке имеется центральная комната V с постоянной температурой, в которой устанавливается высокоточное оборудование на специальном фундаменте. Эта комната находится внутри помещения X, в котором устанавливается основное технологическое оборудование. В остальных

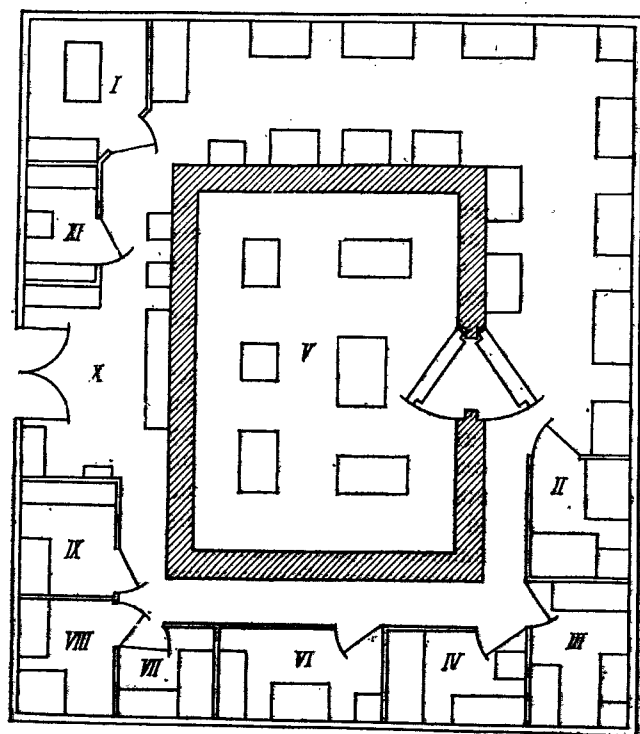


Рис. 6. Схема расположения оборудования на граверно-делительном участке

комнатах можно ориентировочно расположить: I — контрольно-измерительную аппаратуру; II — препараторскую; III — оборудование для нанесения разнообразных эмульсий; IV — оборудование для фотографирования; V — оборудование для обработки снимков; VI — оборудование для отделки и регулировки; VII — оборудование для выполнения травильных работ; VIII — оборудование для выполнения полировочных работ; IX — оборудование для полировки заготовок.

В помещении X устанавливаются ручная универсальная машина, служащая для изготовления единичных шкал и сеток средней точности, полуавтоматические круговая и продольная делительные машины для изготовления малых серий шкал и сеток, фрезерный и гравировальный станки, рабочий столик сотрудника, автоматическая продольная и круговая машины для массового производства шкал и сеток, пантограф для оцифровки, вальцевальная машина для изготовления шкал низкой точности, измерительный микроскоп, компаратор, профилограф, приборы, служащие для контроля продукции, термостат для поддержания температуры и микрофотографическая установка.

Для выполнения фотографических процессов помещения I, IV, VI и VIII оборудованы мойками, центрифугой, термостатом для поддержания температуры, сушильным шкафом, копировальным станком, проекционной установкой и т. д. Варка воска и нанесение грунтовых покрытий выполняются в вытяжных шкафах.

В термостатированном помещении V располагаются высокоточные автоматические продольная и круговая машины, универсальный микроскоп, фотошкалограф, машина для нанесения спиральных кривых и рабочий стол сотрудника. Кроме того, на участке устанавливают ряд станков. Обычно это малогабаритный вертикально-фрезерный станок для неответственных работ по удалению больших объемов металла, настольный сверлильный станок, малогабаритный пресс для клеймения. Необходимы также переносная электрическая бормашина с набором абразивного и фрезерного инструментов для выборки углублений и выемок в пресс-формах и штампах в труднодоступных местах и приспособления с пантографами всевозможных систем, позволяющие производить плоскостные и объемные граверные работы.

3. Техника безопасности

Случаи травматизма на производстве возникают вследствие недостатков в организации производства и незнания или несоблюдения основных элементарных правил по технике безопасности рабочими и инженерно-техническими работниками.

Эксплуатация различных станков в помещении для граверных и делительных работ может быть доверена лицам, знающим правила пользования оборудованием не только в целом, но и каждого станка в отдельности, а также умеющим вовремя обнаружить самые незначительные дефекты станков. Плохой уход за оборудованием, особенно за уникальным, ведет к быстрому износу его основных частей и узлов, к потере точности станка. Поэтому необходимо своевременно производить профилактический осмотр, ремонт, промывку, смазку трущихся поверхностей и частей узлов станка. Знание технологического процесса, принципа действия оборудования, приспособлений к нему и инструментов, умение пользоваться ими и правильно организовать свое рабочее место обеспечивают безопасность и высокую производительность труда. Гравер должен хорошо знать причины, которые могут вызывать те или другие несчастные случаи во время работы, и своевременно принимать соответствующие меры предосторожности.

Во время гравирования обрабатываемая деталь должна освещаться мягким направленным светом; для этого лампа накаливания с рассеивающим экраном монтируется на гибком шланге, позволяющем изменять направление луча света. Для безопасного пользования переносными электролампами напряжение в сети должно быть от 12 до 36 В.

Чистота и порядок на рабочем месте, правильное расположение инструмента также способствуют повышению производительности

труда и снижают возможность возникновения несчастных случаев.

Основным граверным инструментом при ручной гравировке является *штихель*. Для безопасного пользования этим инструментом во время работы следует внимательно наблюдать за режущей кромкой штихеля. При замеченном малейшем выкрашивании последней следует немедленно прекратить работу и заточить штихель. Пренебрежение к такому незначительному дефекту может привести к серьезному повреждению ладони левой руки, так как тупой штихель при соскальзывании с детали может насквозь прорезать руку, поддерживаемую обрабатываемую деталь.

Не менее важное значение для техники безопасности имеет и исправность ручек, насаженных на штихели, так как при гравировании на латуни и на стали режущая кромка штихеля испытывает большие давления. В случае поломки ручки хвостовик мгновенно вонзится в ладонь правой руки гравера.

Иногда граверу приходится самому отрезать металл для заготовок. При резке металла вручную следует обращать внимание на исправность станка, прочно удерживающего ножовочное полотно. Разрезаемую заготовку следует крепко зажать в тисках. В конце резки необходимо уменьшить нажим на ножовку и поддерживать отрезаемую часть, чтобы она не упала на ноги. Мелкую металлическую стружку нельзя сдувать, так как стружка может легко попасть в глаза.

Применяемые для опиливания (срезания слоя металла) заготовок напильники не должны иметь загрязненных и затупленных поверхностей. Очищать напильник от приставших стружек и грязи следует только металлической щеткой. Ручки для напильников изготавливают из мягких пород дерева, чтобы они не раскалывались при насаживании на хвостовик напильника. Не допускается пользование напильником без ручки или с неисправной ручкой (расколотой или без насадного кольца).

Наиболее часто граверу приходится производить работы на станке с пантографом и на делительных машинах. Поэтому знать основные правила по технике безопасности при работе на механическом оборудовании для гравера совершенно необходимо.

Механизм для нанесения делений некоторых систем кругло-и продольно-делительных машин в нерабочем положении (иногда во время настройки) откидывают назад; при этом резец принимает вертикальное положение острием вверх. Это очень опасно, так как работающий может не заметить резец и поранить лицо или глаз. Для предотвращения несчастного случая необходимо помнить, что резец в положении острием вверх нельзя оставлять даже на кратчайший срок. Если же установка механизма в этом положении необходима, то лучше всего на это время резец изъять или надеть на него предохранительную колодку.

Перед началом работы на пантографе следует произвести осмотр состояния его движущихся узлов и убедиться в исправ-

ности электрической аппаратуры, в особенности заземления. При неосторожном обращении с токопроводящими устройствами могут произойти электрические травмы. Не разрешается прикасаться к незащищенной или плохо защищенной силовой цепи электродвигателя и пусковой аппаратуры, так как они находятся под высоким, опасным для жизни, напряжением. Следует также осмотреть состояние ограждений движущихся частей и проверить смазку последних. Замеченные недостатки необходимо устранить или поставить о них в известность бригадира или мастера.

В процессе работы, в особенности с хрупкими материалами, такими, как латуни марки ЛС59, необходимо надеть предохранительные очки, так как мелкая стружка с большой скоростью отлетает от вращающегося резца фрезы и может вызвать травму глаз. Во время гравирования на пантографе следует обращать внимание на крепление детали, состояние инструмента, в первую очередь его лезвия и углов заточки. При ручной и механической подаче необходимо учитывать диаметр резца-фрезы и механические свойства обрабатываемого материала заготовки. При чрезмерно большой подаче или вязком обрабатываемом материале может легко сломаться рабочая часть резца-фрезы, что часто является причиной несчастного случая. К травме может привести также невнимательное отношение к своей одежде: незаправленные рукава, не убранные под косынку волосы.

После окончания работы пантограф надлежит вычистить. Для этого необходимо четырехзвенник вместе со шпинделем и резцом отвести в сторону за пределы поверхности рабочего и копирного столов. Несоблюдение этого обязательного условия может привести к несчастному случаю, так как во время сметания стружки с рабочего стола пантографа можно сильно повредить руку об острие выступающего резца.

Постоянное внимание необходимо обращать на предохранительные устройства (кожухи и экраны), так как большую опасность для окружающих представляют открытые движущиеся части пантографа. Шпиндель с резцом-фрезой ограждают щитками (рис. 7).

В малогабаритных настольных станках, где в силу конструктивных особенностей не представляется возможным устанавливать предохранительный щиток, для привода употребляют резиновые ремни, которые не так опасны при обрыве. Однако для более надежной и безопасной работы рекомендуется эти ремни сшивать не резиновым клеем, а производить эту операцию методом горячей вулканизации при помощи специального приспособления.

При работе на сверлильных станках необходимо знать и выполнять следующие правила:

а) перед работой обшлага рукавов рабочей одежды застегнуть на пуговицы или завязать тесьмой, не допускать свисающих концов; волосы убрать под головной убор;

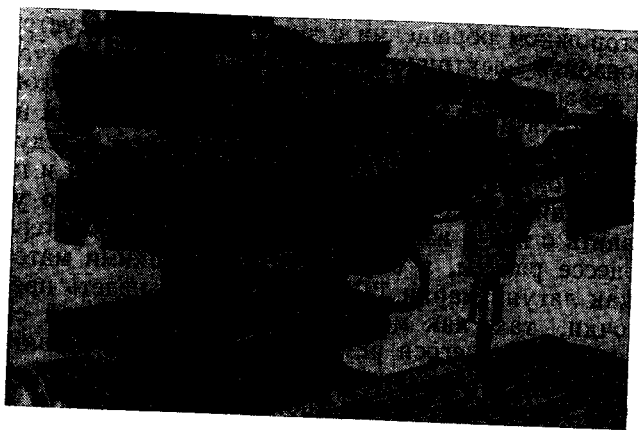


Рис. 7. Предохранительные щетки у копировально-фрезерного станка модели К-2

- ✓ б) не держать детали в руках, а закреплять их в тисках, повернутых к столу; мелкие детали сверлить после закрепления струбциной, ручными тисочками или другими приспособлениями;
- в) не допускать сильного нажатия на ручку подачи шпинделя станка;
- г) для защиты глаз от отлетающей стружки пользоваться защитными очками;
- ✓ д) добиваться выхода короткой стружки, делая перерывы в подаче; не охлаждать сверло при помощи ветоши, а применять кисточки;
- ✓ е) не тормозить станок, касаясь рукой шпинделя или сверла для ускорения его остановки.

При работе на фрезерных станках следует выполнять нижеизложенные правила:

- а) привести в порядок рабочую одежду: обшлага рукавов застегнуть на пуговицы или перевязать тесьмой, не оставляя свисающих концов; волосы убрать под головной убор;
- б) надежно закреплять режущий инструмент, обрабатываемое изделие и приспособления;
- в) не перегружать станок, соблюдать заданный режим обработки;
- г) установку, крепление, контроль и снятие деталей производить только после полной остановки станка, т. е. после полной остановки фрезы, отведя стол на безопасное расстояние от режущего инструмента;
- д) не снимать ограждений и предохранительных устройств со станка, а также не держать ограждение открытым на работающем станке; не выполнять самому каких-либо ремонтных работ станка и электрооборудования;

е) уборку производить только при остановленном станке с помощью щетки-сметки, совка; уборка стружки руками запрещается;

✓ ж) не брать и не подавать детали, заготовки и другие предметы через станок во время его работы;

з) во избежание неожиданного самопуска станка при внезапном отключении электроэнергии поставить пусковые устройства в положение «Выключено»;

и) не оставлять работающий станок без наблюдения;

к) работу производить с защитным экраном или в защитных очках, так как при работе возможно травмирование глаз отлетающей стружкой;

л) при скоростном фрезеровании установить передвижные ограждения для защиты от стружки. В случае получения травмы или засорения глаз нужно доложить об этом мастеру и обратиться за помощью в медицинский пункт завода; станок, приспособления и инструмент оставить в положении, в котором они находились в момент травмы.

Помещение для граверных и делительных работ должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией, которая обеспечивает чистоту воздушной среды, состоящей из 0,0001 мг/л озона, 0,03 мг/л окиси углерода, 0,005 мг/л окислов азота. Предельно допустимая концентрация газов серной кислоты в воздухе помещения 1 мг/м³.

При необходимости производства травильных работ при изготовлении шкал, сеток и других подобных им изделий точного приборостроения необходимо соблюдать следующие правила по технике безопасности.

I. До начала работы.

1. Надеть спецовку.
2. Включить вытяжную вентиляцию.
- ✓ 3. Смазать вазелином лицо и руки.
4. Проверить исправность бортовых отсосов.
5. В случае получения новой незнакомой работы получить от мастера инструктаж по технике безопасности, без которого к работе не приступать.

II. Во время работы.

1. Необходимо строго выполнять правила по технике безопасности, предусмотренные данной инструкцией и указания мастера.

✓ 2. Разрешается переносить кислоты и щелочи только двум рабочим и в исправной таре, пользуясь специальной тележкой.

✓ 3. Запрещается переносить кислоты и едкие вещества на спине или обхватив бутылки впереди себя, а также поднимать бутылки за горлышко.

4. При составлении раствора необходимо вначале налить в ванну воду, затем кислоту, а не наоборот, во избежание выбрасывания кислоты от разогревания ее при соединении с водой.

5. Переливание кислот производить только в защитных очках и резиновых перчатках при помощи сифонов.
 - ✓ 6. При изготовлении травильного раствора из азотной и серной кислот в наполненную ванну вначале налить азотную кислоту, а затем серную непрерывной тонкой струей.
 7. Не разрешается добавлять кислоты и сменять раствор без указания мастера.
 8. Не разрешается опускать деталь в ванну руками, необходимо пользоваться приспособлениями, опускать детали осторожно во избежание разбрызгивания раствора.
 9. Запрещается наклоняться очень низко над ванной, заполненной раствором.
 10. В случае разлива кислоты или щелочи на пол необходимо немедленно смыть ее проточной водой.
 11. При попадании щелочи или кислоты на кожу следует промыть пораженное место обильным количеством воды. Серную кислоту предварительно снять марлей.
 12. В случае попадания кислоты в глаза необходимо промыть их проточной водой, а затем 1%-ным раствором соды, находящейся в цеховой аптечке. При попадании щелочи в глаза также промыть их водой, а затем 1%-ным раствором борной кислоты. Во всех случаях поражения глаз надлежит обратиться к врачу.
 - ✓ 13. В помещениях цеха должны работать не менее двух человек.
 14. Производить посторонние работы запрещается, выполняют только те работы, которые входят в круг прямых обязанностей.
 15. В случае травмы или несчастного случая пострадавшего нужно немедленно отправить в медпункт.
 16. Не допускать нахождения в цехе посторонних людей.
 17. В помещении травильной не разрешается курить, принимать пищу, а также хранить продукты.
- III. После работы.
- ✓ 1. По окончании работы закрыть ванны крышками.
 2. Снять спецодежду, повесить в индивидуальный шкафчик.
 3. Вымыть руки теплой водой с мылом или принять душ.
- За несоблюдение правил настоящей инструкции рабочий привлекается к ответственности в соответствии с правилами внутреннего распорядка на заводе. Всегда необходимо помнить, что соблюдение правил техники безопасности способствует повышению качества и высокой производительности труда, а самое главное, — значительно сокращает число несчастных случаев.



4. Инструмент для гравирования

Штихели. Основным видом режущего инструмента при ручном гравировании являются штихели. Они различаются по форме и по размерам поперечного сечения. Каждому размеру сечения соответствует определенный номер штихеля, причем чем больше номер, тем больше площадь его поперечного сечения. Штихели изготовляют из легированной стали ХВ5 и ХО5, инструментальной стали У12А, стали У8 и др. Иногда в качестве материала для изготовления инструмента применяют поковки из обойм шариковых подшипников. Полученные из них штихели особенно износостойчивы.

Основным качеством штихеля является стойкость его рабочей части. Необходимо, чтобы штихель не боялся ударов и изгибов, чтобы его режущая кромка не деформировалась и не крошилась во время гравирования. По мере изнашивания режущей кромки штихель перезатачивается, что укорачивает его длину. Гравировать укороченным штихелем трудно. Применяя ручки различных размеров, можно компенсировать износ штихелей и пользоваться ими почти до полного их износа. Нормальный набор штихелей состоит из 60—80 шт. по 10—16 шт. каждого профиля; в набор входят и специальные штихели.

На рис. 8 показан обычный штихель с грибовидной деревянной ручкой, на конце которой плотно насажено латунное кольцо, предохраняющее ее от раскалывания. Снизу ручка срезается вровень с рабочей частью штихеля, так как при работе штихель располагается под небольшим углом относи-



Рис. 8. Штихель с ручкой

тельно гравированной плоскости и выступающая часть ручки может мешать, в особенности если деталь имеет большую рабочую площадь.

В зависимости от формы сечения штихели делятся на мессерштихели, спицштихели, флашштихели, большштихели и шатиштихели.

Мессерштихель — самый тонкий из всех штихелей (рис. 9, а). Мессерштихель нулевого номера в сечении представляет собой треугольник с острым углом при вершине и основанием 2,5 мм, что создает необходимую жесткость и прочность его конструкции. Мессерштихель применяется при нанесении тонких и глубоких линий (штрихов) при гравировании малых изделий.

Спицштихель (рис. 9, б) является наиболее необходимым инструментом из всех штихелей. Его применяют при любой ручной работе: наметке, разметке, нанесении контуров рисунка, подрезании острых углов и т. д.

Флашштихель (рис. 9, в), имеющий плоское лезвие, используют для гравирования плоских линий и удаления материала с площади между строчками, буквами, с углубленного поля на рисунках, а также с поля в буквах с прямоугольной и квадратной формой.

Большштихель (рис. 9, г) снабжен полукруглой режущей кромкой. Применяют его там, где требуется круглое или закругленное углубление, а также при гравировании всех букв, цифр и других знаков, имеющих круглые, овальные и полукруглые формы, например в буквах О, В, Э, Ф.

Шатиштихель (рис. 9, д) благодаря канавкам, расположенным на нижней плоскости, обладает пилообразной режущей кромкой, что дает возможность за один рабочий проход получить одновременно ряд параллельных штрихов, в то время как спицштихелем каждый штрих надо было бы гравировать отдельно. Шатиштихель применяется для нанесения теней и полутеней

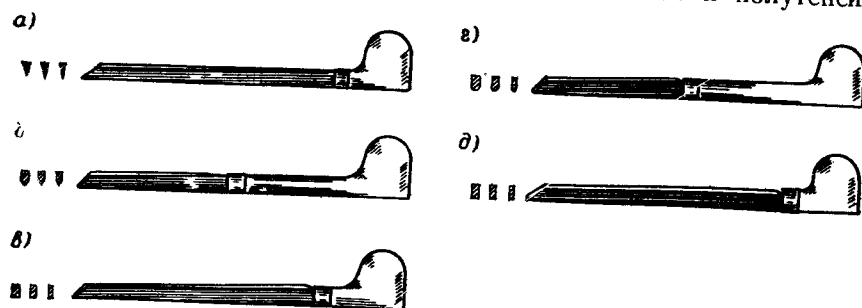
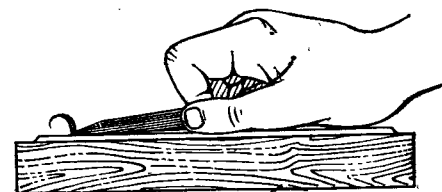


Рис. 9. Основные виды штихелей с ручками и профили их сечений

Рис. 10. Правильное положение штихеля в руке



на рисунках при изготовлении клише, которые бывают штриховыми или полутоновыми (тоновыми растровыми).

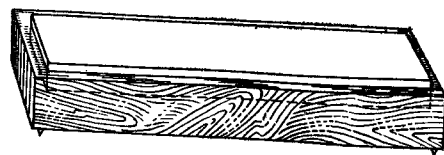
Во время работы штихель берут в правую руку, так чтобы его ручка своей тыльной частью упиралась в центр ладони. Большим и указательным пальцами он поддерживается в положении, показанном на рис. 10. Большой палец правой руки упирается в гравированную поверхность, обеспечивая правильность ведения процесса резания. Ладонь, находящаяся на ручке, и указательный палец на ребре штихеля при нажиме осуществляют движение штихеля и направляют его по линии рисунка. Левая рука в это время придерживает гравированную деталь или приспособление с зажатой в нем деталью. При гравировании кривых линий левой рукой поворачивают изготавливаемую деталь соответственно линии рисунка, а правой направляют штихель.

Штихели и другие режущие инструменты, применяемые в гравировной работе, часто тупятся, поэтому гравер должен уметь затачивать и направлять свой инструмент. Заточенный штихель хорошо врезается в металл и сравнительно легко повинуется давлению правой руки, двигаясь в нужных направлениях при гравировании. При малейшем выкрашивании штихеля необходимо немедленно прекратить работу и заново заточить его, так как неисправный штихель может срываться с гравированной линии и давать глубокие царапины (так называемые зайцы). При тупом штихеле гравер рискует поранить левую руку постоянно находящуюся против штихеля.

Угол заточки штихеля зависит от твердости металла: для мягких материалов (латуни, алюминия и др.) штихель затачивают под углом 45°, а для твердых (сталь) — под углом 60°. Приступая к правке штихелей, прежде всего производят их грубую обработку на карборундовом круге, обязательно с охлаждением, так как повышенный нагрев вызывает отпуск и уменьшение твердости и стойкости инструмента. После придания штихелю правильной конфигурации приступают к окончательной правке его на бруске типа индий или арканзас.

Шлифовально-полировальные бруски нужно содержать в чистоте и порядке. Обычно такой брусок заправляют в деревянную колодку (рис. 11), в нижней плоскости которой закреплены стальные шипы, надежно удерживающие брусок на столе и исключают его сдвиги при правке штихеля. Делают это для того, чтобы граверу удобнее было затачивать штихель одной рукой, придерживая другой гравированную деталь. Брусок при правке штихелей

Рис. 11. Брусок в колодке с шп-
пами



смачивают глицерином или керосином. Это способствует хорошей полировке режущей кромки штихеля и устраняет опасность его отпуска. Фляхштихель и большштихель при заточке на бруске передвигают продольными движениями от себя (рис. 12, а), а мессерштихель и шпичштихель — справа налево и слева направо (рис. 12, б).

Бруски для правки штихелей с течением времени срабатываются, на их рабочей поверхности образуются неровности, канавки. Для удаления таких неровностей периодически производят правку рабочей поверхности брусков. С этой целью подбирают чугунную плиту с ровной рабочей поверхностью (типа разметочной), обильно смачивают ее смесью керосина с крупным абразивным зерном и, нажимая дефектной стороной бруска на плиту, производят им круговые движения. По мере выравнивания рабочей части бруска размер зерна абразивной смеси уменьшают. Это делают до тех пор, пока не удалят все неровности и поверхность бруска не станет гладко-бархатистой. Такую операцию производят обычно один-два раза в год в зависимости от степени износа абразивного бруска.

Специальный граверный инструмент. Специальные профилированные *зубильца* имеют такое же сечение, как и штихели. При работе зубильце направляют левой рукой, а правой наносят по его затылку короткие удары молотком. Применяют зубильца там, где приходится выбирать большие площади металла; профиль зубильца должен соответствовать форме выборки. Например, при выборке плоской площадки используют зубильце типа фляхштихеля, при выборке полукруглой канавки — типа большштихеля и т. д. Заточка и правка зубильцев ничем не отличается от заточки и правки штихелей.

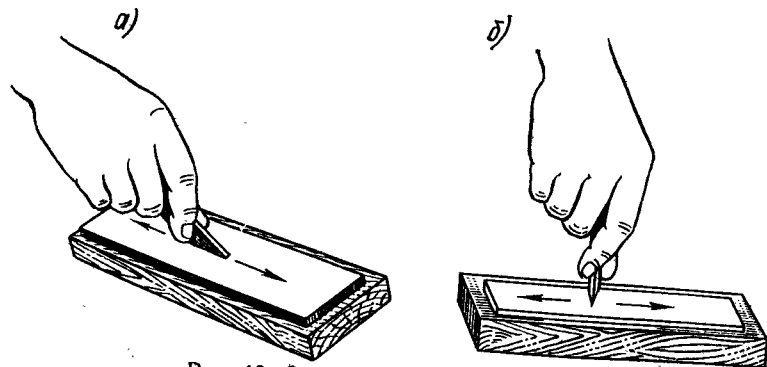
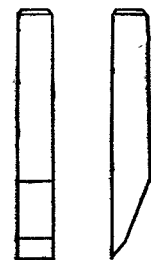


Рис. 12. Способы заточки штихелей

Рис. 13. Сечка

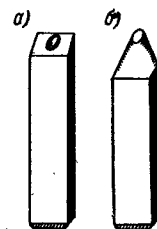


При больших выборках металла применяются также и *сечки*, которые подобны маленькому слесарному зубильцу с односторонней заточкой (рис. 13). Применение их значительно ускоряет процесс удаления больших объемов металла.

Для выравнивания фона углубления используют фигурные *чеканы* и *матики*. Материалом для их изготовления служат прутки квадратной пятимиллиметровой стали У8. Затылок этих инструментов делается плоским (под удар молотка), а рабочая часть со всех четырех сторон запиливается слегка на конус. В зависимости от вида граверных работ торец рабочей части чекана или матика может быть различной конфигурации. Для работы фигурными чеканами и зеками необходим легкий молоток, массой 75—100 г. Этот молоток имеет круглый расширяющийся боек, торец молотка выполнен по сфере. Молоток изготавливается из стали 45.

После окончания гравирования всевозможных печатей (под краску) и клейм поля между строчками, буквами и прочими обозначениями обычно получаются неровными от ударов штихелем. Красивый внешний вид изделиям придают грунтовальные чеканы или матики. Заготовки для таких матиков делают так же, как и для фигурных чеканов, а его рабочую часть получают в результате отсиски напильника с насечкой нужного профиля или гравирования штихелем и последующей термической обработки.

При изготовлении цифровых или буквенных пуансонов и клейм граверы используют еще один вид инструмента — *зеки*. Зеки различной формы применяются для внутренней выемки металла в буквах и цифрах. Делается зека из прутковой квадратной стали марки У8 сечением от 5 до 8 мм и длиной 60—70 мм. Рабочей части зеки гравированием придают форму внутреннего контура выемки (например, буквы О, как показано на рис. 14, а), а боковые грани у рабочего конца опиливают (рис. 14, б). Ударная часть зеки подрезается, и опиливаются кромки. После механической обработки рабочий конец зеки подвергают термообработке.



Пуансон — штамп с рельефным изображением букв, знаков и т. п. для выдавливания изображения при изготовлении матриц для наборных машин и других изделий. **Штамп** — инструмент для обработки материалов давлением при пла-

Рис. 14. Зека для буквы О

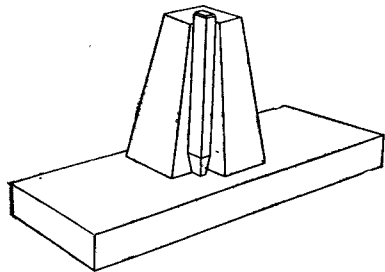


Рис. 15. Пространственный угольник — притир для доводки пуансонов

стической деформации (штамповании) заготовки. Основными элементами штампа являются пуансон и матрица.

Для того чтобы большое число цифр, букв и других знаков размером от 1,5 до 10 мм не гравировать вручную на штампах, таблицах или шильдиках их набивают различными пуансонами, наборы которых граверы обычно изготавливают сами. Более крупные цифры и буквы штампуются на прессе специальными штампами.

При изготовлении пуансонов для контроля перпендикулярности рабочей поверхности к оси пуансона, следует пользоваться пространственным угольником (рис. 15). Заготовку будущего пуансона плотно прижимают рукой к внутреннему углу угольника, ставят на доводочный брусок и, прижимая его к поверхности, делают прямолинейные движения до тех пор, пока на рабочей поверхности пуансона не появится равномерный блеск по всей площади.

Отделку сложных вогнутых поверхностей производят *риф-левками*, представляющими собой напильники и надфили с различными радиусами изгиба, профилями и насечками разной частоты.

5. Инструмент для нанесения штрихов и линий

Для нанесения линий, надписей и знаков при изготовлении шкал, сеток, лимбов и подобных им точных деталей применяют металлические и алмазные резцы. Металлические резцы из инструментальной углеродистой стали (У8А, У10А и У12) или из легированной стали (ХВГ, 9ХС и ХВ5) обладают низкой износостойкостью. Для нанесения делений по посеребренным покрытиям на стеклянных заготовках применяют кованые резцы из стали Р18. Сталь Р18 подвергают многократной ковке с 35—37%-ной усадкой по диаметру. Из кованой стали делают резцы с головкой необходимой конфигурации. Затем резец закаливают и отпускают. Такие резцы позволяют наносить штрихи общей длиной до 20 м.

При массовом производстве шкал и нанесении штрихов на поверхности черных металлов и стекла для получения высокой точности геометрических размеров и высокого класса шероховатости необходимо применять алмазный инструмент, так как его износостойкость и твердость во много раз превышает износостойкость и твердость всех встречаемых на Земле материалов.

Алмаз — минерал, разновидность самородного углерода желтоватого, зеленоватого, голубого или черного цветов. Износостойкость и твердость кристалла алмаза в разных направлениях неодинакова, поэтому перед изготовлением резца алмазы нужным образом ориентируют. Кристаллы алмаза перед ориентацией необходимо аттестовать по внешней форме, цвету, плотности, включениям, трещинам и т. д. Наряду с крупными включениями и трещинами, видимыми невооруженным глазом или при небольшом увеличении, алмазы могут иметь мельчайшие дефекты, трещины и включения, не видимые даже при сильном увеличении под микроскопом. Эти дефекты вызывают в кристалле алмаза внутренние напряжения, которые могут привести к расколу кристалла при огранке алмаза.

В практике изготовления алмазных резцов широко распространен так называемый визуальный метод ориентации. Визуально можно ориентировать алмазные зерна правильной формы, так как между внешними элементами кристалла алмаза (ребрами и гранями) и расположением осей симметрии существуют закономерности. Погрешность визуального метода ориентации достигает 20%. Недостатком этого метода ориентации является сравнительно низкая точность и необходимость иметь кристаллы правильной формы. Алмазное зерно после ориентации закрепляется на шеллаке в переходном приспособлении, а затем переносится на основную державку.

Крепление кристалла алмаза в державке можно осуществить пайкой специальными припоями или механическими способами, например зажимом накладками. Пайку кристалла в державке производят серебряными припоями, а иногда используют цинко-алюминиевые и медно-цинковые припой. В резцах для нарезания растровых решеток кристалл алмаза закрепляют пайкой оловянистым припоем. Цинко-алюминиевый припой вследствие того, что имеет сравнительно низкую температуру плавления может быть с успехом использован при изготовлении резцов, служащих для нанесения штрихов на лаковых покрытиях.

Резец для нанесения штрихов и линий состоит из тела и головки. Конфигурация и размеры тела резца определяются конструктивными особенностями устройства для закрепления резца в суппорте, размером кристалла алмаза и методом фиксации кристалла в оправке. Выбор формы головки резца производится в зависимости от ширины штриха и длины нарезаемой линии. Если на сетке или шкале требуется нанести несколько коротких штрихов или две-три линии шириной 3 мкм, то можно применить и металлические резцы. При этом необходимо помнить, что металлические резцы, имеющие толщину лезвия меньше 7 мкм, во время работы быстро снашиваются, вследствие чего значительно увеличивается ширина штрихов при гравировании. На выбор материала головки резца и на конструктивные ее особенности в сильной степени влияют параметры шкал и сеток и материал

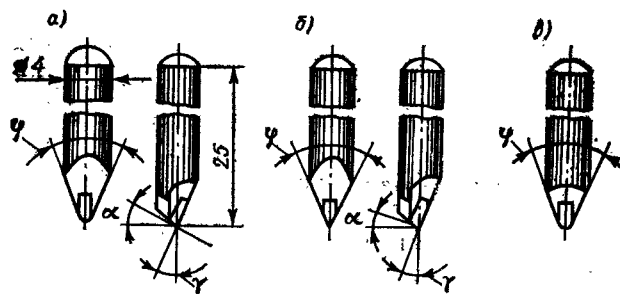


Рис. 16. Резцы для нанесения штрихов и надписей: для строгания с головкой трапецеидального (а) и треугольного (б) поперечных сечений и для гравирования с головкой в виде усеченного конуса (в)

заготовки. Если линии элементов шкал или сеток имеют одно направление, то независимо от конструкции машины выбирают резец трапецеидального или треугольного поперечного сечений.

Резцы, применяемые для гравирования по грунту, имеют при тупление такого размера, который обеспечивает должную ширину штрихов или линий после травления. Если же на сетке необходимо нанести штрихи в разных направлениях неодинаковой ширины, то резец делают в форме лопаточки с прямоугольным сечением. Надписи, оцифровка и сетки с линиями или спиралью большой кривизны наносят по грунту резцами с конической головкой. При нанесении линий и штрихов материал заготовки удаляют или спрессовывают и частично раздвигают в стороны под инструментом, производящим штрих.

Различие методов нанесения линий обуславливает конструктивное различие и в инструментах. Иногда резание или гравирование на делительных или копировально-гравировальных машинах производят дисковыми фрезами и резцами, тело которых имеет цилиндрическую, коническую или многогранную форму, зависящую от формы цанги в машине.

Таблица 2

Характеристики резцов

Материал заготовки или покрытия	Углы головки резцов для строгания или резания, ...°			Угол φ при вершине конуса или пирамиды резца для нанесения знаков, ...°
	φ	γ	α	
Сталь	40—60	0—(—15)	0—10	70
Стекло	60—70	0—(—15)	0	70—80
Бронза	40—50	0—(—5)	0—30	80
Неметаллические покрытия	40—60	—5	0	80
Металлические слои	40—50	0—(—15)	0—10	70—80

Для строгания или резания по металлам, пластмассам, покрытиям и т. д. у резцов делают профиль головки трапецеидального (рис. 16, а) или треугольного (рис. 16, б) поперечного сечения. Для гравирования знаков и рисунков, а иногда и при нанесении штрихов по специальным покрытиям резцам придают форму усеченного конуса (рис. 16, в) или четырехгранной усеченной пирамиды с прямоугольным или квадратным основанием.

Основные характеристики резцов для нанесения делений и надписей представлены в табл. 2. Углы резцов зависят от формы штриха и материала заготовки. Ширина штриха определяется углом φ при вершине резца. Задний угол α и передний γ выбираются исходя из материала заготовки, на которой наносятся штрихи и линии.

6. Алмазобрабатывающие приспособления

Изготовление резцов. Алмаз обрабатывают на чугунных дисках и дисках из агата и сапфира, установленных на специальных станках повышенной точности, высокочастотные вибрации и дисбаланс шпиндельного узла которых доведены до минимума.

Чугун — сплав железа с углеродом (более 2%, обычно 3—4,5%), некоторым количеством марганца (до 1,5%), кремния (до 4,5%), серы (не более 0,08%), фосфора (до 1,8%), а иногда и других элементов. Углерод в чугуне может находиться в связанном состоянии в виде карбида железа Fe_3C (белый чугун) либо в свободном состоянии в виде графита (серый чугун). В целях повышения качества чугуна применяют модифицирование путем добавки некоторого количества модификаторов (например, магния) и легирование различными элементами (никелем, хромом и др.).

Агат — минерал, характеризующийся многократным переслаиванием тонких (до 10 мкм) различно окрашенных слоев.

Сапфир — прозрачный, бесцветный или васильково-синий минерал, разновидность корунда. **Корунд** — минерал, применяемый как абразив или технический камень.

Станки просты по конструкции. Наиболее ответственной частью станков является шпиндельный узел, ось вращения которого может располагаться горизонтально или вертикально. Шпиндельный узел состоит из шпинделя с закрепленной на нем планшайбой и шпиндельных опор. В существующих станках центр тяжести планшайбы находится в стороне от подшипников, а следовательно, малейшее его несоответствие с осью вращения вызывает появление центробежных сил, создающих деформацию шпинделя, что приводит к появлению вибраций. Кроме того, вибрацию вызывает приводной ремень, передающий вращение от электродвигателя к шпиндельному узлу. **Шпиндель** — вращающийся вал станка.

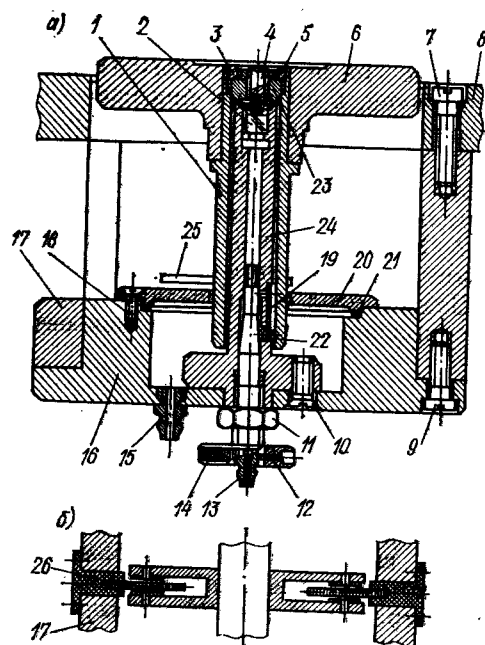


Рис. 17. Шпиндельные узлы станков для заточки резцов с механическим (а) и с электро-механическим (б) приводами

Конструкции шпиндельных узлов станков для огранки алмазов приведены на рис. 17. Центр тяжести планшайбы в узле максимально приближен к основному подшипнику, который выполнен в виде сферической опоры с регулируемым подпятником (положение шпинделя — вертикальное). Чугунная планшайба 6 запрессована на шпиндель 1. В верхней части шпинделя (рис. 17, а) при помощи кольцевой гайки 5 укреплена стальная сферическая опора 23, в центральной

части которой имеется точечный капроновый подпятник, опирающийся на рубиновый упор 2. Подпятник запрессован в винт 4, вращая который можно перемещать его, регулируя зазор в сферической опоре. Правильное положение подпятника фиксируется при помощи контргайки 3. Планшайба со шпинделем своей сферической опорой насажена на сферическую поверхность подпятника неподвижной стойки 24. Стойка соединена при помощи винтов 10 с основанием 16, которое крепится к плите 8 станины через промежуточное кольцо 17 винтами 7 и 9. Таким образом, планшайба имеет основную опору, вынесенную на конец консольно закрепленного стержня в месте расположения ее центра тяжести. Опора выполнена в виде сферического подшипника с регулируемым зазором между трущимися поверхностями и воспринимает как осевую, так и радиальную нагрузку. Для сохранения горизонтального положения планшайбы при ее вращении шпиндель опирается на три капроновые опоры 22, расположенные через 120° по окружности. Эти опоры удерживаются пружинами 19 и регулируются при помощи конической поверхности трубки 13, которая перемещается вдоль своей оси по резьбе при вращении ее рукояткой 14, укрепленной стопором 12. Отрегулированное положение трубки фиксируется при помощи контргайки 11. Смазка подшипников узла производится следующим образом. Через гибкий шланг, надетый на штуцер трубки 13, масло под

давлением поступает на сферический подшипник и затем, проходя через зазор между шпинделем и стойкой 24, на цилиндрические опоры. Оработанное масло попадает в полость основания 16, откуда сливается через штуцер 15. Полость закрыта крышкой 20 с прокладкой 21, которая закреплена винтами 18. Вращение шпинделя осуществляется или при помощи ремня 25 от электродвигателя, или специальным бесконтактным электродвигателем, ротор которого насажен на шпиндель (рис. 17, б).

Вращение планшайбы двигателем, ротор которого сидит непосредственно на шпинделе, имеет то преимущество, что отсутствует радиальная сила от ремня, а шпиндель лучше центрируется относительно оси вращения.

Устройство бесконтактного электрического двигателя весьма простое. На шпиндель насаживается ротор, представляющий собой магнитопровод постоянных магнитов 26 из феррита, которые установлены с помощью стержней, приклеенных на магнитопровод эпоксидным клеем, и образуют полюса. Полюса эти при вращении взаимодействуют своими магнитными полями с плоскими катушками в базовой и коллекторной цепях транзистора. Взаимодействие каждого полюса с базовой катушкой открывает транзистор, и ток, протекающий от источника питания через коллекторную катушку, взаимодействует с магнитным полем ротора, создавая тем самым вращающий момент. Для создания пары сил коллекторная катушка разделена на две равные части, расположенные диаметрально противоположно и соединенные последовательно. Число полюсов в этом случае может быть различным, но обязательно четным. Катушки укреплены с помощью клея БФ-2 на колодах, вставленных в окна кольцевого основания и удерживаемых винтами. Двигатель работает бесшумно и при изменении напряжения питания плавно изменяет частоту вращения в широком диапазоне.

Алмазное зерно закрепляется в специальной заточной каретке, совершающей относительно планшайбы осциллирующие движения. Процесс заточки алмаза контролируется оператором, который периодически осуществляет подачу затачиваемого алмаза.

При отладке станка одной из наиболее важных задач является задача определения места расположения неуравновешенных масс шпиндельного узла, так как при увеличении частоты вращения шпиндельного узла наличие незначительного дисбаланса во вращающихся деталях вызывает появление весьма заметных центробежных сил, создающих дополнительные нагрузки на механизмы, в первую очередь на его подшипники, что, несомненно, может вызвать вибрацию. Она является причиной повышенных износов, шумной работы станка, и, как следствие, приводит к снижению производительности и к невозможности контроля технологического процесса. Поэтому операция балансировки шпиндельного узла занимает важное место в общем технологическом процессе изготовления деталей и механизмов станка.

После статической балансировки и установки шпинделя в опоры планшайбу шаржируют алмазной пудрой, которая готовится по специальной технологии. Для этого на поверхность планшайбы наносят спирт с алмазной пудрой. Затем медленно перемещая шлифовальный чугунный брусок от периферии к центру при вращающемся шпиндельном узле, закрепляют алмазную пудру на поверхности планшайбы. Шаржирование планшайбы является очень ответственной операцией. Перед нанесением порошка планшайбу очищают от пыли и обезжиривают протиранием ректификатным спиртом. Использовать для этой цели гидролизный спирт не рекомендуется, так как протертая поверхность может подвергнуться коррозии. Алмазную пудру наносят «сухим» и «мокрым» методами. Планшайба, подготовленная «сухим» методом, более интенсивно снашивает обрабатываемый алмаз, чем планшайба, подготовленная к работе «мокрым» методом.

От выбора структуры чугуна и размера шаржируемых алмазных зерен зависит работоспособность станка. Существуют противоречивые сведения о влиянии структуры и химического состава чугуна планшайбы на качество обработки алмаза. Результаты экспериментальных исследований показывают, что лучшими свойствами обладают планшайбы из чугуна следующего химического состава: 3,7—3,9% С; 2,2—2,9% S; 0,3—0,6% Mn; 0,07—0,1% S; 0,15—0,2% Fe; 0,05% Ni; 0,13% Cr; 0,45—0,6% P. Микроструктура чугуна планшайбы состоит из перлита, участков ледебурита и небольшого количества фосфидной эвтектики. Графит — мелкопластинчатый и шаровидный, расположенный кустообразно. Твердость чугуна *HV* 220—250.

Сорт масла и разноразмерность зерна, используемого при шаржировании шлифовального диска, играют немаловажную роль. Рекомендуется брать более «клейкое» масло, которое прочно закрепляет алмазную пыль в планшайбе, что увеличивает ее износостойкость.

Обработка алмаза. Для обработки алмаза можно использовать планшайбы из чугуна, арканзасского камня, стекла, агата и других материалов. При этом износ алмаза увеличивается из-за воздействия высоких температур на поверхностный слой алмаза, который в зоне контакта алмаза с планшайбой превращается в графит или аморфный углерод. *Графит* — минерал, наиболее устойчивая кристаллическая модификация чистого углерода. Цвет от черного до стального или серого. *Углерод* — минерал, обычными формами существования которого в свободном состоянии является алмаз и графит.

При этом необходимо учитывать специфические свойства алмаза, особенно резкую анизотропию, т. е. способность алмаза в одних направлениях шлифоваться хорошо, а в других совсем не обрабатываться. *Анизотропия* — неодинаковость физических свойств материала в различных направлениях. При шлифовании алмаза в труднообрабатываемом направлении на планшайбе образуются

кольцевые канавки, поверхность алмаза имеет сероватый цвет из-за мельчайших сколов. Интенсивность съема (высокая производительность обработки) алмаза зависит от метода шлифования, режимов работы станка, метода шаржирования планшайбы, температуры в зоне обработки и т. д. Влияние указанных факторов на процесс обработки и качество получаемых поверхностей не одинаково. Количество снимаемого алмаза при шлифовании зависит от химического состава и структуры планшайбы, размера пор в чугуне, способа закрепления алмаза в алмазоносном слое, зернистости и концентрации алмазного порошка и т. д.

Шаржирование есть насыщение (втирание) частицами абразивного материала (пасты или порошка) поверхности притирова. Обычно шаржирование связано с восстановлением геометрической формы притира.

Технологический процесс изготовления алмазных резцов, применяемых для делений, оцифровки и гравирования, можно расчленить на несколько этапов. Сначала алмазное зерно, нужным образом ориентированное, шлифуется на чугунной планшайбе, шаржированной грубой пудрой. Шлифование начинается с боковых поверхностей. Затем приступают к шлифованию передней и задней поверхностей, после чего выполняют доводочную операцию, цель которой — устранение мельчайших выкрашиваний и сколов на режущих кромках резца. Доводка также начинается с боковых граней резца, а заканчивается на передней и задней поверхностях.

Конусные и сферические резцы, служащие для гравирования, нужно изготовлять в следующей последовательности:

- 1) производить обтачивание кристалла произвольной формы на станках;
- 2) шлифование на чугунных дисках, не шаржированных или шаржированных алмазным порошком;
- 3) полирование на чугунных или стеклянных дисках.

Наиболее трудоемкий процесс изготовления резцов для формирования штрихов, так как к этим инструментам предъявляют жесткие требования в отношении точности геометрических параметров.

Порядок изготовления алмазных резцов для формирования штрихов следующий.

1. Предварительную обработку кристалла (обдирка) начинают с рабочей поверхности, определив направление обработки данной поверхности. После обдирки рабочей поверхности приступают к обдирке нерабочей поверхности.

2. На будущих цилиндрических или конических поверхностях, образующих лезвие резца, наносят ряд граней, т. е. делают многогранник, число граней которого определяет степень приближения многогранника к цилиндрической или конической поверхности. Огранку начинают с нерабочей поверхности, а заканчивают на рабочей.

3. Производят окончательное полирование резца, в результате которого образуется цилиндрическая или коническая поверхность резца. Полирование начинают на рабочей поверхности и заканчивают на нерабочей.

Для нанесения штрихов при изготовлении дифракционных решеток и растровых линеек, используемых в системах программного управления и в прецизионных измерительных приборах, применяют резцы, которые позволяют получать широкий штрих. Эти резцы срезают часть материала штриха, а часть спрессовывают в сторону, поэтому такие резцы должны иметь режущую и калибрующую части и переднюю грань с отрицательным передним углом, равным $(-4) - 8^\circ$; кроме того, эта грань должна быть наклонена по отношению к лезвию на $10 - 18^\circ$.

Технологический процесс изготовления таких резцов состоит из ряда последовательных операций:

1) ориентированный кристалл алмаза закрепляют методом пайки в оправе;

2) изготавливают переднюю поверхность с отрицательным углом;

3) затачивают переднюю грань таким образом, чтобы образовался наклон к острию лезвия, равный $10 - 18^\circ$. Этот наклон необходим для отвода стружки;

4) затем кристалл алмаза выпаивают из оправки и снова запаивают в этой же оправке, предварительно ориентируя его таким образом, чтобы лезвие резца находилось в труднообрабатываемой плоскости.

В дальнейшем технологические приемы обработки алмаза осуществляют в такой же последовательности, как и при изготовлении резцов для формирования штрихов.

Окончательную обработку нужно вести только «в задир», т. е. затачиваемая поверхность должна обрабатываться так, чтобы направление движения планшайбы было от лезвия резца. При обратном направлении лезвие резца выкрашивается, а следовательно, чистого лезвия получить не удается.

Необходимо помнить и учитывать при повторных переточках резца, что производительность обработки находится в прямой зависимости от длины образующей цилиндра. При этом резец надо поставить в то же положение, в котором он находился первоначально. Недостаточно точная установка резца вызывает разную ширину затачиваемой поверхности, а отсюда различное давление. Давление — величина, характеризующая интенсивность сил, действующих на конкретную часть поверхности тела по направлениям, перпендикулярным к этой поверхности. Давление определяется отношением силы, равномерно распределенной по нормальной к ней поверхности, к площади этой поверхности. В процессе изготовления алмазных резцов необходимо постоянно контролировать чистоту главных и вспомогательных поверхностей, остроту лезвия, точность геометрических размеров.

7. Инструмент для пантографов

Для достижения качественного гравирования и повышения производительности труда целесообразно углы заточки резца выбирать в соответствии с обрабатываемой глубиной гравирования. Наиболее распространенный резец для плоскостной гравировки — конусный резец-фреза. При гравировании на мягких металлах наиболее пригодными являются резцы-фрезы из легированной стали, так как благодаря своей стойкости они всегда дают чистый и гладкий срез. При трудоемком гравировании или при большом объеме граверных работ используют в основном резцы-фрезы из быстрорежущей стали.

Применение прогрессивных средств термической обработки гарантирует достаточную стойкость резца-фрезы и сохранение правильной геометрической формы. Для станка с пантографом, как и для всякого другого металлорежущего станка, на стойкость инструмента влияет не только его качество, но и режимы резания.

Перемещение пантографа осуществляется от руки, поэтому не всегда можно поддержать равномерную подачу. Следует обращать внимание на то, чтобы скорость подачи и частота вращения резца-фрезы соответствовали данному материалу. Обычно при гравировании на мягких металлах и материалах используется большая частота вращения, при гравировании на латуни, бронзе и т. п. — средняя и наконец на стали — более низкая. Это особенно важно при предварительной обдирке, где ширина и толщина стружки имеют значительные размеры. При стружке малого сечения это не столь существенно. Сталь, например, при ширине резца-фрезы в 1 мм, глубине резания до 0,03 мм можно обрабатывать при наивысшей частоте вращения.

Резцы для станков с пантографом. Для рельефных работ в зависимости от контура гравированного рисунка применяют различные профили резцов. На рис. 18 изображены лишь некоторые из разнообразнейших резцов-фрез, которыми пользуются при механическом гравировании на пантографе. Для каждой работы подбирают резец-фрезу определенной формы и размера, который не нуждается в дополнительной переделке. Наиболее удобной конструкцией резцов-фрез являются резцы с обычным цилиндрическим хвостовиком диаметром от 3 до 8 мм (ранее применялись

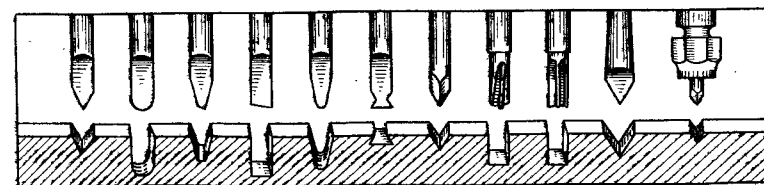


Рис. 18. Резцы-фрезы для механического гравирования

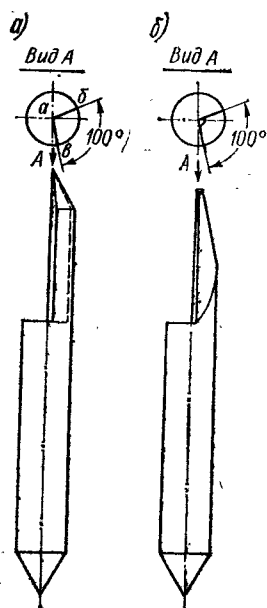


Рис. 19. Резец-фреза с постоянным центром: а — до затыловки; б — после затыловки и заточки

конусные хвостовики). Размер резца зависит от габаритных размеров и мощности пантографа в целом, а также от вида граверных работ в каждом данном случае.

Весьма важно для любого пантографа иметь 3—4 комплекта зажимных цанг с различным внутренним диаметром отверстий, с помощью которых при необходимости можно всегда закрепить резец нужного диаметра. Иногда для закрепления резца-фрезы меньшего диаметра, чем диаметр отверстия имеющихся в наличии цанг, применяют разрезные переходные втулки. *Цанга* — приспособление в виде разрезной втулки для зажима цилиндрических или призматических предметов.

Качество любой риски или штриха на изделии зависит от того, как заточен, затылован и доведен резец и совпадает ли его центр заточки с осью вращения шпинделя пантографа.

Затылование — метод затачивания задних поверхностей (затылков) многолезвийных режущих инструментов со сложным профилем зуба с целью сохранения профиля инструмента при переточках по передним поверхностям зубьев и обеспечения постоянства заднего угла. Заточку резцов-фрез с углом 180° производят на специальных центровочно-затыловочных станках с последующей доводкой их на точильных брусках.

В полукруглых резцах (или в резцах с углом 180°) центр режущей кромки получают на специальном центровочно-затыловочном станке. Резец-фреза с углом 100° (рис. 19) затачивается на обычном карборундовом круге, при этом центр резца-фрезы остается постоянным, если ребро сделано на оси резца. Благодаря этому важному свойству резца, можно получить очень тонкие риски с шириной до 0,15 мм. Большое значение имеет соосность оси резца-фрезы и оси шпинделя. Таким образом, основными достоинствами резца-фрезы с углом 100° являются: постоянство положения центра при достаточной прочности фрезы; простое и легкое затылование и заточка, не требующие высокой квалификации гравера; отсутствие необходимости станка для заточки резца.

Полукруглый резец-фрезу (половинчатый) широко применяют при работе на стали для глубокого гравирования и черновой обдирки. Заточка, затыловка и правка этого резца-фрезы производится только машинным способом, так как при заточке от руки трудно соблюсти соосность.

Специальные резцы-фрезы используются для мелких гравировок, требующих тонкого острия режущего инструмента. Эти резцы плотно зажимаются в цанге и затачиваются по мере износа, что дает возможность использовать их почти по всей длине.

Для гравирования более тонких и мелких рисок применяют резцы-фрезы разметочного типа, которые представляют собой конус, заточенный под углом в 60° , заканчивающийся иглообразным острием. Иногда такие резцы оснащены пружиной, вставленной в полый хвостовик резца. Резец имеет внутри резьбу для нажимного винта, который через пружину давит на вставленный плавающий резец. Такое устройство резца позволяет компенсировать все неровности гравированной детали. Резцы иглообразной формы применяются для гравировки на мягких материалах и металлах.

Резец-фреза с углом 100° с успехом может быть заточен вручную для любого вида граверных работ. Если затачивать резец немного наклоняя, получается задний угол. При этом режущая кромка резца будет короче кромки задней грани, как показано на рис. 19, б. Заточка таким образом «половинчатого» резца-фрезы с углом в 180° невозможна, так как малейшее отклонение его острия (при заправке) от центра оси вращения нарушает правильность и ухудшает качество гравирования. На заводах, где применяют «половинчатые» резцы-фрезы, для заточки их обычно используют специальное центровочно-затыловочное приспособление. Конструкция этого приспособления позволяет производить заточку резца-фрезы любого необходимого образца.

При заточке резцов-фрез упрощенного профиля, применяемых для гравирования значительных по размерам плоских поверхностей, вместо конуса делается боковая кромка. Режущая кромка по торцу затачивается вручную, причем резец-фрезу держат сначала вертикально к плоскости шлифовального круга, а затем придают ему легкий наклон вправо вниз, что дает необходимую заточку по задней поверхности, благодаря которой режущая кромка располагается слегка наклонно относительно оси резца-фрезы.

Резцы-фрезы с закругленной торцевой режущей кромкой, предназначенные для рельефного гравирования и для всевозможных обдирочных работ, затачиваются до полной готовности от руки, подобно резцам с плоской наружной кромкой лезвия. Закругление резца во время заточки достигается путем медленного плавного поворачивания резца-фрезы с приближением к плоскости шлифовального круга. При этом вершина закругления располагается не посередине передней грани резца, а смещена по направлению к режущей грани. Контур профиля закругления резца-фрезы имеет подъем справа налево.

Полезно резцы-фрезы (любой формы) после заточки на шлифовальном круге слегка отполировать на оселке для удаления возможных неровностей. *Оселок* — брусок из мелкозернистого абразивного материала для доводки лезвий режущих инстру-

ментов (резцов, бритв, пил и т. п.) после их заточки. Режущую кромку у резцов-фрез из инструментальной стали немного подтачивают, а у резцов-фрез из быстрорежущей стали слегка снимают. При дополнительной доводке возможно нарушение среднего профиля резца-фрезы. При заточке нужно следить не только за формой резца-фрезы, но и систематически охлаждать его в холодной воде или эмульсии, чтобы не допустить отжига, из-за которого резец-фреза может быть испорчен на довольно значительную длину.

Отжиг — вид термической обработки металлов, заключающийся в нагреве металла или сплава, структура которого находится в неустойчивом состоянии в результате предшествующих обработок, выдержки при температуре нагрева и последующем медленном охлаждении для получения структур, близких к равновесному состоянию. Отжиг металлов производят для улучшения обрабатываемости, повышения пластичности, уменьшения остаточных напряжений и других целей.

На поверхности шлифовального круга от заточки всевозможных инструментов образуются канавки и другие неровности, т. е. шлифовальный круг засоряется инородными телами, что в значительной степени ухудшает его эксплуатационные свойства. Поэтому шлифовальный круг периодически необходимо выравнивать и одновременно восстанавливать качество поверхности. Для этой цели пользуются специально профилированным алмазом.

Ощупывающий палец. Рабочий конец ощупывающего пальца пантографа должен иметь (независимо от своей формы) полированную поверхность, для того чтобы во время гравирования плавно и без заедания скользить по контуру шаблона или копира. Чем лучше заправлен палец, тем легче ход пантографа и тем дольше сохраняют свои эксплуатационные свойства наборные шаблоны и всевозможные копиры. Поэтому периодически следует внимательно проверять состояние рабочего конца пальца и своевременно полировать его. При изготовлении изделий, требующих плоского гравирования, как то: шильдиков, табличек, шкал и т. п., которые выполняются при помощи обычных плоских копиров и заостренного под углом 60° ощупывающего пальца, — ширина линии обуславливается самой формой резца-фрезы.

Профиль и диаметр ощупывающего пальца при гравировно-копировальных работах выбирают, точно сообразуясь с профилем и толщиной резца и соблюдая строгую пропорциональность соответствующих величин. В рельефных работах при черновой обработке (обдирке) применяют палец немного больших размеров и пропорционально ему более крупный резец-фрезу. Для окончательной же доводки выбирают размеры пальца и резца, которые соответствуют размерам наименьшей детали орнамента. **Орнамент** — декоративный узор, украшающий изделие или его части. Если в процессе гравирования появится необходимость в ощупы-

вающих пальцах специальных профилей и размеров, то их изготавливают с соответствующей точностью на токарном станке инструментального цеха.

Перед началом работы со свободно подвешенным пантографом следует позаботиться, чтобы вертикальная ось поворота пантографа, острие резца-фрезы и ощупывающего пальца были приведены к одной плоскости рихтовальной линейкой. **Рихтование** — выпрямление металлических листов и прутков. Это необходимо соблюдать также при смене пальца или при перезаточке резца-фрезы, не забывая, что резец в данном случае должен быть опущен вниз.

8. Приспособления и разметочный инструмент для гравирования

При гравировании необходимо использовать и дополнительные технические средства, такие как лупы, светофильтры, конденсоры, штативы.

Луна — оптический прибор для линейных измерений.

Светофильтр — оптическое приспособление, в котором светопропускающая среда в виде пленки или стеклянной пластинки обладает избирательным или неизбирательным поглощением лучистой энергии. **Конденсор** — оптическая система, собирающая лучи от источника света на предметы, рассматриваемые или проецируемые посредством оптических приборов. Он применяется также для освещения препаратов, изделий и т. п.

Штатив — переносное приспособление, обычно в виде складной штанги для установки аппаратов.

Мелкая и тонкая граверная работа требует значительного напряжения зрения. Для снижения утомляемости глаз применяются специальные светофильтры-конденсоры зеленого или голубого цвета. Они устанавливаются на особой подставке между лампой и гравиремым предметом и концентрируют световой луч только на поверхности обрабатываемого участка, уменьшая вредное влияние для глаз бликов от изделия.

В отдельных случаях, особенно при мелком гравировании, следует применять увеличительное стекло — лупу — с большим полем зрения и большим фокусным расстоянием, необходимым для более удобного доступа к детали. Независимо от диаметра, кратности и фокусного расстояния лупу закрепляют, чтобы не занимать руки гравера, в специальном штативе. Его можно устанавливать в любом нужном и удобном для работы положении, а лупу в нем — под любым углом и на любой высоте.

Деталь во время гравирования подвергается значительному давлению штихеля, поэтому для ее закрепления применяют тиски. **Тиски** — приспособление для зажима и удержания деталей в процессе обработки или сборки. Они состоят из корпуса с двумя губ-

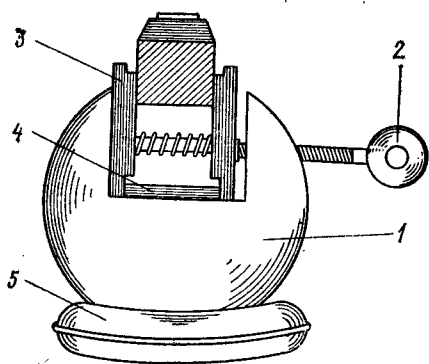


Рис. 20. Шаровые тиски на подушке

ками (неподвижной и подвижной), между которыми зажимается деталь. Сближение губок тисков и зажим осуществляют вращением рукоятки или эксцентрика вручную и автоматически.

Наиболее распространенными зажимными приспособлениями являются шаровые тиски (рис. 20), состоящие из шара 1

диаметром 110 мм, в котором выфрезерован паз сечением 50×50 мм. С правой стороны шара имеется отверстие, куда ввернут зажимной винт 2 с круглой головкой и отверстием для штыря. В пазу шара находится приспособление 3, позволяющее зажимать детали различной конфигурации. Оно состоит из двух стальных пластин с двумя направляющими штифтами и пружинами, разжимающими пластины при высвобождении детали. Прокладку 4 меняют соответственно размеру зажимаемой детали. Шаровые тиски устанавливают на специальное кожаное или брезентовое кольцо 5, набитое песком, или на резиновое кольцо с углублением, соответствующим профилю шара тисков. Это дает возможность под любым углом поворачивать и устанавливать шаровые тиски, а вместе с ними и гравированную деталь, что очень важно при работе. Особенно часто приходится изменять угол наклона шаровых тисков при изготовлении буквенных и цифровых пуансонов, а также различных клеев. Широко применяются также переносные тиски, которые устанавливают на кожаную подушку (рис. 21), плотно набитую песком, благодаря чему тиски с гравированной деталью имеют устойчивое положение. Такая подушка хорошо поглощает звук, если в процессе гравирования приходится производить удары. Переносные тиски широко применяются при механическом гравировании.

Для изготовления круглой или кольцевой подушки вырезают два кожаных круга или кольца, распаривают в теплой воде и в мокром виде сшивают их вместе, оставляя при этом небольшое отверстие, через которое засыпают мелкий просеянный и прокаленный песок. Затем отверстие зашивают. После вы-

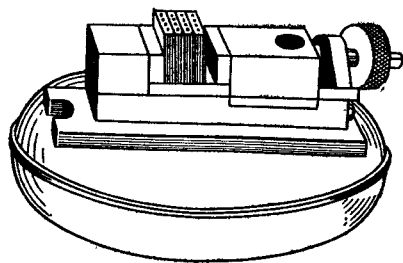


Рис. 21. Переносные тиски на подушке

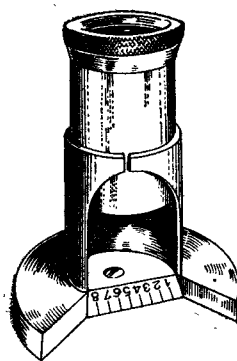


Рис. 22. Лупа с измерительной шкалой

сыхания кожа сильно сжимается и подушка приобретает плотность и эластичность, необходимую в процессе работы.

Кроме описанных выше приспособлений для закрепления гравированных деталей применяют также деревянные колодки. Они представляют собой прямоугольник размером $80 \times 80 \times 120$ мм или цилиндр

диаметром 80 мм и высотой 110 мм, на поверхность которых наплавляют слой сургуча толщиной 5 мм, разравниваемый затем в горячем виде. Деталь нагревают до $100-120^\circ$ и прикладывают к слою сургуча на колодке. При этом пластина как бы вплавляется в сургуч и после остывания остается прочно закрепленной на колодке.

В качестве разметочного инструмента граверы применяют штангенциркуль и обычный циркуль с острыми ножками. Если необходимо, например, измерить какие-либо мелкие знаки с большой точностью, то для этой цели предназначена лупа с измерительной шкалой (рис. 22). Цена деления шкалы у такой лупы равна 0,1 мм, что практически дает точность отсчета 0,05 мм. Длина всей измерительной шкалы лупы равна 8—10 мм.

В набор граверных приспособлений и измерительных инструментов входят также обычный слесарный угольник, стальная масштабная линейка длиной 250—300 мм, транспортир и чертежный угольник. Это минимум мерительного инструмента, необходимого граверу для нормальной работы.

Штангенциркуль состоит из двух губок: одна неподвижно соединена с масштабной линейкой, а вторая скользит вдоль нее и снабжена нониусом. Он служит для отсчета долей миллиметра. Шкала нониуса длиной 19 мм разделена на десять равных частей. Следовательно, одно деление нониуса составляет $19 : 10 = 1,9$ мм, т. е. оно короче расстояния между каждыми двумя делениями линейки на 0,1 мм.

Если вплотную сомкнуть ножки штангенциркуля, то нулевой штрих нониуса будет точно совпадать с нулевым штрихом линейки. Остальные штрихи нониуса, кроме последнего, такого совпадения иметь не будут: первый штрих нониуса не дойдет до второго штриха линейки на 0,1 мм; второй штрих нониуса не дойдет до четвертого штриха линейки на 0,2 мм и т. д. Десятый штрих нониуса будет совпадать с 19-м штрихом линейки.

Если сдвинуть рамку таким образом, чтобы первый штрих нониуса (не считая нулевого) совпал со вторым штрихом линейки,

то между ножками штангенциркуля получится зазор, равный 0,1 мм. При совпадении второго штриха с четвертым штрихом линейки зазор между ножками составит уже 0,2 мм, при совпадении третьего штриха с шестым штрихом линейки зазор будет 0,3 мм и т. д. Следовательно, тот штрих нониуса, который точно совпадает с каким-либо штрихом линейки, показывает число десятых долей миллиметра, на которое нулевой штрих нониуса отошел от целого числа миллиметров.

Штангенциркуль с ценой деления 0,02 мм имеет нониус, шкала которого длиной 49 мм разделена на 50 равных частей. Цена деления нониуса равна $49 : 50 = 0,98$ мм, а так как линейка имеет цену деления 1 мм, то точность отсчета составит разность цены деления линейки нониуса, т. е. $1 - 0,98 = 0,02$ мм.



Глава 5

МАТЕРИАЛЫ ЗАГОТОВОК

Технологические приемы изготовления заготовок для производства шкал, сеток, лимбов и подобных им изделий определяются физико-механическими свойствами материала, классом шероховатости обрабатываемых поверхностей и их геометрической точностью, областью использования, а также наличием парка оборудования.

Материал заготовки должен позволять хорошо образовывать штрихи, т. е. должен обладать низкой износостойкостью. Материалы же с высокой износостойкостью быстро притупляют режущий или профилирующий инструмент, вследствие чего нарезаемые штрихи будут иметь различные размеры по длине заготовки. Коэффициент линейного расширения материала заготовки должен быть близок к коэффициенту линейного расширения материала изделия, к которому крепится заготовка. Геометрические размеры заготовок не должны изменяться во времени.

Заготовки для шкал, лимбов, сеток и других деталей изготавливают из металла или оптического стекла. Для обеспечения требуемых геометрических размеров, класса шероховатости и физико-механических свойств материала заготовки подвергают в определенной последовательности механической обработке.

Граверу необходимо знать основные физико-механические свойства металлов, сплавов и других материалов, так как от этого зависит правильный выбор инструмента и приспособлений. Например, пуансон для набивки шильдиком изготавливают из стали

У8А, а пуансоны для печати под краску — из латуни марки ЛС59, и т. д. Знание свойств материала также необходимо для определения угла заточки инструмента, с помощью которого наносятся знаки, линии и обозначения.

9. Металлы и сплавы

Применяемые для гравирования металлы делятся на три основные группы: черные, цветные и благородные. К первой группе относится сталь; ко второй — медь, цинк, алюминий, олово, свинец, магний и их сплавы; к третьей — серебро, золото, платина. Металлы в чистом виде в качестве конструкционного материала почти не применяют, заменяя их сплавами. Пластичные материалы, такие как красная медь, алюминий, латунь марки Л62, олово, свинец и др., вследствие своей большой мягкости для гравирования малопригодны. Все эти металлы употребляют главным образом при штамповке, клеймении и набивке пуансонами. Для гравирования как ручным способом (штихелями), так и механическим (при помощи пантографа) следует подбирать менее пластичные материалы. Лучшими материалами являются сталь марок У8А, У10А, У12А, латунь марки ЛС59, дюралюминий. Иногда в силу необходимости граверные работы производят и на мягких материалах — малоуглеродистой стали, цинке, бронзе и др.

Углеродистые стали. Этим материалам в производстве уделяется особое внимание, так как сталь используется не только для граверных работ, но и для изготовления граверного режущего инструмента.

Сталь — сплав железа с углеродом (2%) и другими элементами, получаемый главным образом из смеси чугуна, выплавляемого в доменных печах, со стальным ломом. По химическому составу она подразделяется на углеродистую и легированную. Углеродистая сталь наряду с железом и углеродом содержит марганец (до 1%), кремний (до 0,4%) и вредные примеси — серу и фосфор. В состав легированных сталей помимо указанных компонентов входят так называемые легирующие элементы (хром, никель, молибден, вольфрам, ванадий, титан и др.), которые повышают качество сталей и придают им особые свойства. В СССР установлены единые условные обозначения (из букв и цифр). Первые две цифры показывают среднее содержание углерода (в сотых долях процента для конструкционных сталей и в десятых долях процента для инструментальных и нержавеющих сталей). Буквами обозначают легирующие элементы (алюминий — Ю; бор — Р; вольфрам — В; кобальт — К, кремний — С, марганец — Г, медь — Д, молибден — М, никель — Н, ниобий — Б, хром — Х, титан — Т, углерод — У), а цифрами справа от букв — их среднее содержание (например, сталь 2Х17Н2 содержит 0,2% углерода, 17% хрома и 2% никеля. Если за буквой не стоят циф-

ры, это значит, что содержание легирующего элемента не превышает 1,5%.

По назначению стали делятся на конструкционные, инструментальные, на стали с особыми физическими и химическими свойствами — нержавеющие, жаропрочные, электротехнические и др.

Различают следующие марки инструментальных углеродистых сталей, применяемых в гравировании: У7, У8, У10, У12, У7А, У8А и т. д. Одной из широко используемых марок является сталь У8А. Из нее изготавливают цифровые и буквенные пуансоны, клейма, т. е. инструменты, которые должны обладать достаточной пластичностью при высокой твердости, так как они подвергаются ударам. Эту марку стали используют также для производства матриц при холодной штамповке. Из стали марок У11А и У12А делают режущий инструмент, например резцы для пантографа и резцы для нанесения штрихов, линий и знаков, штихели различной конфигурации для ручного гравирования, калибрующие маточки и т. п. Когда требуется изготовить режущий инструмент с более высокой стойкостью режущей кромки для обработки твердых материалов (штихели, граверные резцы для пантографа, различные клейма сложной конфигурации), рекомендуется брать для этого легированную инструментальную сталь марки ХВ5.

Цветные металлы. В современном приборостроении цветные металлы и их сплавы находят широкое применение при изготовлении шкал, сеток, лимбов и подобных им изделий.

Медь — металл красного цвета, хорошо поддается ковке, прокатке и штамповке в холодном и горячем виде, на ней легко гравировать цифры, знаки, обозначения и линии. Из-за свойства деформироваться и дороговизну медь в чистом виде в гравировальном производстве применяется редко.

Алюминий — металл белого цвета, на воздухе быстро окисляется, но окисная пленка предохраняет его от коррозии. Алюминий хорошо куется, прокатывается и штампуется. В чистом виде алюминий очень мягок и пластичен, но гравировать на нем знаки, линии и обозначения трудно. Более пригодны для гравирования его сплавы с другими цветными металлами. Основным преимуществом алюминия является его легкость.

Цинк — металл голубовато-белого цвета. Как и алюминий, на воздухе быстро окисляется, при этом на его поверхности образуется тонкая пленка, предохраняющая его от дальнейшего окисления. В холодном виде обычно хрупок, легко гравировается, а при нагревании до 120° хорошо куется, принимая всевозможные формы. При дальнейшем нагревании цинк снова становится хрупким.

Олово — металл белого цвета, мягкий и тягучий, свободно поддающийся ковке и прокатке. Олово хорошо противостоит действию влаги, воздуха и кислот, легко гравировается. В сплаве со свинцом применяется как припой для пайки.

Свинец — металл серого цвета, быстро тускнеющий на воздухе. Особенностью свинца является его высокая плотность и чрезвычайная мягкость. Любая механическая обработка свинца производится в холодном виде. Свинцовая пыль при плавлении свинца и выделяющиеся газы очень вредны для человеческого организма и вызывают тяжелые отравления.

Цветные сплавы. При изготовлении технических изделий с последующим производством граверных работ наиболее широко применяются латунь, бронза, дюралюминий, гарт и т. д.

Латунь — сплав меди с цинком. Свойства латуни определяются процентным содержанием цинка и других легирующих элементов. Содержание цинка в латуни — от 10 до 42%. Цифра в марках латуни указывает на процентное содержание в ней меди. Например, марка Л62 обозначает латунь, в состав которой входит 62% меди, остальное — цинк. Эта марка латуни отличается пластичностью и применяется в граверном деле для штамповки, тиснения клеймами и стальными пуансонами. Латунь марки ЛС59 одинаково успешно используется и для ручного и для механического гравирования (на станке-пантографе), так как дает высокий класс шероховатости.

Бронза — сплав меди с другими цветными металлами (оловом, алюминием, никелем, кремнием, марганцем и т. д.). Свойства и назначение бронзы различны в зависимости от химического состава. Бронзы подразделяются на алюминиевую, кремнистую, оловянистую, бериллиевую и др. Бронзы широко применяются при гравировании.

Дюралюминий — достаточно пластичный и вместе с тем прочный сплав. Дюралюминий содержит кроме алюминия медь, магний, кремний и др. Особенно хорошо гравировается механическим способом, т. е. на пантографе.

Типографские сплавы (гарт и др.) являются сплавами свинца, сурьмы и олова. На них хорошо и легко гравировать. Из гарта изготавливают клише с гравировкой и печати различной конфигурации под краску, факсимиле и пр. Применяют и свинцово-сурьмяный баббит, который наиболее дешев и не имеет в своем составе дефицитного металла — олова. Этот сплав легок, а выгравированные на нем изображения сохраняются длительное время.

Материалом заготовок для металлических штриховых мер могут быть: медь, латунь марок ЛС59 или ЛС62, бериллиевая бронза Бр2БТ, нейзильбер, инструментальная сталь марки У8А, нержавеющая сталь марки 1Х18Н9Т, молибден, алюминий-магниевого и железо-никелевые сплавы, инварстабиль (сплав железа с никелем) марки ЭИ797, дюралюминий и др.

Для изготовления образцовых штриховых мер чаще всего используются плоские, Х- и Y-образные заготовки из инварстабиля марки ЭИ797. К штриховым мерам предъявляются жесткие требования в отношении точности геометрических размеров и качества поверхностей, а следовательно, такие же требования должны

предъявляться и к заготовкам. Так как заготовки имеют сложное поперечное сечение, технологический процесс их изготовления состоит из большого числа трудоемких операций. Под заготовки используют специальные поковки, имеющие квадратное поперечное сечение. От поковки отрезают дисковыми пилами брусок длиной 1050 мм. На торец бруска наносят клеймо (номер плавки, порядковый номер линейки и т. д.), затем брусок подвергают механической обработке с целью придания ему необходимой конфигурации [4, 5].

В технологический процесс обработки бруска входят следующие операции: строгальные обдирочные, фрезерная, расточная, сверлильная, слесарные, шлифовальная обдирочная, чистовые шлифовальные, строгальная и притирочная. Причем механическая обработка сопровождается термической, назначение которой — снятие внутренних напряжений в материале, возникающих вследствие его деформации в процессе механической обработки. Подготовленную заготовку подают на делительный участок, где на специальных делительных машинах на штриховой дорожке наносят 1010 штрихов через 1 мм.

Для изготовления диафрагм, сеток и т. д. применяется тонкая прокатная лента из различных цветных металлов. Для устранения в прокатной ленте остаточных деформаций, возникающих после термической обработки, необходимо проводить низкотемпературный отжиг; так, латунную ленту подвергают термообработке при температуре 300 °С (нагрев и охлаждение вместе с термостатом). Бронзы имеют более равномерную остаточную деформацию, поэтому они более предпочтительны при жестких требованиях сохранения угловых размеров между штрихами лимбов.

10. Пластмассы

Пластмассами называются материалы на основе высокомолекулярных соединений. Путем нагревания они могут быть приведены в пластичное или вязкотекучее состояние, а под давлением — спрессованы или отлиты в изделия требуемой формы. Пластмассы состоят в основном из связывающего материала, пластификатора, наполнителя и красителя. Связывающими материалами служат различные искусственные и естественные смолы (битумы, асфальты, шеллак, канифоль и др.). В качестве наполнителей применяют древесную или кварцевую муку, очесы хлопка, асбестовое или стеклянное волокно, бумагу, хлопчатобумажную ткань, мел, тальк и др. Наполнители, пропитанные связывающим веществом, могут содержаться в пластмассах в количестве до 65% и оказывают существенное влияние на их физико-механические свойства и стоимость.

В соответствии со свойствами, приобретаемыми при нагреве, пластмассы делятся на две группы:

1) термореактивные (необратимые), затвердевающие в результате нагрева и переходящие после отвердевания в неплавкое со-

стояние; к таким пластмассам относятся фенопласты, аминокласты и др.;

2) термопластичные (обратимые), не теряющие пластичности при воздействии температуры и давления, отвердевающие при охлаждении и способные плавиться при повторном нагреве. К термопластичным пластмассам относятся: полиэтилен, полистирол, эстроны, амидоласты и др.

Изделия из пластических материалов отличаются малой плотностью, высокими диэлектрическими свойствами, хорошими теплоизоляционными характеристиками, устойчивостью к атмосферным воздействиям, стойкостью к агрессивным средам и резким сменам температур, высокой механической прочностью при различных нагрузках.

Часто на поверхность изготавливаемых изделий необходимо нанести различные знаки, рисунки и тексты, выполняемые либо ручным, либо механическим гравированием. Они могут также получаться путем выдавливания их в пресс-формах в процессе образования самих изделий. В этом случае гравирование необходимых знаков производится непосредственно на пресс-формах.

Листовые и прутковые материалы являются заготовками для деталей, изготавливаемых механической обработкой. Из пластмасс, применяемых для изготовления изделий с последующим гравированием, наиболее распространены следующие.

Органическое стекло (плексиглас) представляет собой полимеризованный метиловый эфир метакриловой кислоты (полиметилметакрилат). Органическое стекло обладает прозрачностью, не изменяющейся со временем, бесцветностью, морозостойкостью, высокими механическими свойствами, устойчивостью к действию бензина и масел. Недостатками его являются сравнительно низкая теплостойкость (размягчается при нагреве до 85 °C) и недостаточная поверхностная прочность.

Из органического стекла изготавливаются всевозможные круговые, дуговые и продольные шкалы, визеры, линейки, и также копии при механическом гравировании небольших партий деталей. Оно идет на производство корпусов приборов, коробок и других деталей, которые должны быть прозрачными.

Изделия из этого стекла могут быть окрашены в любой цвет путем выдержки в спирто-ацетоновых растворах красителей. Органическое стекло растворяется в дихлорэтаноле и ацетоне; это свойство используют при склеивании деталей, изготовленных из него. Выпускают органическое стекло в виде листового поделочного материала (толщина листов от 0,8 до 30 мм), который легко поддается всем видам механического и ручного гравирования, хорошо склеивается, формируется и допускает изготовление деталей с любой кривизной.

Целлулоид входит в группу так называемых эфироцеллюлозных пластиков, изготавливаемых на основе различных эфиров целлюлозы и их соединений, получающихся при обработке целлюлозы

кислотами или другими веществами. Этот материал поставляется прозрачным или непрозрачным, бесцветным или окрашенным. Применяется он как поделочный для остекления приборов, для изготовления шкал, шильдиков, прокладок и т. д. Целлулоид хорошо поддается механической обработке и ручному процессу гравирования, штамповке, склеиванию. Основным недостатком целлулоида — его сильная горючесть (вплоть до самовоспламенения при длительном действии прямых солнечных лучей или при нагреве до 100 °C), а также склонность к пожелтению при долгом пребывании на свету. Целлулоид выпускается в листах толщиной от 0,15 до 5 мм.

Винипласт — термопластический материал коричневого цвета. Он обладает чрезвычайно высокой стойкостью к действию воды, бензина, масел, спирта, кислот, щелочей, хорошими диэлектрическими свойствами и большой прочностью на удар; растворяется винипласт в дихлорэтаноле, ацетоне, бензоле и др. Применяется как конструкционный и электроизоляционный материал, изделия из которого изготавливают методами механической обработки. Винипласт хорошо поддается механическому гравированию, хуже — ручному. Недостатком винипласта является невысокая морозостойкость. При температуре ниже 15 °C материал приобретает хрупкость. Промышленностью выпускается в виде листов и плит толщиной от 1 до 20 мм и в виде труб с внешним диаметром от 10 до 166 мм и толщиной стенки 2—80 мм.

Эбонит — материал черного или темно-коричневого цвета. Эбонит хорошо поддается механическому и ручному гравированию. Применяется он для лицевых панелей в приборах. После гравирования буквы и другие знаки закрашивают белой краской. Выпускается эбонит в листах размером 1000×500 мм и толщиной от 0,5 до 32 мм, а также в виде прутков длиной от 250 до 1000 мм и диаметром от 5 до 75 мм.

Гетинакс — материал коричневого цвета, представляет собой слоистый пластик, наполнителем в котором служат специальная бумага. Он имеет полированную поверхность, гибок при температуре выше 20 °C. Гетинакс является конструкционным и электроизоляционным материалом; хорошо поддается механическому гравированию, хуже — ручному. Для специальных целей (например, для производства шкал, шильдиков) применяют гетинакс, изготовленный из белой бумаги, пропитанный бесцветной резольной карбамидной смолой, причем на лицевой стороне верхнего листа бумаги отпечатан нужный рисунок или текст. Изготавливается гетинакс в виде листов размером 400×400 мм и толщиной от 0,2 до 50 мм.

Текстолит — это слоистый пластик, получают его путем горячего прессования листов ткани (бязи, миткаля и др.), пропитанных резольной бакелитовой смолой. Для ручного гравирования он малоприменим ввиду образования ворса. Механическое гравирование возможно при большой частоте вращения резца.

Листовой текстолит из шифона легко поддается обработке любым способом гравирования. Шифон — тонкая шелковистая хлопчатобумажная ткань полотняного переплетения повышенной плотности. Толщина выпускаемых листов текстолита от 0,5 до 70 мм.

11. Заготовки из оптического стекла и керамики

Заготовки из оптического стекла. Наибольшее распространение получили заготовки из оптического стекла, т. е. прозрачного, однородного и неокрашенного неорганического стекла любого химического состава. Для заготовок, на которые в дальнейшем наносятся штрихи, используются оптические стекла: крон (марки К8), баритовые кроны (марок БК5, БК6, БК9 и БК10), баритовые флинты (марок БФ1, БФ4 и БФ7), флинты (марок Ф1 и Ф8). Кроме того, для стеклянных заготовок используются стекла марок ЛФ7 (легкие флинты), ТФ1, ТФ3, ТФ7 (тяжелые флинты) и др.

Свойства стекла зависят от его химического состава. Количество окислов и их состав определяют марку стекла. Оптические стекла разделяются на категории и классы в зависимости от допускаемого отклонения коэффициентов преломления и светопоглощения, средней дисперсии, оптической неоднородности, двойного лучепреломления, бессвильности, пузырности и т. д.

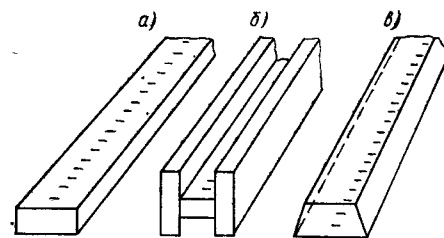
Прочность стекла в зависимости от химического состава изменяется в широких пределах. Прочность на растяжение в 15—20 раз ниже прочности на сжатие. Окислы типов CaO , Ba_2O_3 , BaO , PbO и Al_2O_3 увеличивают прочность, а щелочные окислы — понижают.

Прочность — свойство материалов в определенных условиях и пределах не разрушаясь воспринимать те или иные воздействия (нагрузки, неравномерные температурные, магнитные и другие поля и т. д.). Критериями прочности для различных случаев являются: предел пропорциональности, предел текучести и предел ползучести. Различают теоретическую, техническую, конструкционную, динамическую и длительную прочность.

Важным показателем, определяющим физико-механические свойства стекла, является его относительная **твердость**, которая служит одним из параметров, характеризующих производительность обработки. Относительная твердость определяется отношением объема стекла, сошлифованного в стандартных условиях, к объему сошлифованного стекла марки К8 в тех же условиях.

При выборе марки стекла под заготовки необходимо учитывать, что одни стекла позволяют получать хороший матовый штрих после травления (БК5, БК6 и БК10), другие хорошо обрабатываются резанием (К8), третьи применяются для изготовления темных шкал со светлым штрихом (Ф1) и т. д. Шкалы

Рис. 23. Формы поперечного сечения заготовок под штриховые меры



и лимбы изготавливаются на плоских, а сетки — на плоских и сферических заготовках.

Важное значение имеет форма поперечного сечения заготовки штриховой меры. Создают такие стеклянные меры, у которых плоскость, на которую наносят штрихи, совпадает с нейтральной линией сечения изгиба. Этого достигают выбором марки стекла с соответствующим показателем преломления и рациональной формы поперечного сечения заготовки.

На рис. 23 показаны три формы поперечного сечения заготовок под штриховые меры: прямоугольная (рис. 23, а); Н-образная (рис. 23, б), полученная склеиванием частей прямоугольных профилей; трапецидальная (рис. 23, в), в которой нейтральная линия подведена к плоскости делений.

Отечественные стеклянные штриховые меры изготавливаются на заготовках из оптического стекла Ф8. Опыт использования таких шкал показывает, что они изменяют свою длину с течением времени. Наблюдаемый эффект заключается в преимущественном сокращении длины шкалы за первые два года на несколько микрометров. Это объясняется стремлением стекла как неравновесной системы к минимуму объема. Стабильность шкалы может быть повышена путем отжига с временем выдерживания, соответствующим периоду релаксации при взятой температуре.

Релаксация — процесс постепенного перехода термодинамической системы из неравновесного состояния, вызванного внешними воздействиями, в состояние термодинамического равновесия.

Рекомендуется для отжига выбирать температуру 180—200 °С, так как дальнейшее снижение температуры отжига приводит к увеличению времени выдержки. Кроме того, можно вместо низкотемпературного отжига использовать всестороннее сжатие готовых шкал в инертной атмосфере при комнатной температуре, при этом давление зависит от упругого последствия стекла Ф8.

В качестве другой заготовки для штриховых мер используется стекло трехкомпонентного состава (молярные доли в %): SiO_2 — 66,5; PbO — 19 и K_2O — 14,5, являющееся флинтным стеклом с щелочным окислом. Это стекло хорошо варится, обладает высокой бессвильностью, малой пузырностью и не кристаллизуется. Коэффициент линейного расширения $100 \cdot 10^{-7}$. Для стабилизации внутреннего состояния стекла необходимо производить низкотемпературный отжиг при температуре 350—300 °С.

Заготовки из оптического стекла для получения необходимого качества поверхностей подвергаются механической обработке

в такой последовательности: обдирка, среднее шлифование, мелкое шлифование, полирование и нанесение металлического слоя, если это необходимо по технологическому процессу.

В последнее время разработаны скоростные методы полирования стеклянных заготовок, которые резко повышают производительность обработки и стоимость заготовки. На качество обрабатываемых поверхностей при скоростном полировании стекла влияют различные физико-химические и механические явления, в том числе свойства и структура твердой фазы суспензии, кинематические характеристики оборудования и т. д. Особую роль играет полирующая суспензия: ее свойства обуславливают удаление продукта износа и равномерное распределение абразивных зерен, а теплофизические и реофизические характеристики влияют на распределение энергетических затрат и самоформирование при полировании.

Обнаружено, что начиная со скорости 0,8 м/с, интенсивность полирования резко падает, а со скорости 3,2 м/с это падение становится плавным. Причем при увеличении скорости от 0,8 м/с в 10 раз интенсивность полирования стекла уменьшается в 40—50 раз. С увеличением давления интенсивность полирования возрастает. Это объясняется тем, что при переходе к скоростным режимам существенную роль начинает играть несущая способность смазочного слоя.

В процессе обработки оптические детали промывают органическими растворителями, которые обладают высокой горючестью и токсичностью. *Растворители органические* — индивидуальные органические соединения или их смеси, способные растворять различные вещества. К ним относятся ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилол), спирты (метилловый, этиловый) и др. Органические растворители могут быть заменены водой и щелочью. Обработанные стекла (ТК4, ТК9, ТК21) с меньшим количеством кремнезема после промывки имеют шероховатость поверхности один класс ниже, а стекла ТФ3, ТФ5, ТФ7 — на два-три класса ниже. Повышение температуры резко усиливает действие щелочи.

Обработка стекол марки К8, Ф1, ТФ1, ТК9 и ТК21 холодной и горячей водой не сказывается на параметрах шероховатости поверхности. Богатое же кремнеземом стекло ЛК-5 изменяет параметры шероховатости сильнее, чем все остальные стекла. Хорошо разрушаются водой полированные стекла БК10, ТФ3 и ТФ7.

Обнаружено, что при бомбардировке полированной и шлифованной поверхностей оптического стекла ионами наблюдается уменьшение микронеровностей, причем изменение состояния шлифованной поверхности зависит от длительности бомбардировки. Поверхности стекла несколько освещаются, высота микронеровностей уменьшается, на поверхности появляются характерные образования типа сегментов сфер. Однако получить полированную

поверхность не удается. Ионная бомбардировка полированных и глубокополированных образцов со средней высотой микронеровностей $(10 \div 5) \cdot 10^{-6}$ мкм приводит также к изменению состояния поверхности. При этом дефекты типа бугорков удаляются или сглаживаются, а дефекты типа углубления растравливаются.

Заготовки из керамики. При изготовлении микросхем и некоторых типов шкал широко используются керамические подложки, к качеству которых предъявляются жесткие требования. Однако при механической обработке керамики возникают разнообразные технологические трудности.

Керамические подложки для получения необходимого качества подвергают шлифованию и полированию, для чего заготовки с помощью смолы приклеивают к оправке станка. Шлифование, как правило, осуществляют с помощью алмазных кругов с применением охлаждающей жидкости — 3%-ного содового раствора. Режимы шлифования: скорость резания 40—50 м/с, число двойных ходов стола 30, подача 0,15 мм, глубина шлифования 0,05—0,07 мм.

Наиболее ответственной операцией является полирование заготовок, которое осуществляется полировальником, изготовленным на свинцово-оловянной основе с применением алмазной пасты АС или АМС зернистостью — 7—10 мкм, на следующих режимах: частота вращения полировальника 200 об/мин, число двойных ходов планшайбы 97. Шлифованием получают 7-й или 8-й класс шероховатости, а полированием — не ниже 12-го класса.

При проверке параметров шероховатости обрабатываемых поверхностей обнаруживают следующие дефекты: недополированный матовый слой, следы грубых повреждений, царапины, налеты и пятна.

Контроль размера дефектов в цеховых условиях осуществляют лупой с увеличением $10\times$. Кривизну и плоскостность полированной поверхности определяют по кольцам интерференции пробного стекла. Перед контролем поверхности тщательно протирают спиртом и мягкой салфеткой. Окончательную проверку деталей после обработки с двух сторон производят на интерферометре.

12. Заготовки с металлическим покрытием

Тонкие пленки твердых веществ могут быть нанесены на металлические и неметаллические заготовки разнообразными методами. Выбор того или иного метода зависит от наносимого вещества, материала подложки, времени старения пленки, толщины покрытия и ее требуемого распределения.

Тонкие пленки из алюминия, свинца, золота, хрома, титана и других металлов на заготовках можно получить разными методами, главными из которых являются: а) электроосаждение; б) химическое осаждение; в) термическое разложение на нагретой

подложке галоидного соединения металла или его газообразного карбонила; г) взрыв металлических проволок в инертных газах; д) химическая реакция галоидной соли металла с парами воды, ведущая к образованию оксида металла; е) катодное распыление металлов или их оксидов в разряде низкого давления; ж) химическое испарение в вакууме металлов и их устойчивых соединений.

Наиболее распространенными в настоящее время методами являются химическое осаждение, испарение в вакууме и катодное распыление. Преимущества этих методов помимо важных технических удобств заключаются главным образом в получении надлежащей воспроизводимости свойств пленок, в возможности легко регулировать толщину покрытия, в осуществлении непрерывного контроля за процессом отложения пленки, а также в возможности получать не только проводящие и изоляционные пленки, но и полупроводниковые, светочувствительные, сегнетоэлектрические и т. д.

Химический метод. Этим методом на подложку можно осадить тонкие пленки из серебра, платины, сернистого свинца и других материалов. Наиболее распространен химический метод получения тонких серебряных пленок. При этом толщину пленки можно подобрать на пробных заготовках по объему серебрющего раствора и времени серебрения.

Заготовки под покрытие подвергают тщательной обработке в щелочи и погружают на несколько секунд в свежеприготовленный 0,1—0,5%-ный раствор двухлористого олова, после чего заготовки промывают под струей воды и ополаскивают дистиллированной водой.

Для получения тонких серебряных пленок заготовку заливают специальным раствором, состоящим из смеси охлажденных на льду двух частей серебрющего раствора и одной части разбавленного в 10 раз раствора восстановителя. Серебрящий раствор получают смешиванием 15%-ных растворов щелочи и азотнокислого серебра. Для приготовления раствора азотнокислого серебра берут 1,5%-ное азотнокислое серебро, смешивают с аммиаком и разбавляют дистиллированной водой в десять раз.

Восстанавливающий раствор состоит из 75 г сахара-рафинада, 500—600 мл дистиллированной воды и 10 мл 10%-ного раствора химически чистой кислоты. Полученную смесь кипятят в течение 10 мин и охлаждают, а затем в нее добавляют до 10 л дистиллированной воды.

Серебрение производят при температуре 10—15 °С, осторожно покачивая кювету. По истечении положенного срока серебрющий раствор сливают и заготовку заливают дистиллированной водой, а серебряные поверхности протирают мокрой ватой для удаления шлама. Чтобы получить толстый слой серебра, процесс серебрения повторяют несколько раз. Если на поверхности заготовки необходимо иметь участки, не покрытые серебряной пленкой, то эти места необходимо заретушировать каучуком или парафином.

Серебряное покрытие на стекле получают, применяя растворы азотнокислого серебра из расчета 13 г AgNO_3 на 900 см³ дистиллированной воды и едкого натра из расчета 10 г NaOH на 900 см³ дистиллированной воды. При выпадении небольшого осадка его растворяют 25%-ным раствором аммиака. Полученный раствор фильтруют.

Для восстановления серебра применяют раствор сахара и глюкозы (раствор-восстановитель).

Серебрение стекол осуществляют в два приема, для чего в кювету помещают два стекла с габаритными размерами 100×100×12 мм и заливают 100 см³ раствора едкого натра и азотнокислого серебра и 50 см³ раствора-восстановителя. Время серебрения 1 мин. В процессе серебрения кювету слегка покачивают. Затем пластины вынимают и цикл повторяется в новом растворе.

Применение для серебрения стекла химически обессоленной воды с сопротивлением 0,5—1 МОм в два раза увеличивает скорость серебрения стекла по сравнению с растворами на дистиллированной воде. При выдержке этих растворов в течение 3—4 ч их свойства становятся такими же, как и растворов, приготовленных на дистиллированной воде.

Основным требованием к серебряным слоям является отсутствие точечных просветов, возникающих по причине выделения из воды на поверхность стекла пузырьков воздуха или оседания на серебряную поверхность твердых взвешенных частиц. При этом количество точечных просветов в сильной степени зависит от различия температуры дистиллированной воды, серебрющего раствора и стекла.

Платинирование заготовок из стекла или кварца можно осуществить в растворе 1 г хлороплатиновой кислоты, 3 мл этилового спирта, 10 мл насыщенных растворов борной кислоты и этилового спирта, 20 мл густого раствора венецианского терпентина и лавандового масла. На поверхность заготовки ровным слоем наносят подготовленную смесь, после чего заготовку устанавливают в муфельной печи, где она нагревается до температуры 350—500 °С. При нагревании жидкость из смеси испаряется и состав смазки темнеет. По мере повышения температуры слой начинает светлеть, прочно вжигаясь в стекло. Толстый слой получают многократным повторением процесса.

Заготовки с металлическим слоем сернистого свинца применяют в том случае, если от них требуется незначительное пропускание света в красной части спектра. Слой сернистого свинца наносят химическим путем, для чего заготовку, тщательно очищенную, опускают в ванну, наполненную раствором из компонента А, состоящего из 100 мл дистиллированной воды, 100 мл 100%-ного водного раствора уксуснокислого свинца, 50 мл 10%-ного водного раствора тиокарбамида, и компонента Б из 25 г едкого калия и 250 мл дистиллированной воды.

Растворы А и Б смешивают и заливают в сосуд, в который устанавливают заготовку, затем сосуд подогревают и покачивают. Обработку производят до тех пор, пока раствор не станет чистым. Заготовку вынимают из сосуда, промывают в проточной воде и споласкивают в дистиллированной воде. Промытая заготовка сушится на центрифуге при быстром вращении.

Если рисунок на заготовке вычерчивается в течение длительного времени, то желательно наносить на подложку металлические частицы, не связанные между собой силами сцепления (адсорбционный слой). Адсорбционный (рыхлый) слой аморфного металла на стекло получают химическим восстановлением металла из раствора солей, возгонкой металла в вакууме и катодным распылением. Кроме того, на стеклянную заготовку наносят химическим способом сернисто-свинцовые, серебряные, серебряно-сернисто-свинцовые и серебряно-свинцово-оловянные слои, имеющие малую механическую и химическую стойкость, для увеличения которой стремятся использовать промежуточные хромированные слои, обладающие высокой механической и химической стойкостью и хорошим светопропусканием в длинноволновой зоне спектра. Можно использовать никелевые покрытия, которые имеют хорошую адгезию (сцепление) со стеклянной заготовкой после обработки ее крокусом или полиритом в сочетании с химической очисткой. Для химического никелирования рекомендуется использовать раствор с pH 7,0—7,5 следующего состава (г/л): $45 \text{ NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $15 \text{ NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $60 \text{ NH}_4\text{Cl}$, $35 \text{ Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 5,5 \text{ H}_2\text{O}$. После никелирования рекомендуется производить термообработку при 100—200 °C в вакууме.

Технологический процесс химического никелирования неметаллических материалов в сильной степени зависит от материала заготовки, которую перед никелированием подвергают специальной механической обработке для придания поверхности необходимой шероховатости.

Покрытие никелем заготовки из оптического стекла осуществляется в такой последовательности: обезжиривание в хромовой смеси; обработка в растворе, содержащем 35 мол/л 40%-ной HF и 20 г/л NH_4F , при комнатной температуре в течение 5 мин; обработка в растворе хлористого олова; активирование в растворе хлористого палладия; химическое никелирование.

Химически никелировать можно также кварц, стеатит, ультрафарфор, пьезокерамику, термостойкий германий, кремний, сапфир, рубин, полистирол, капрон, винилпласт, текстолит и другие изоляционные материалы. Описание технологических процессов химического никелирования пористых металлокерамических изделий, плексигласа, полистирола и других неметаллических материалов можно найти в специальных литературных источниках [5].

Иногда при химической металлизации заготовок стремятся заменить сульфат серебра азотнокислым или хлористым серебром,

для чего используют раствор следующего состава: 27 г/л серебра хлористого, 143 г/л тиомочевина, до 1 л воды дистиллированной. Такой состав хорошо растворяет соединение серебра в воде при комнатной температуре.

Нанесение серебряного покрытия на заготовку с помощью пульверизатора дает равномерный, без микротрещин и царапин, слой, который позволяет получать меры и сетки с точными пересечениями линий.

Серебрение заключается в восстановлении серебра на поверхности стекла из серебрящего раствора. Наиболее равномерное и мелкокристаллическое серебряное покрытие для стеклянных матриц получают на стекле БК-10, если заготовку из полированного стекла обезжиривают в концентрированной азотной кислоте в течение 10—15 мин с последующей промывкой в проточной воде и протиркой порошком, после этого в течение 10—12 мин — в 2%-ном растворе едкого натра с последующей промывкой в проточной дистиллированной, а затем деминерализованной воде до полного смачивания полированной поверхности.

В процессе обработки стекла раствором закисного серноокислого олова было замечено, что для свеженитрированной поверхности стекла оптимальное количество 10%-ной серной кислоты не должно превышать 0,74 л на 1 л раствора. Такое содержание серной кислоты при последующих технологических операциях способствует получению равномерного, без цветов побежалости, слоя серебряного покрытия. Подготовленная стеклянная пластина до момента нанесения серебряного слоя хранится в дистиллированной (деминерализованной) воде.

Для серебрения поверхности стекла методом пульверизации можно применить и другой раствор, состоящий из следующих компонентов:

а) 5%-ного спиртового раствора йода, который готовят в колбе с притертой пробкой (5 г металлического йода растворяют в 0,1 л этилового спирта);

б) раствора азотнокислого серебра, для приготовления которого 5 г азотнокислого серебра растворяют в дистиллированной (деминерализованной) воде; полученный раствор фильтруют, доводят до объема 0,5 л, а затем добавляют 1—3 см³ спиртового раствора йода и 25%-ного аммиака до тех пор, пока на дне колбы не останутся едва заметные следы гидрата окиси серебра;

в) 1%-ного раствора едкого натра, для приготовления которого 5 г едкого натра растворяют в дистиллированной (деминерализованной) воде и доводят раствор до объема 0,5 л.

Затем раствор едкого натра при непрерывном перемешивании стеклянной палочкой смешивают с раствором азотнокислого серебра. В случае выпадения в растворе осадка добавляют 15—20 мл 25%-ного раствора аммиака до полного осветления раствора, в результате чего образуется комплексное аммиачное соединение. Полученный раствор охлаждают до температуры 3—5 °C и хранят

в темной посуде. Срок годности приготовленного раствора не более 48 ч.

При нанесении серебряного покрытия пульверизатором на подставку, делающую 1—3 об/мин, крепят стол, на котором устанавливают до четырех заготовок. Стол на подставке смонтирован так, что его поверхность с условной горизонтальной плоскостью составляет угол в 30—35°. В мерную емкость заливают 50 г спиртового раствора йода и 25 мл раствора азотнокислого серебра и вставляют пульверизатор, соединенный с сетью чистого, обеспыленного воздуха.

Распыление смеси растворов из пульверизатора ведут перекрестным путем (сверху вниз и наоборот). Перекрестное распыление и медленное вращение стола подставки позволяют получить равномерное серебряное покрытие на стекле. Равномерный слой серебра на стекле можно получить также тогда, когда подставка не вращается. Если на стекле появляются посторонние включения, то они смываются водой. Покрытие наносят в два-три приема. Стекло с готовым покрытием промывают в проточной дистиллированной (деминерализованной) воде, а частично осевшее в результате подтеков раствора на противоположной стороне стекла серебро снимают слабым раствором хромпика (1 часть хромпика и 1 часть воды). Затем пластина сушится чистым воздухом и в течение 30—40 мин прогревается в сушильном шкафу при температуре 100—120 °С.

Вакуумный метод. В промышленности широко распространено получение тонких пленок испарением материалов в вакууме с последующим осаждением (напылением) на заготовку. С помощью этого метода можно изготавливать тонкие слои из самых различных материалов с весьма разнообразными свойствами. Находят широкое применение металлические, диэлектрические, магнитные, сегнетоэлектрические, полупроводниковые и другие пленки.

Изготавливаемые на основе металлических пленок разнообразные шкалы, сетки, лимбы и другие подобные им изделия используются в приборостроении, машиностроении, астрономии, измерительной и космической технике и т. д.

В практике установилась классификация вакуумных покрытий в зависимости от их толщины: до 1 мкм — тонкие пленки, до 10 мкм — толстые пленки, свыше 10 мкм — конденсаты.

Наиболее существенное влияние на качество пленок оказывают: скорость конденсации, степень вакуума, чистота материала, способ его испарения, температура подложки и угол поступления паров металла на подложку и другие. Прочность же сцепления нанесенных слоев зависит от шероховатости покрываемой поверхности, а также от типа пары пленка—подложка. Металлы, склонные к образованию окисей (хром, титан и др.), обычно обнаруживают хорошую адгезию к стеклу, в то время как золото и серебро связываются со стеклом слабо и легко удаляются с его поверхности. С металлическими же подложками все металлические

пленки сцепляются обычно весьма сильно, а плохая сцепляемость всегда связана с неудовлетворительной очисткой заготовки.

Перед покрытием заготовки в течение суток обезжиривают в растворе хромовой смеси, которая состоит из сериной кислоты с хромпиком. Затем их промывают в технической и дистиллированной воде и тщательно протирают фланелевой салфеткой. Далее чистят крокусом (поляритом) с помощью ватного тампона и воды. Очищенную поверхность смачивают спиртом-ректификатом и протирают батистовой салфеткой. Затем заготовку помещают под колпаком на столике специальной вакуумной установки для нанесения на ее поверхности алюминиевой пленки.

Вакуумная установка — совокупность методов получения, поддержания и измерения вакуума в сосудах и применяемой при этом аппаратуры: вакуумных насосов, газопоглотителей, вакуумметров, соединительной и вспомогательной аппаратуры. Вакуумный насос — устройство для удаления газов и паров с целью получения вакуума.

С помощью насоса низкого вакуума под колпаком создают предварительное разрежение (форвакуум), после чего для удаления адсорбированных газов включают установки ионной бомбардировки. Для поддержания оптимального режима бомбардировки с помощью насоса регулируют количество газа в объеме открытием и закрытием вентиля насоса: сила тока возрастает — насос открывается, сила тока падает — насос закрывается.

При напылении особое внимание должно уделяться скорости откачки воздуха из камеры напыления и быстрой удалению газов выделяемых источниками испарения, хотя в реальных условиях всегда существуют течи через уплотнения и газоотдача с поверхности установки.

Скорость откачки зависит от материала подложки, например для пластмассовых подложек требуется повышенная скорость откачки. Высокая скорость откачки сокращает время рабочего цикла, а медленная откачка загрязняет вакуумные пленки, ухудшая их качество. Качество пленок повышается, если установка располагается в помещении с кондиционированным воздухом.

Процесс получения качественных пленок является сложным процессом, зависящим от правильности выбора материалов подложки и покрытия, шероховатости поверхностей, температуры подогрева подложки, толщины наносимой пленки, режимов процесса (скорости и длительности испарения), расстояния от подложки до испаряемого материала, качества вакуумных установок, совершенства контроля и т. д. Причем несоблюдение одного из вышеуказанных условий может привести к браку получаемого изделия.

Алюминий и стекло имеют плохую адгезию, поэтому иногда для увеличения сцепления между покрывающим слоем и заготовкой делают двойное покрытие. Сначала вакуумным напылением наносят слой хрома, который имеет хорошую адгезию со

стеклом, а затем слой алюминия. Процесс нанесения хрома на заготовку такой же, как и алюминия. Высокая равномерность пленок по толщине достигается соответствующим размещением испарителей, вращением подложки во время осаждения и удалением ее на возможно большее расстояние от испарителей.

Существует большое число конструкций испарителей, применение которых в каждом отдельном случае определяется характеристиками испаряемого вещества, шероховатостью поверхностей, равномерностью покрытия и т. д. Наибольшее распространение получило испарение из тиглей, с проволочек, из спиралей и лодочек. Для испарения значительных количеств материалов удобны тигли (кварцевые, шамотные, угольные, керамические и т. д.). Тигли могут применяться только для испарения материалов, не вступающих с ними в реакцию и не образующих сплавов. Так, барий реагирует с тиглями из окислов металлов, и его надо испарять с вольфрамовых нагревателей. Кремний, наоборот, вступает в реакцию с вольфрамовыми нагревателями, но его можно испарять из BeO-тиглей. Многие металлы не могут испаряться из угольных тиглей, так как при высокой температуре они вступают в реакцию с тиглями.

Рассмотрим кратко влияние отдельных факторов, характеризующих условия получения пленки, на ее структуру.

1. Качество слоев зависит от технологических параметров. На процесс отложения, свойства и структуру слоя влияют температура подложки и последующая термообработка слоя, т. е. условия аккомодации, десорбции, миграции атомов и величина поверхностных сил, определяющая процесс отложения слоя и характер образующейся структуры. Но поскольку вероятность образования слоя зависит от большого числа трудно учитываемых условий, взаимосвязь которых еще не совсем ясна, можно указать лишь на эмпирическое правило, согласно которому вещества, точка кипения которых выше 1500°C , уже при комнатной температуре образуют на стекле прочные слои из серебра, никеля, золота, железа и т. д. Для материалов с более низкой температурой кипения подложка должна охлаждаться. С понижением температуры подложки снижается способность атомов к миграции и образованию агломератов. При этом увеличивается число центров кристаллизации, растет количество зерен, уменьшаются их размеры и, следовательно, меньшее количество металла требуется для получения пленок. Таким образом, оказывается, что критическая толщина пленки тем меньше, чем ниже температура подложки.

От типа пары пленка—подложка зависит и структура наносимого слоя. Если поверхностные силы сцепления на границе пленка—подложка меньше сил сцепления в пленке, то она приобретает зернистую структуру, при обратном соотношении сил сцепления структура получается однородной.

Повышение температуры подложки в процессе нанесения пленки ведет к увеличению неоднородности распределения материала с выделением изолированных крупных кристаллов. Нагревание пленки с уже сформированной, хотя и не равновесной структурой приводит к форсированию процесса «старения», т. е. постепенному необратимому изменению свойств покрытия.

2. Структура металлических покрытий сильно зависит от природы и качества подложек. Например, прозрачность пленок золота, нанесенных на слой окиси висмута, много больше, а поглощение много меньше, чем пленок золота, нанесенных на полированное стекло. В последнем случае покрытия получаются менее однородными, с более крупными гранулами. Оказывается, что поверхность напыленного слоя настолько хорошо отражает структуру подложки, что на слое серебра в сотых долях микрометров хорошо заметны имеющиеся на подложке ступеньки. Это особенно хорошо заметно при сравнении пленок, полученных на поверхностях скола кристаллов и на полированных поверхностях. Последние даже при весьма тщательной полировке испещрены микроскопическими выбоинами и выступами, что в сильной мере сказывается на процессах возникновения и роста гранул.

В ряде случаев поверхность оказывает более или менее отчетливо выраженное ориентирующее действие на частицы осажденного металла. Например, имеется ориентирующее действие кристаллической подложки (кварц, хлористый натрий) на частицы осажденного серебра, тогда как при осаждении серебра на стекло и целлулоид никаких следов ориентации не обнаруживается.

3. Один и тот же металл, наносимый на подложку при высоком и низком вакууме, образует пленки, различные по структуре и свойствам. Пленки, загрязненные частицами остаточного газа, обладают меньшей плотностью и большим удельным сопротивлением, чем пленки, полученные в хорошем вакууме. Если же слои наносятся испарением в наиболее чистых условиях высокого вакуума и объемная концентрация остаточных газов сравнима с концентрацией паров осаждаемого вещества, то осажденный слой или же загрязняется чужеродными атомами, образующими или твердые растворы, или химические соединения (например, окислы).

4. Характер образующегося покрытия существенно зависит от свойств напыляемого металла. Поверхностная концентрация центров конденсации, а также первичные размеры гранул, с образованием которых начинается процесс формирования покрытия, весьма различны для различных металлов. Так, если для кадмия и цинка первичные размеры гранул достигают $2 \cdot 10^{-5}$ мкм и сами гранулы удалены друг от друга на значительные расстояния, то для серебра и золота эти размеры лежат за пределами разрешающей способности электронного микроскопа и гранулы расположены сравнительно густо.

По характеру образуемых покровных слоев металлы можно разделить на три группы. Для первой из них, включающей ме-

таллы с температурами плавления выше 1900°C (вольфрам, тантал, кобальт и т. д.), характерно образование плотных слоев с очень малыми гранулами, размеры которых не превышают $1,5 \cdot 10^{-6}$ мкм. Ко второй группе принадлежат металлы, имеющие температуры плавления от 650 до 1900°C (золото, серебро, медь, железо, хром, марганец, титан и т. д.). У них отчетливо выявляется тенденция к увеличению размера гранул (и соответственно расстояний между ними) по мере понижения температуры плавления. Металлы третьей группы (цинк, магний, висмут, кадмий и т. д.), температуры плавления которых ниже 650°C , образуют гранулы с более или менее выраженными кристаллическими формами.

Частицы кадмия и цинка имеют отчетливо выраженную правильную кристаллическую форму, сохраняемую ими и при слиянии в агломерате. При этом некоторые из них обнаруживают заметную прозрачность для электронного пучка. Теневые фотографии показывают, что в этом случае частицы имеют форму тонких пластинок. Вообще формы и размеры частиц в направлении, перпендикулярном к поверхности, весьма разнообразны. В то же время частицы олова, серебра, золота имеют почти сферическую форму, сохраняющуюся вплоть до весьма больших размеров, когда начинает выявляться тенденция к образованию кристаллических граней, причем рост частиц почти не ведет к увеличению толщины покрытия металлом поверхности подложки — последняя остается в значительной степени обнаженной.

Метод катодного распыления. Этот метод представляет собой распыление материала катода при газовом разряде вследствие бомбардировки катода положительными ионами. Бомбардирующие ионы, проникая в глубь вещества и взаимодействуя с атомами, смещают их. Эти атомы, в свою очередь, вызывают новые смещения и т. д.

Катодным распылением чаще всего наносят на подложки слой платины или золота. Работу производят на специальных установках. Распыляемым веществом является электрод, имеющий высокое отрицательное напряжение. Нагрев вещества производят методом электронной бомбардировки. Процесс катодного распыления происходит в вакуумной среде при энергии ионов выше порога распыления, который зависит от физико-механических свойств распыляемого вещества и может колебаться от единиц до нескольких десятков электрон-вольт. Основной характеристикой катодного распыления является коэффициент распыления, который зависит от массы и энергии бомбардирующих ионов, угла падения их на подложку, массы атомов вещества подложки, температуры, состояния поверхности и чистоты катода (мишени).

Для получения качественного напыляемого слоя аппаратура должна быть очищена от пыли длительным прогреванием всей вакуумной системы и промывкой внутренних поверхностей вакуумного колпака. Наличие пыли, масла и различных пятен на

Рис. 24. Принципиальная схема вакуумной установки для испарения и распыления

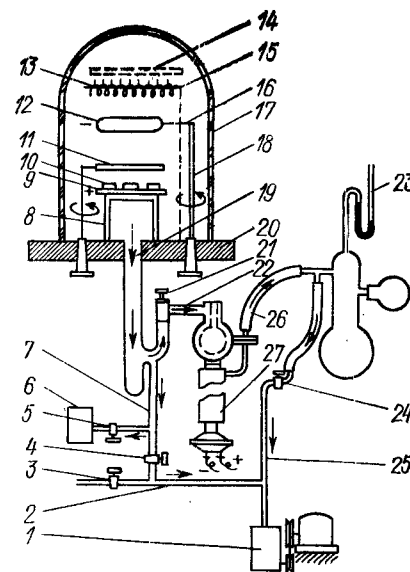
поверхности колпака приводит к газовыделениям, поэтому для хорошего очищения прогрев установки желательно проводить при температуре выше рабочей.

Весь технологический процесс катодного напыления слоев на заготовку происходит в три этапа: 1) переход напыляемого металла из твердой фазы в газообразную; 2) распространение частиц в рабочем пространстве; 3) конденсация распыленного металла на подложке.

Распыление необходимо начинать после того, как на поверхности катода установятся стационарные условия. До этого момента заготовку закрывают специальной заслонкой. Форма катода оказывает существенное влияние на скорость распыления. Лучшими являются проволочные катоды, хотя они и не обеспечивают равномерного распыления.

Рассмотрим принципиальную схему вакуумной установки для нанесения покрытий испарением и распылением (рис. 24). Она состоит из резервуара (колпака), в котором происходит процесс образования пленки, аппаратуры, создающей необходимое разрежение в резервуаре и подколпачной аппаратуры — испарителя, держателя деталей, поглотителя и устройств для контроля качества пленки. Колпак 17 установки может быть стеклянным или металлическим. Наибольшее распространение получили стеклянные колпаки, так как позволяют наблюдать процесс распыления или испарения. Колпак монтируется на основании 20 — стеклянной или металлической плите, на которой устанавливается стенд 8 для фиксации деталей, экран 11, устройство для ионной бомбардировки и фотометрическое устройство, узел крепления испарителя 15 и катода. Кроме того, к плите присоединяются ввод 19 для вакуумной системы, вводы для электропитания и в установках для катодного распыления вводы для инертного газа.

Все металлические детали, располагаемые в подколпачном пространстве, в установке для катодного распылителя должны быть изготовлены из алюминия и изолированы стеклянными трубками или пластинками для устранения возможности их распыления. Для предохранения поверхностей деталей 10 от возможного загрязнения в начале процесса катодного распыления или испа-



рения, когда происходит очистка распыляемого или испаряемого вещества 13, между ним и деталями помещен экран 11. Кольцо 12 устройства 16 является одним из электродов при ионной бомбардировке (тренировке) поверхностей деталей для удаления с них газов.

При бомбардировке испаритель 15 или катод 14 отключают, а кольцо 12 поворотом вокруг оси 18 устанавливают перед деталями. Причем при включении в электрическую сеть кольцо служит катодом, а держатели 9 деталей — анодом. После тренировки кольцо переводят в исходное положение. Если же установка не работала длительное время, то для удаления газов с поверхностей подколпачной аппаратуры необходимо провести тренировку их разрядом в газе. Держатели деталей имеют разнообразную конструкцию, но наиболее удобны универсальные держатели, представляющие собой систему перекрещивающихся планок, расстояние между которыми можно регулировать соответственно размерам деталей.

Насос высокого давления 27 включается последовательно с насосом предварительного вакуума, создающего необходимое разрежение в установке. Вначале газ откачивают из-под колпака (одна стрелка), только насосом предварительного вакуума 1 через трубопроводы 7 и 2 и вентиль 4. При этом краны 21, 3 и 24 закрыты, а все пространство, замкнутое между кранами, должно быть предварительно разрежено. Добившись нужного вакуума, закрывают вентиль 4, открывают вентили 21 и 24, включают высоковакуумный насос 27 и откачивают газ (две стрелки) через трубопроводы 22, 26, 25 форвакуумного насоса 1. При этом краны 3 и 4 должны быть закрыты. Значение вакуума в установке контролируют при помощи вакуумметров: ртутного 23 (для грубой оценки) и ионизационного термопарного 6 (для точной оценки).

При нанесении пленки испарением помещают держатель с деталями на стенд, собирают испарительную систему, загерметизировав установку и откачав из нее воздух. Пары влаги удаляют из подколпачного пространства с помощью поглотителя, а разрежение контролируют измерителем высокого вакуума 6, работающим при открытом кране 5. Получив предварительное разрежение, вводят в действие тренировочное кольцо 12 и высоким напряжением ведут бомбардировку разрядом в газе. После тренировки поверхностей в течение нескольких минут повышают разрежение, а затем, отводя кольцо 12 в сторону, вводят перед деталями 10 экран 11 и включают испарительную систему.

Удалив испарением внешний загрязненный слой вещества, отводят экран и начинают осаждать вещество пленки на поверхность деталей. В процессе испарения, который обычно протекает с большой скоростью, фотометрическим устройством контролируют качество пленки. После окончания испарения закрывают все краны, выключают насос 1 и впускают воздух в насос через кран 3.

13. Копировальные устройства

Копир—деталь копировального устройства, имеющая фигурный профиль. Копир обеспечивает сложное движение инструмента, соответствующее заданному профилю (форме) поверхности. Копировальное устройство представляет собой приспособление к станку, применяемое при обработке криволинейных или других сложных поверхностей, когда они не могут быть получены при использовании только тех подач, которые допускает конструкция станка. Копировальное устройство состоит из копира и пантографа, в котором резец закрепляется в специальном рычажном приспособлении.

Для гравирования контура деталей, надписей и др. служат шаблоны. Шаблон — пластина с вырезом, очертание которого соответствует контуру чертежа или изделия, буквы, цифры и т. д.

Нанесение надписей, цифр и рисунков производят резанием, гравированием, фрезерованием и другими методами. Рисунок, геометрически подобный оригиналу или выполненный в заданном масштабе, может быть воспроизведен непосредственно на поверхности заготовки или на слое, нанесенном на ней. Характер работы в том и другом случае различный, поэтому устройства, применяемые для копирования рисунков, разделяются на копировально-граверные и копировально-фрезерные. В первых рисунок воспроизводится невращающимся резцом на металлическом или грунтовом слое, имеющемся на поверхности стекла, а во вторых нанесение цифр и обозначений осуществляется снятием слоя материала с заготовки вращающейся резцом-фрезой.

На протяжении многих лет в граверном производстве преобладает ручной труд. Механизированы лишь второстепенные операции, например выборка металла с фона в штампах, так как удаление его вручную крайне непроизводительно. Применяемые для этой работы зубильца несколько облегчили и ускорили выборку фона, но все же производительность осталась по-прежнему неудовлетворительной. Для удаления большого количества металла с фона на передовых предприятиях используют вертикально-фрезерные станки. Кроме того, при выборке металла внутри букв и рисунков при изготовлении клейм, клише, пуансонов и других изделий применяют сверлильные станки.

Производительность труда при выполнении гравировальных работ резко повышается, если применять для этой цели копировально-фрезерные станки с пантографом. В пантографах инструмент закрепляется в механизме рычажного типа. Пантографы бывают горизонтального и вертикального типов, в которых шрифты, ошупывающий палец и резец могут находиться по одну или по разные стороны от подвеса.

Пантограф обычно свободно подвешивается на шарнире на станке и позволяет производить разнообразные объемные граверные работы, для выполнения которых необходимо иметь объемный копир (модель). Модель — изделие, изготовленное из дерева, воска, плексигласа, гипса и т. д., с которого снимается форма для воспроизведения в другом материале — металле, камне и т. д. При этом модель и обрабатываемое изделие располагаются на одной высоте перед глазами гравера, что позволяет при любой установке плеч пантографа обслуживать его сидя или стоя, с одинаковым удобством наблюдения за работой. Шарниры для вертикального и горизонтального перемещения узлов пантографа смонтированы на шарнирах или роликах, что обеспечивает наряду с легким чувствительным ходом плавную работу пантографа. Для перестройки пантографа с рельефной работы на плоскостную или наоборот служит колонкообразная промежуточная деталь — ограничитель. При установленном ограничителе пантограф фиксируется для плоскостной работы, без него — для объемной. Масса плеч пантографа компенсируется противовесом, смонтированным с левой его стороны. Опорной точкой для звеньев пантографа является упорный винт. Для выполнения особо тяжелых работ и в особенности при черновой обдирке пантограф полностью блокируется при помощи специальной стойки, установленной на столе для копиров, в которой и закрепляют ошупывающий палец. При этом появляется возможность увеличить глубину гравирования без перегрузки шпинделя и выполнять работы без копира по разметке.

При рельефных работах, которые производятся со свободно подвешенным пантографом, глубина гравирования после установки резца регулируется движением ошупывающего пальца по копиру. Станок пантограф имеет свой подвижный стол, на

котором закрепляют изделие и производят затем граверные работы.

При оцифровке лимбов с помощью пантографа их помещают на горизонтальном суппорте в юстировочном приспособлении. После нанесения цифр лимб поворачивается на шаг вокруг оси с помощью червячной пары. Отсчет углов поворота производят по двум круговым шкалам с погрешностью $\pm 30''$. Для гравировки обозначений и цифр на наклонных поверхностях можно изменять положение в пределах 90° .

Вертикальный суппорт соединен с кронштейном, на котором подвешивается вертикальный пантограф. Для набора шаблонов с цифрами или обозначениями на кронштейне располагается обойма. Вертикальный пантограф в верхней части имеет обводный шпиль, в нижней части — резец. Перемещая обводный шпиль по рисунку трафарета, переводят рисунок на поверхность лимба в нужном масштабе. Масштаб уменьшения регулируется установкой державки резца в требуемом положении.

Находят применение многорезцовые пантографы, позволяющие благодаря плавающему столику и большому числу резцов гравировать одновременно несколько изделий. Для гравирования цифр на лимбах, используемых в геодезических приборах, имеются специальные пантографы, на которых по трафарету наносят цифры методом последовательной обводки иглой каждой из них. Процесс ручной оцифровки штрихов трудоемок и утомителен, а следовательно, нередко происходит пропускание или повторное написание цифр. Качество цифр, наносимых на лимбы обводной иглой по трафарету, ухудшается по мере износа трафарета, что приводит к браку готовых лимбов.

14. Копиры

Копиры — пресс-формы, матрицы, мастер-пуансоны и другие — изготавливаются, как правило, на копировально-фрезерных станках со свободно подвешенным пантографом по образцам увеличенных моделей таких же копиров. Шрифты, различные шильдики и т. п., используемые при плоском гравировании, производят на пантографе с увеличенных в размере шаблонов или копиров.

Копирование по увеличенным моделям обладает следующими принципиальными преимуществами. Модель, шаблон или копир воспроизводят на легко обрабатываемых материалах — эбоните, оргстекле, латуни и т. п. Увеличенную в размерах модель можно более точно изготовить, что уменьшает погрешности при гравировании по таким моделям.

Наличие готовых пуансонов, штампов или других инструментов значительно упрощает процесс изготовления копиров и моделей. Чтобы получить увеличенную копию с поврежденного или использованного инструмента (штампа и т. д.), ошупывающий палец устанавливают на место шпинделя, а последний вместе с при-

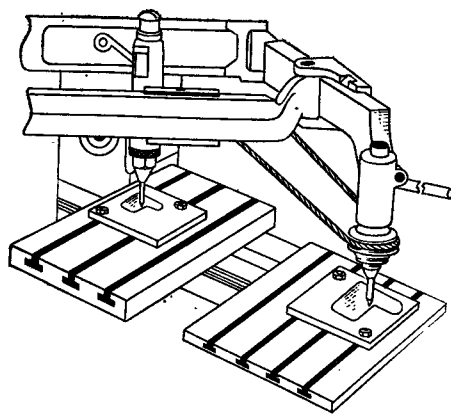


Рис. 25. Увеличивающий механизм пантографа

водом — на место пальца. При таком использовании пантографа вследствие обратного отношения его плеч можно изготавливать копии только из мягких материалов, например из дерева твердых пород (пальма, груша) и из органического стекла. Полученная с помощью панто-

графа модель (при двух- или десятикратном увеличении) точно соответствует оригиналу и нуждается в последующем легком выравнивании — доводке.

Преимущество изготовления моделей или копиров на станке с пантографом очевидно для копиров сложных форм. Увеличивающий механизм пантографа для обработки модели по дереву твердой породы показан на рис. 25. Каждому виду работ соответствует свой копир или шаблон, так для гравирования в углублении необходимо иметь углубленный шаблон или копир, а для выпуклого гравирования — выпуклый шаблон. Иногда углубленные шаблоны могут быть использованы для выполнения выпуклых моделей, когда на пантографе делают лишь контуры формы. Остаточный лишний материал удаляется без применения шаблона путем свободного ведения пантографа от руки или вращения рукоятки рабочего стола пантографа.

При выборе материала для копиров большую роль играет требуемая точность гравирования детали. Гладкая штамповочная матрица несложной конфигурации может быть отгравирована с копира, изготовленного из органического стекла или из дерева твердой породы, даже если она содержит и некоторые резко выступающие части. Для более сложных граверных работ применяют копии также из металла, например из латуни марки ЛС59 и т. п.

Подбор материала также зависит от числа гравированных деталей. Например, если требуется отгравировать 200—300 деталей, то для изготовления копира с успехом может служить органическое стекло и эбонит. При гравировании крупных партий деталей применяют материалы с большей твердостью, чем органическое стекло, например латунь марки ЛС59. В тех случаях, когда шаблоны предназначаются для длительного использования в работе (массовое производство продукции), целесообразно применять стальные шаблоны. Вместе с тем необходимо помнить, что износоустойчивость объемных моделей, копиров и шаблонов зависит

не только от прочности материалов, из которых они изготовлены, но и от качества заправки и доводки рабочей поверхности упывающего пальца.

Выбрав нужный материал под копир, отрезают заготовку определенного размера с учетом наиболее выгодного масштаба предполагаемой настройки плеч пантографа, затем приступают к расчету и разметке копира. Чтобы определить масштаб копирования, необходимо учесть размеры подлежащей гравированию детали и требуемую точность ее изготовления. Если требуется, например, изготовить копир без особой точности, то его делают в масштабе 1 : 2. При этом все размеры, указанные в чертеже гравированной детали, увеличивают вдвое. Затем переносятся увеличенные в два раза тексты, буквы, цифры, и другие обозначения на копир. Для копиров, которые надлежит изготовить в других масштабах, соответственно и с другой настройкой плеч пантографа (не 1 : 2, а 1 : 3 или 1 : 4), и расчет, естественно, ведется согласно этим данным.

Надо, например, изготовить копир в масштабе 1 : 3. Следовательно, если на чертеже детали длина текста равна 60 мм, а высота букв 4 мм, то на копире для такой детали длина текста должна быть втрое больше, т. е. $60 \times 3 = 180$ мм, а высота букв $4 \times 3 = 12$ мм. Расчет размеров модели, копира или шаблона и последующую разметку на них необходимо вести чрезвычайно внимательно. Лишь после тщательной проверки всех данных приступают к изготовлению и гравированию копира по произведенной разметке. Следует помнить, что незначительная ошибка во время разметки повлечет за собой неправильное изготовление копира, вследствие чего понизятся его эксплуатационные данные или будет забракован весь копир. Дефектные копии иногда могут быть использованы при гравировании некоторых частей изделия, но производительность и качество процесса гравирования будут значительно снижены.

Копиры, изготовленные в масштабе 1 : 3, являются копиями *средней* точности, в масштабе 1 : 4 и выше — копиями *высокой* точности. Последние копии рационально применять, когда требуется произвести гравирование на деталях с более точным расположением текста и с различными обозначениями малого размера. Таким образом, чем выше масштаб копирования, тем точнее изготавливаются копии и соответственно детали.

Разметка копиров ведется с помощью штангенциркуля с хорошо заправленными ножками. Это особенно важно при изготовлении точных или особо точных копиров, когда требуется гравировать детали, содержащие в себе такие элементы, как дуговые, круговые и продольные шкалы с толщиной рисок от 0,3 до 0,05 мм. После расчета и разметки копира производят гравировку на пантографе или в редких случаях вручную. Прежде чем приступить к гравированию деталей с вновь изготовленного копира, его необходимо тщательно проверить, в особенности если гравированию

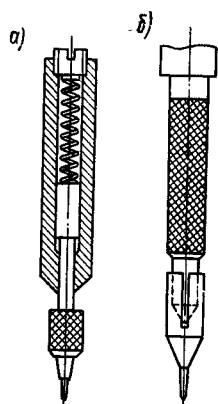


Рис. 26. Плавающий карандаш (а) и чертилка (б) для копировального пальца

подлежат дорогостоящие трудоемкие детали, брак которых недопустим.

Точная проверка нового копира ведется нижеследующим образом. Плечи пантографа настраивают согласно масштабу изготовленного копира, который закрепляют на копирном столе пантографа в нужном месте. Затем на столе пантографа устанавливают подлежащую гравированию предварительно размеченную заготовку и производят настройку стола относительно копира. Делается это путем соответствующих передвижений рабочего стола и стола, где закреплен копир, методом сопряжений ошупывающего пальца с определенными точками на копире и резца-фрезы с этими же точками на закрепленной на рабочем столе размеченной заготовке детали. Если все сопрягаемые точки совпадают, то копир можно считать изготовленным правильно и пригодным к работе.

Для ускорения и удобства проверки качества копира с успехом применяют проверочный плавающий карандаш (рис. 26, а), который после настройки пантографа закрепляют в канге шпинделя вместо резца. Затем по копиру производят движения ошупывающим пальцем, как это делается во время обычного гравирования, предварительно опустив рычаг шпинделя так, чтобы грифель карандаша касался поверхности детали и рисовал изображение будущей гравировки. Такой метод проверки копиров позволяет определить дефекты его изготовления без малейшего риска повреждения (при настройке пантографа) сложной дорогостоящей детали. Кроме того, работу можно начинать с разметки первой детали, при этом, если какой-либо размер в чертеже неверен, то во время разметки на детали этот дефект обязательно выявится, что и будет по сути дела механическим контролем чертежа.

Иногда рисунок копира можно вычертить на заготовке по точно размеченной детали, для чего его закрепляют на рабочем столе пантографа, предварительно настроив передаточное отношение его плеч на необходимый масштаб. На столе устанавливают и закрепляют заготовку для будущего копира, а на рабочий конец ошупывающего пальца насаживают разрезную втулку с вмонтированной в нее острой каленой чертилкой (рис. 26, б). Путем сопряжения резца с определенными точками размеченного на детали текста ошупывающим пальцем с чертилкой производят аналогичные отметки на заготовке будущего копира. Такими приемами одновременно рассчитывают и размечают весь текст копира строчку за строчкой, и требуемый рисунок получается автоматическими движениями плеч пантографа. Затем по

полученным отметкам гравируют нужные тексты на этом же пантографе с помощью обычных наборных шаблонов, предварительно переустановив заготовку копира на рабочий стол пантографа.

Преимущества изложенного метода заключаются в том, что рабочее время экономится за счет упрощения расчетов чертежных размеров, а также устранения разметки штангенциркулем, как это делается обычно.

Наиболее широко применяемые копиры для плоскостных граверных работ изготавливают различными способами. Для копиров, имеющих текстовые обозначения, как правило, используют буквенные и цифровые наборные шаблоны. Размеченную для копира заготовку устанавливают с последующим закреплением на рабочем столе пантографа и отгравировывают весь небольшой текст. Если какой-либо копир кроме слов и цифровых знаков имеет специальный рисунок, диаграммы или схему, то такую гравировку нередко производят вручную. Во всех других вариантах изготовления копиров используют одни и те же приемы и способы, применяемые в различных комбинациях.

В готовых копиях независимо от того, из какого материала они сделаны, места гравировки, т. е. буквы и цифры, должны быть смазаны машинным маслом. Делается это для того, чтобы одновременно повысить износостойчивость копира и увеличить маневренность пантографа, необходимую для повышения производительности труда. Нормально заправленная рабочая часть ошупывающего пальца будет легко и плавно скользить по смазанным впадинам выгравированных букв в копире и тем самым увеличивать скорость движения пальца.

15. Шаблоны

Для рационального использования станка-пантографа его необходимо снабдить наборными буквенными, цифровыми и другими шаблонами. При оснащении граверного участка число комплектов цифр и букв алфавитов определяется числом эксплуатируемых станков и, естественно, обслуживающего их персонала. При пользовании одним пантографом достаточно иметь два-три комплекта цифр и букв с высотой 14 мм, два-три комплекта цифр и букв с высотой 10 мм, а также два комплекта математических знаков.

Для граверного участка с большим числом пантографов (четыре-пять и более) изготавливают соответственно и большее число букв, цифр и знаков. Нормальный набор сменных шаблонов для такого участка должен состоять из русских, латинских и греческих букв, а также из арабских и римских цифр и различных знаков математических действий. Необходимое число букв, цифр и знаков должно быть не меньшим, чем указано в табл. 3.

Способы и приемы получения наборных шаблонов могут быть различными, но независимо от этого их изготовление начинают

Таблица 3

Размеры и число наборных шаблонов для граверного участка

Цифры				Буквы			
Наименование	Размер шрифта, мм	Число комплектов	Число цифр (всего)	Наименование	Размер шрифта, мм	Число комплектов	Число знаков (всего)
Арабские	20	2	20	Русские	20	2	62
»	14	5	50	»	14	5	155
»	10	5	50	»	10	5	155
Арабские зеркальные	14	2	20	Русские зеркальные	14	2	62
Римские	14	2	20	Латинские	14	2	52
»	10	2	20	Греческие	14	1	29
Математические знаки	14	2	25				
То же	10	2	25				

с ручного гравирования, посредством которого наборные шаблоны могут также быть полностью отгравированы вручную (включая изготовление заготовок, разметку и гравирование). При механическом изготовлении шаблонов с помощью пантографа также не обойтись без ручного гравирования, применяемого для изготовления копиров. Иногда для тиснения буквенных или цифровых шаблонов применяют специальные стальные пуансоны. Материалы, употребляемые для производства наборных шаблонов способом штамповки, должны быть пластичными.

Если ощупывающий палец изготавливают из стали марки У8А с соответствующей термической обработкой, то для шаблонов лучшим материалом как при ручном, так и при механическом гравировании являются менее пластичные материалы и металлы типа латуни ЛС59.

Заготовки для буквенных и цифровых наборных шаблонов изготавливают фрезерованием из листовой латуни толщиной от 2 до 3 мм. Форму заготовок определяют пазы копирного стола пантографа, в которых набирают тот или иной текст. Стандартная ширина паза копирного стола пантографа (любой системы) определяет высоту заготовки будущего шаблона. Ширину заготовки для шаблона выбирают в зависимости от размера высоты предполагаемого знака на шаблоне и от формы самой буквы или цифры. Угол типа ласточкина хвоста у заготовки шаблона должен соответствовать углу паза копирного стола пантографа. Например, для изготовления цифровых шаблонов с размером шрифта 14 мм ширина заготовки должна быть 11,4 мм, а для шрифта размером 10 мм ширина заготовки должна быть 8,3 мм и т. д.

Наборные буквенные или цифровые шаблоны можно изготавливать полностью ручным способом. Для этого прежде всего про-

изводят тщательную разметку буквы или цифры и гравируют контур знака «в нутро». При этом форма штриха должна быть конусообразной, под углом 45—50° в любой точке пересечения штриха в поперечнике. Делая наборный шаблон ручным способом, необходимо в местах стыков и сопряжений линии контура букв сохранить заданный угол, глубину гравирования штриха и не допускать «ступенек» (переходы линий должны быть плавными). Если при ручном изготовлении наборных шаблонов не будет соблюдено это условие, то замедляется процесс гравирования и ухудшается качество. Кроме того, при плохо изготовленном шаблоне в местах стыка ощупывающий палец пантографа может застревать, соскакивать или вовсе вырываться за пределы шаблона, в результате чего возможен неисправимый брак, так как резец повторит движения пальца.

Гравирование наборных шаблонов необходимо выполнять точно по разметке так, чтобы после набора любого текста в пазе копирного стола пантографа все буквы на детали располагались строго по прямой линии.

Для удобства настройки в средней части шаблонов гравируют центровые точки.

Главной и самой важной подготовительной работой для изготовления наборных шаблонов механическим гравированием является изготовление для них копиров (моделей). Незаменимым материалом для этой цели служит органическое стекло, хорошо поддающееся как ручному, так и механическому гравированию. Затраты рабочего времени при изготовлении копиров из органического стекла снижаются почти в десять раз по сравнению со временем, необходимым для изготовления копира из латуни.

Приступая к изготовлению копиров, нарезают заготовки из органического стекла толщиной 3—4 мм и размером 60×400 мм в количестве 15—20 штук таким образом, чтобы не разрушить защитную бумагу, приклеенную к поверхности органического стекла заводом-изготовителем.

Затем заготовки складывают пакетом и фрезеруют на фрезерном станке все четыре стороны под углом 90°. Разметка ведется самым тщательным образом. Если на первой заготовке от нижнего края базы будет проведена линия по всей длине заготовки на расстоянии 10 мм, то это расстояние должно быть повторено с погрешностью $\pm 0,05$ мм на всех остальных заготовках. Иначе говоря, расстояние от базы, высота знака и все остальные исходные размеры должны быть абсолютно одинаковыми. Разметку всех необходимых букв, цифр и других знаков и гравирование по этой разметке следует производить строго по ГОСТ 3454—59, без произвольных отклонений. Следует помнить, что во время гравирования копиров с высокой точностью нужно внимательно следить за тем, чтобы не было даже самого незначительного отклонения от произведенной разметки.

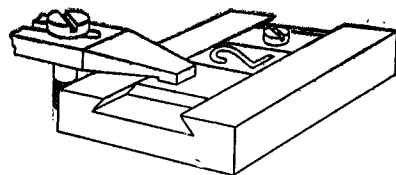


Рис. 27. Устройство для закрепления заготовок при гравировании наборных шаблонов

Когда копиры изготовлены и проверены, рабочие контуры букв, цифр и т. п. слегка смазывают машинным маслом для лучшего скольжения по ним ошупывающего пальца.

Необходимо знать также, что изготовление копиров для производства буквенных и цифровых наборных шаблонов ведется по наибольшему размеру, т. е. если требуется получить наборные шаблоны с высотой букв в 20 мм, то копир делается (при масштабе 1 : 2) высотой 40 мм. Все остальные размеры шаблонов, например 14 мм, 10 мм и др., при уменьшении могут быть изготовлены путем перестройки плеч пантографа.

Наборные шаблоны, как правило, изготовляют с одной установкой. Определив место для установки копира на копирном столе пантографа, его закрепляют. Чаше всего для этого используют один из пазов копирного стола пантографа, который одновременно является и базой для установки всей партии копиров. На рабочем столе пантографа устанавливают и закрепляют специальное устройство (рис. 27), обеспечивающее точное базирование заготовок в одном и том же положении для гравирования будущих наборных шаблонов. Звенья пантографа настраивают в масштабе 1 : 2 и окончательно выверяют параллельность установки копира на копирном столе и приспособления с заготовкой для шаблона на рабочем столе пантографа. Затем затачивают и заправляют резец-фрезу под углом 45—50°, чем и заканчивается настройка станка.

Во время гравирования первого шаблона определяют глубину резания, которую подбирают так, чтобы ширина штриха на поверхности шаблона была от 1,5 до 2 мм, после чего закрепляют копирный и рабочий столы. Таким образом, ширина и глубина штриха у наборного шаблона остается постоянной у всей изготавливаемой партии шаблонов, так как рычаг шпинделя с резцом-фрезой в опущенном рабочем положении настраивается до упора. Наборные шаблоны изготовляют из латуни марки ЛС59, однако, учитывая механические свойства этого металла (некоторую хрупкость), следует внимательно следить за состоянием резца-фрезы. Чем лучше заправлен режущий инструмент, тем чище будет получаться обрабатываемая поверхность. При замеченном дефекте штриха на шаблоне необходимо прекратить работу и немедленно заправить резец-фрезу, сохраняя при этом заданный угол заточки. При механическом гравировании на пантографе наиболее удобными для работы являются наборные шаблоны с высотой букв или цифр в 20, 14, 10 и 6 мм. Путем перестройки плеч пантографа можно получить буквы, цифры и знаки высотой от 15 до

Таблица 4

Высота цифр, мм	Масштаб копирования								
	1 : 1,5	1 : 2	1 : 2,5	1 : 3	1 : 4	1 : 5	1 : 6	1 : 8	1 : 10
20	15	10	8	6,7	5	4	3,3	2,5	2
14	9,3	7	5,6	4,7	3,5	2,8	2,33	1,75	1,4
10	6,67	5	4	3,33	2,5	2	1,66	1,25	1

1 мм и производить различные граверные работы с наборных шаблонов трех размеров (табл. 4).

Для удобства набора всевозможных буквенных и цифровых обозначений и сокращения затраты рабочего времени при нахождении нужных букв или знаков наборные шаблоны следует содержать в определенном порядке в специальном ящике-кассе. Ящик-касса для шаблонов состоит из нескольких рядов ячеек: в каждой ячейке находятся буквы, цифры и знаки. Буквы в ячейках хранятся в алфавитном порядке, а цифры — в последовательности от 0 до 9. Все ячейки замаркированы теми знаками, которые в них хранятся. Например, первая ячейка имеет марку А, следовательно, в этой ячейке должны храниться только шаблоны с буквой А, во второй ячейке с маркой Б находятся шаблоны с буквой Б и т. д. Дно ящика всех ячеек имеет овальную форму, что обеспечивает быстрый захват букв во время составления текстов. Для рационального использования ящика-касс гравер должен аккуратно им пользоваться, т. е. после окончания граверной работы буквы, цифры и знаки необходимо раскладывать по своим ячейкам. Только выполняя это обязательное условие, можно достигнуть значительной продуктивности в операции по составлению текстов из наборных шаблонов.

Для гравирования букв, цифр и знаков механическим путем на изделиях применяются специальные шрифтовые шаблоны. На рис. 28, а изображены цифровые наборные шаблоны, имеющие в плане вид прямоугольника. Для многозначного числа требуется каждый шаблон вставлять в паз копирного стола пантографа, начиная с последнего шаблона, а затем всю строчку закрепить между двумя зажимными упорами. При замене шаблона необходимо вывести из паза упор, а затем и все шаблоны, расположенные левее его. После этого все шаблоны вновь вдвигают на место, в паз стола. Такая операция очень длительная.

Для сокращения времени сборки шаблонов у них срезаны два противоположных по диагонали угла и закруглены по радиусу, равному половине ширины шаблона (рис. 28, б). Такие шаблоны с буквенными или цифровыми знаками легко и свободно можно вставлять в паз копирного стола пантографа или в универсальные приспособления. Шаблоны закладывают в паз сверху, затем их

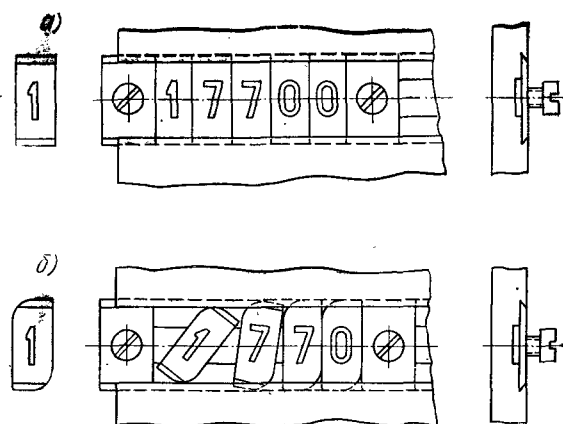


Рис. 28. Формы наборных шаблонов

слегка поворачивают, и они занимают нужное положение. При замене одного или нескольких шаблонов следует отвести один из упоров на ширину одного знака, развернуть шаблон и изъять его.

16. Настройка пантографов

Настройка пантографа для гравирования с копира. Перед настройкой пантографа необходимо выявить целесообразность применения копира. Решающее значение в данном случае имеет число подлежащих гравированию деталей. В мелкосерийном производстве учитывается также трудоемкость гравирования этих деталей. Например, для сложных с точки зрения гравёрной работы деталей числом не менее 3—5 шт. применение копира будет рациональным. Для детали в единственном экземпляре с особо сложной гравировкой изготовление копира не имеет смысла, так как за время, затраченное на изготовление копира, можно было бы отгравировать требующуюся деталь. В опытном производстве, где гравёрные работы весьма различны и в течение рабочего дня может быть несколько перестроек пантографа, целесообразно применение буквенных, цифровых наборных шаблонов, имеющих при станке. Если требуется отгравировать 50 деталей, то, исходя из наиболее выгодного масштаба гравирования, необходимо изготовить специальный копир. Так, если копир сделан в масштабе 1 : 2, то плечи пантографа настраивают в таком же масштабе путем сопряжения рисков-марок на ползушках с рисками на трех звеньях пантографа. Затем готовый копир устанавливают на копирном столе пантографа с таким расчетом, чтобы ощупывающий палец при движении охватил всю рабочую площадь копира и закрепляют его в этом положении. Копир смазывают машинным маслом.

На рабочем столе пантографа устанавливают первую размеченную деталь, рисунок которой сопрягается с соответствующими положениями резца на детали и ощупывающего пальца на копира. После выверки параллельности детали относительно копира и закрепления ее с помощью прижимных планок копирный и рабочий столы зажимаются стопорными винтами в горизонтальном положении. После чего на двух сторонах детали, принятых за базу, устанавливают и закрепляют специальные упоры, обеспечивающие базировку всех последующих деталей в одном и том же положении.

Вертикальным перемещением копирного стола пантографа устанавливают расстояние между ощупывающим пальцем и копиром, позволяющее рабочему концу пальца опуститься ниже рабочей поверхности копира на 2—3 мм. Делается это для полного соприкосновения рабочего конца пальца с поверхностью копира, что исключает возможность выскакивания его из букв копира. Копирный стол зажимается стопорным винтом в вертикальном положении. В зависимости от ширины и глубины риски на гравированной детали в каждом конкретном случае соответствующим образом затачивают резец-фрезу. Закреплением резца-фрезы в цанге шпинделя с одновременным определением глубины гравирования и заканчивается настройка пантографа, после чего можно приступить непосредственно к гравированию деталей, установленных на рабочем столе.

Настройка пантографа для гравирования с наборных шаблонов. Гравирование с применением буквенных и цифровых наборов (наборных шаблонов) и настройка пантографа при этом несколько отличаются от настройки пантографа при гравировании с копира. Настройка пантографа для гравирования с наборных шаблонов ведется медленнее, чем при использовании копира. Это объясняется тем, что составление текста (набор нужных букв и цифр из наборных шаблонов) и закрепление его в определенном порядке в пазах копирного стола требует дополнительной затраты времени. Не следует забывать, что изготовление копира также занимает время. Однако как копии, так и наборные шаблоны могут быть эффективно использованы в работе при правильном и рациональном их применении.

Если гравированная деталь по особенностям расположения знаков может быть отгравирована по наборным шаблонам с одной установки пантографа, то при больших партиях деталей достигается требуемая производительность труда. При гравировании детали (или двух) с наборных шаблонов (что нередко в опытном производстве) копирный и рабочий столы не закрепляют. Если гравировается большое число деталей, копирный и рабочий столы рекомендуется заблокировать (закрепить в определенном положении).

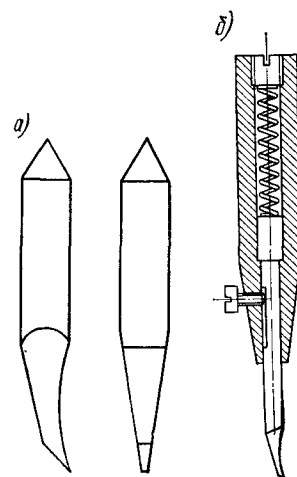
Настройку станка-пантографа начинают с определения (для каждой детали в отдельности) масштаба гравирования. Наиболее

предпочтительными являются масштабы 1 : 2 или 1 : 1,5. Настроив пантограф, размечают деталь, устанавливают и закрепляют ее на рабочем столе пантографа. Затем на копирном столе укладывают и закрепляют текст и производят точную установку сопряжения резца-фрезы с определенными точками предварительно размеченного текста на детали. Проверяют точность совпадения положений ошупывающего пальца с аналогичными точками в тексте наборных шаблонов, закрепленных в пазах стола.

17. Примеры применения пантографа

Нанесение деления вращением резца-фрезы на станке с пантографом позволяет получить ширину рисок шкал до 0,2 мм. Такая ширина риски может быть достигнута при условии высокой точности изготовления резца-фрезы. Он должен обладать правильной геометрической формой и не иметь осевого боя более 0,02 мм. Заточка резца-фрезы для нанесения тонких рисок является трудоемкой операцией, не всегда обеспечивающей его надлежащую износоустойчивость. Однако часто возникает необходимость в нанесении рисок, ширина которых не должна превышать 0,05 и даже 0,03 мм.

Нанесение рисок шириной 0,03—0,05 мм. Нанесение рисок шириной 0,03—0,05 мм на пантографах строганием начинают с изготовления специальных резцов, имеющих боковые и задние затылованные грани. Такие резцы делают двух видов. У первого из них (рис. 29, а) рабочую часть заправляют, а диаметр цилиндрического хвостовика делают соответствующим внутреннему диаметру цанги пантографа. Резец такой конструкции применяется для жесткого строгания, когда заготовка имеет абсолютно гладкую и геометрически правильно обработанную поверхность.



Второй резец (рис. 29, б) состоит из цилиндрической втулки и самого резца, рабочая часть которого имеет затылованные боковые и заднюю грани. Хвостовик резца имеет лыску и движется во втулке по скользящей посадке. На затылок хвостовика резца действует спиральная пружина, обеспечивающая равномерное давление его режущей кромки на поверхность обрабатываемой заготовки. Резец такой конструкции называется плавающим:

Рис. 29. Резцы для строгания на станке с пантографом

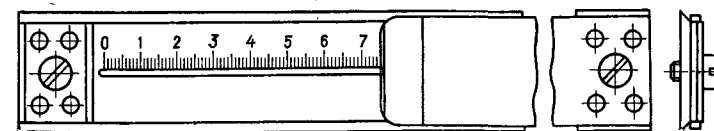


Рис. 30. Универсальное копирное устройство для нанесения прямых линейных штрихов

в процессе строгания риск он может перемещаться во втулке, что компенсирует возможные неровности на поверхности заготовки.

На копирном столе пантографа устанавливают и закрепляют универсальное устройство, обеспечивающее ошупывающему пальцу необходимое прямолинейное возвратно-поступательное движение на любую длину (рис. 30). В зависимости от вида работ в шпинделе станка с пантографом закрепляют один из описанных выше резцов. Затем шпиндель станка фиксируется, что устраняет во время работы случайные повороты его.

Сам процесс нанесения рисок ведется строганием без вращения шпинделя и заключается в том, что рычаг шпинделя станка с закрепленным в его цанге резцом устанавливают на обрабатываемой поверхности заготовки с учетом глубины и ширины требуемой риски, а ошупывающий палец совершает прямолинейное возвратно-поступательное движение. Двигая его вправо при опущенном шпинделе, производят рабочий ход резца, во время которого строгается первая риска шкалы. Затем резец поднимают шпиндельным рычагом в верхнее нерабочее положение, а ошупывающий палец холостым ходом перемещается влево. При этом одновременно поворачивают деталь на следующий нужный угол (согласно заданной цене деления по чертежу), опускают резец в рабочее положение, т. е. к поверхности детали, и теми же приемами наносят следующее деление. Так, деление за делением получают риски на поверхности всей шкалы.

Когда работа по гравированию рисок закончена, приступают к гравированию цифр. Для этого в цангу шпинделя станка вставляют обычный резец-фрезу, применяемый для гравирования вращением.

Применение пантографа позволяет всю указанную работу сделать за одну установку. При этом износоустойчивость резца при строгании настолько высока, что не требуется перезаправки до полного окончания работы. Это обстоятельство особенно важно в случае изготовления высокоточной шкалы, например, с погрешностью $\pm 0,05$ мм.

Цековка зубьев зубчатых колес. Как и сквозное фрезерование тяг, цековка зубьев зубчатых колес не имеет прямого отношения к механическому или ручному гравированию. Однако этот вид

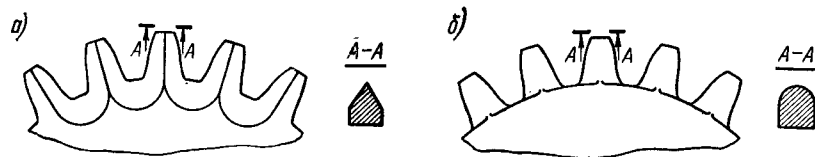


Рис. 31. Цековка зуба шестерни

работы наглядно выявляет широкие возможности гравировального оборудования. При умелом и рациональном его использовании достигается значительная экономия рабочих площадей и средств, идущих на закупку дорогостоящего специального цековочного станка.

В различных механизмах и приборах часто применяются зацепления, состоящие из цилиндрических зубчатых колес. Для того чтобы зубья сцепляемых пар не столкнулись между собой плоским торцом, его у профиля зуба заостряют, снимают глубокую фаску, т. е. делают цековку, благодаря которой зацепление при переключении зубчатых колес происходит плавно, без ударов и толчков. В случае конусной цековки зубчатых колес (рис. 31, а) производят снятие фасок вдоль боковых сторон каждого зуба; в случае круглой цековки (рис. 31, б) каждый зуб с торца закругляется. Это обстоятельство и создает возможность плавного зацепления зубчатых колес между собой при их торцевом сближении.

Цековку зубчатого колеса можно производить вручную напильником, при этом деталь зажимается в тисках. Такая операция непроизводительна, а также не обеспечивает надлежащего качества. Для получения более качественной цековки иногда эту работу передают граверу, который выполняет ее также вручную при помощи граверного режущего инструмента — штихеля. При этом стоимость цековки зубьев высокая, а сам процесс работы — непроизводительный. Кроме того, цековать можно на цековочных станках специальной дисковой фрезой. Но при цековке оправка, на которую насаживается зубчатое колесо, ограничивает движение фрезы, вследствие чего на нем остается торцевая площадка (рис. 32), которая при сближении сцепляющихся пар затрудняет скольжение одного зуба по другому. То же самое получается при цековке зубчатых колес на фрезерных станках при помощи дисковых фрез.

Зубчатые колеса диаметром от 5 до 50 мм цекуют на станке с пантографом при помощи стандартной делительной головки, резца-фрезы и шаблона. Для этого оправка вместе с зажатой в ней обрабатываемой деталью закрепляется в делительной го-

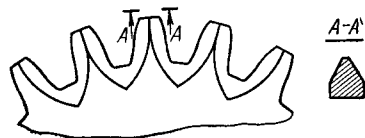


Рис. 32. Цековка зуба шестерни с площадками

ловке, которая, в свою очередь, установлена на рабочем столе станка.

При конусной цековке зубчатое колесо находится в горизонтальном положении относительно рабочего стола. Резец-фреза при цековке кроме вращательного имеет возвратно-поступательное прямолинейное движение, врезаясь при этом во впадину между каждыми двумя зубьями колеса. Палец, производящий аналогичные движения в универсальном приспособлении, установленном на копирном столе, сообщает прямолинейное движение резцу-фрезе. После выемки металла между первыми двумя зубьями колеса шпиндель делительной головки поворачивают на соответствующий угол. При этом угол поворота зубчатого колеса зависит от числа зубьев и в каждом отдельном случае легко подсчитывается делением 360° на число зубьев.

Когда необходимо цековать зубчатые колеса с удлиненным хвостовиком (от 2 мм и более), работа ведется теми же приемами, только установка их на оправке осуществляется под углом 60° . Такая установка позволяет нормально выбрать металл между каждыми двумя зубьями.

При конусной цековке, выполненной на станке-пантографе, зубья по торцу заканчиваются острой кромкой, что способствует надежному зацеплению пары при любом угловом положении зубьев относительно друг друга. Если требуется произвести цековку зубьев с закруглением (при сцепляющихся парах с большими модулями), зубчатое колесо устанавливают на делительной головке вертикально по отношению к рабочему столу станка. Тем же вращающимся резцом-фрезой, применяя дуговой копир нужной кривизны, установленный на копирном столе станка с пантографом, производят закругленное цекование. Зубчатое колесо при этом неподвижно.

Производительность станков-пантографов при цековке зубчатых колес различных диаметров и модулей не уступает производительности специальных станков, предназначенных для этих целей. В то же время качество цековки на станке с пантографом значительно выше, чем на указанных специальных станках.

Метод цековки зубчатых колес на станке с пантографом устраняет необходимость затраты средств на приобретение цековочных станков, а также на затрату полезной рабочей площади для их установки. Применение приведенного метода цековки на станке с пантографом особенно целесообразно для зубчатых колес малого диаметра, так как в этом случае цековочные станки вообще не могут быть использованы.

Сквозное фрезерование тяг, трафаретов и других деталей с узким пазом. Станок с пантографом может быть применен для сквозного фрезерования при изготовлении всевозможных тяг с разной формой кривизны, а также с различной длиной и шириной рабочего паза. Особенно рационально он может быть использован при сквозном фрезеровании в условиях опытного производства.

При отладке приборов возникает необходимость изменять геометрическую форму тяг по наружному контуру ее рабочего паза. Обычно тяги делают на дорогостоящих вырубных штампах, применение которых экономично оправдывает себя только в массовом производстве. Изготовление тяг также может быть осуществлено предварительной разметкой, сверлением по краям паза и выпиливанием напильниками. Такой способ является малопроизводительным и требует дополнительной операции — рихтовки.

Сам процесс сквозного фрезерования заключается в следующем. Тягу размечают и закрепляют в параллельных тисках, установленных на рабочем столе станка. Чтобы тяга не падала во время закрепления в тисках и для предохранения резца-фрезы от преждевременного износа и поломки, в момент работы под нее подставляют планку нужной высоты из какого-либо мягкого материала, чаще всего из оргстекла. Глубину гравирования настраивают так, чтобы в опущенном рабочем положении резец-фреза прорезал тягу на всю ее толщину. Затем тягу поворачивают обратной стороной, т. е. пазом вниз, зажимают и вторично фрезеруют паз. Делается это для зачистки заусенцев, которые при двусторонней обработке паза совершенно исчезают.

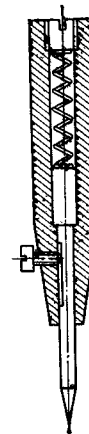
Гравировать прямые пазы следует в универсальном приспособлении, инструмент в котором совершает возвратно-поступательное движение. Если же требуется изготовить у тяги рабочий паз дугообразной или какой-либо другой сложной формы, то для этого изготавливают специальный копир с нужной кривизной. Все другие приемы гравирования остаются неизменными.

Трафареты различных размеров делают как при помощи обычных наборных шаблонов, так и с применением для этого специальных копиров. При этом размеры букв и цифр трафаретов, получаемых методом сквозного гравирования, не имеют значения, они могут быть от 5 до 50 мм. Изготовление трафаретов способом сквозного гравирования ведется, как и для тяг. При производстве трафаретов большого размера с высотой знака порядка 40—50 мм применяют специальные контурные копиры из органического стекла (рис. 33). Трафареты, выполненные методом сквозного



Рис. 33. Контурный копир

Рис. 34. Плавающий резец для негативов



фрезерования, не подвергаются механическому напряжению, в силу чего не требуют рихтовки.

Снятие эмульсии и антикислотного слоя. Иногда на станке с пантографом приходится производить граверные работы на покрытиях, нанося на них выноски с цифрами, порядковые номера, штрихи шкалы и многое другое. Затем контактным печатанием непосредственно со стеклянных или пленочных негативов получают необходимое число копий.

Для нанесения знаков необходимо прорезать эмульсионный слой на обрабатываемом негативе, в результате чего должны просматриваться на просвет знаки. Обрабатываемый негатив устанавливают на рабочем столе станка с пантографом так, чтобы с нижней стороны, т. е. под негативом, можно было бы разместить электрическую лампу для лучшего просматривания. В цанге шпинделя станка зажимают специальный конусный плавающий резец (рис. 34), который рекомендуется зафиксировать.

Остальная работа по нанесению цифровых, буквенных и различных других знаков на негативах ведется теми же способами, что и при нормальном механическом гравировании. Как и при любой граверной работе на копирном столе станка-пантографа устанавливают цифровые, буквенные или другие наборные шаблоны и, производя соответствующие движения ошупывающим пальцем по выемкам последних, передают аналогичные движения плавающему резцу, наносящему знаки на поверхность негатива снятием слоя покрытия.

Обычно выноски и цифры выполняют копировщицы непосредственно на фотоснимках вручную тушью с помощью рейсфедера. Такой способ является недостаточно качественным и требует большой затраты рабочего времени. Копировщица обрабатывает за один рабочий день 50 фотоснимков, на которых необходимо в среднем нанести десять выносок и цифр.

На рис. 35 показан общий вид прибора для нанесения выносок и цифр на негативах. Прибор состоит из корпуса 1, внутренняя поверхность которого окрашена в белый цвет. Верх корпуса изготовлен из органического стекла с четырьмя прижимами для закрепления негативов. Корпус 1 снабжен направляющим продольным пазом для перемещения и последующего закрепления в любой точке планки 2. По всей длине планка имеет форму типа ласточкина хвоста, вдоль которого, в свою очередь, можно передвигать и закреплять в любом месте кронштейны 3 с главной осью качения 4 четырехзвенника пантографа 5. Взаимно перпендикулярной системой движения кронштейна 3, а вместе с ним и всего пантографа с резцом 6 обеспечивается значительная площадь

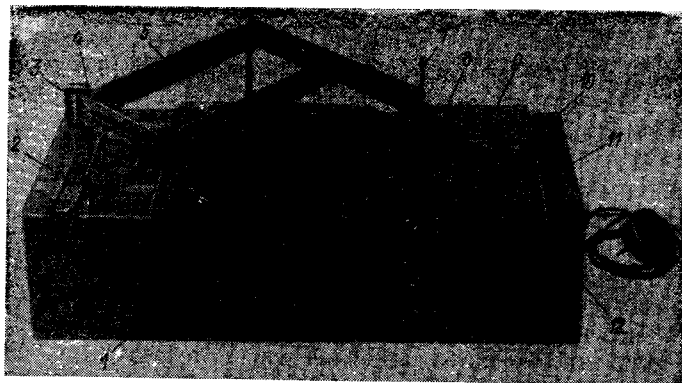


Рис. 35. Прибор для наисення выносок на негативах

обработки негатива при весьма небольших габаритных размерах самого прибора. Ведущий палец пантографа 7 с набором цифр или других знаков устанавливается на планке 8 или на поворотном копирном узле 12, служащем для нанесения выносок на негативах. Поворотный узел 12 может быть установлен под любым углом и зафиксирован в этом положении стопорным винтом. Копирный стол 9 имеет возвратно-поступательное движение и также может быть зафиксирован в нужном месте с помощью винта и гайки 10 на основании 11. При этом наборная планка 8, установленная в крайнем положении в направлении негатива, перекрывает его на одну треть.

Во время работы прибора включают в сеть подсветку и на прозрачной поверхности устанавливают и закрепляют негатив. Затем в наборную планку 8 (она находится в одном из крайних положений) вставляют поворотный узел 12 и закрепляют его копирный элемент под необходимым углом. Нанесение выносок следует осуществлять по порядку. Например, сначала обрабатывают негатив сверху донизу с крайней левой стороны. Резец 6, заправленный для работы строганием, опускают вплотную к негативу в нужную точку; режущую кромку направляют в сторону резания. Затем ошупывающий палец вставляют в рабочую канавку поворотного узла 12. Известными приемами наносят выноски. По окончании обработки края негатива кронштейна 3 (а вместе с ним всю систему четырехзвенника) и поворотный узел 12 перезакрепляют в среднее положение прибора для обработки средней части негатива и т. д. Цифры на негативе наносятся теми же приемами, что и выноски, но для этого требуется из планки 8 изъять поворотный узел 12. Вместо него в нужных местах закрепляют те или другие цифровые шаблоны и затем в том же порядке и теми же приемами, что и выноски, конусным резцом наносят цифры.

Высокая маневренность кронштейна 3, четырехзвенника 5 с резцом 6, копирного стола 9 и узла 12 позволяют быстро и с высоким качеством производить работы по нанесению выносок и цифр непосредственно на негативах. При этом затрата рабочего времени на обработку одного негатива не превышает 30—40 мин. Фотоснимки с готовыми выносками и цифрами можно получать в любых количествах. Необходимость участия в работе копировщиц отпадает полностью. Производительность труда при высоком качестве производимой работы возрастает в 48 раз. Прибор недорог в изготовлении, прост в эксплуатации.

Кроме рассмотренного станка с пантографом для гравирования по эмульсионному слою негативов на нем производят работы и по антикислотному слою деталей, подлежащих травлению. Для этой работы не требуется подсветки, как для негативов, а вместо наборных шаблонов в данном случае применяются специальные стальные копии, изготавливаемые инструментальным цехом для каждой детали в отдельности. Форма этих копиров зависит от подлежащих травлению деталей.





Рис. 35. Прибор для нанесения выносок на негативах

18. Оснастка
для копирного стола

Прижим для крепления копиров. Очень важно правильно и надежно закрепить копир на столе пантографа. Обычно для этой цели применяют прижимные планки с одним (рис. 36, а) или двумя винтами (рис. 36, б). Копиры имеют различную толщину (от 2 до 20 мм), поэтому для их крепления на столе пантографа между губкой прижима или его винтом помещают планки, что усложняет процесс крепления копира. Для устранения этого недостатка можно использовать универсальные прижимы (рис. 36, в), обеспечивающие надежное и быстрое крепление копира любой толщины на столе станка. Прижим состоит из губки 1, стопорного винта 2, фиксирующего винта 3, специальной гайки 4 и планки 5.

Работа прижима происходит следующим образом: после введения планки 5 в паз копирного стола пантографа губку прижима устанавливают на плоскость закрепляемого копира так, чтобы ее прямолинейный участок был параллелен плоскости копира. Затем ввертывают стопорный винт 2 до соприкосновения с плоскостью копирного стола, а вращением гайки 4 производят закрепление копира.

Съемный стол. При гравировании текста на изделии нередко возникает необходимость изменять расстояние между строками. Обычно это осуществляется при помощи специального копира с заранее выгравированным на нем текстом, который затем переносят на изделие. Такой способ неудобен тем, что для каждого случая требуется изготовлять специальный копир, на что расходуется

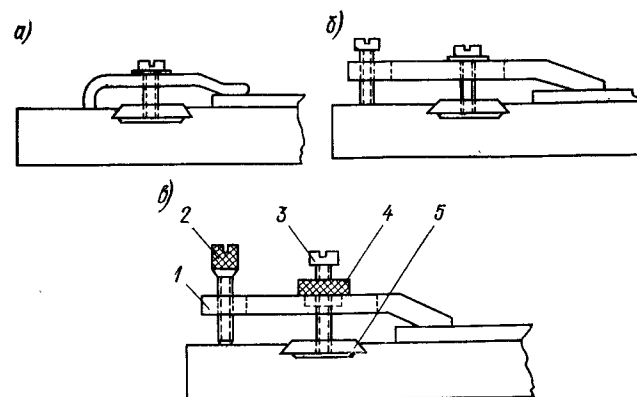


Рис. 36. Прижимы для крепления копиров

много времени и средств. При отсутствии копиров расстояние между строками можно изменять поперечным перемещением рабочего стола пантографа на соответствующую величину. Этот способ гравирования очень непроизводителен: при пользовании им затрачивается время на сдвиг и соответствующую установку стола станка-пантографа. При пооперационном гравировании приходится по несколько раз устанавливать и снимать гравиремые изделия, поэтому сам процесс гравирования удлиняется. Кроме того, частое поперечное перемещение рабочего стола пантографа вызывает преждевременный износ ходовых винтов.

Универсальный съемный стол с различными межстрочными расстояниями не имеет указанных выше недостатков. После его установки и закрепления в любом положении на копирном столе пантографа можно производить набор шрифтов (из буквенных и цифровых наборных шаблонов) с любым расстоянием между строками в пределах поперечного размера универсального стола. При выполнении работ с применением универсального стола отпадает необходимость в изготовлении на каждый случай специального шаблона-копира и в перемещении однажды установленного рабочего стола пантографа, а набор шрифтов и изменение расстояния между строками производится очень быстро.

Универсальный съемный стол к пантографу (рис. 37, а) состоит из основания 1 размером 250 × 350 мм, к нижней стороне которого прикреплен установочная планка 2 с поперечным сечением в виде трапеции. Основание 1 вдвигается планкой 2 в паз копирного стола пантографа и тремя винтами 3 закрепляется на столе. На верхней стороне основания смонтированы четыре планки 4, передвигающиеся по направляющим 10 и 11. С верхней стороны планки 4 имеют выемки в форме ласточкина хвоста, в которые вставляются буквы, цифры или знаки из наборных шаблонов. С обоих концов набранного текста на планках 4 устанавливаются

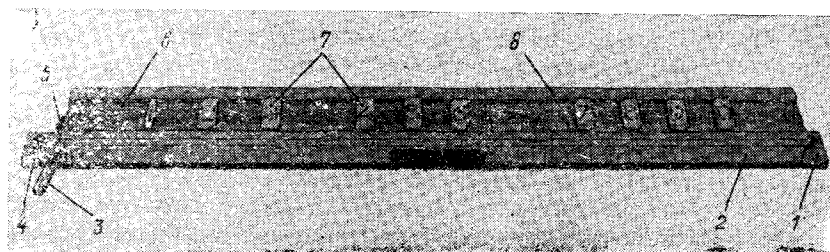
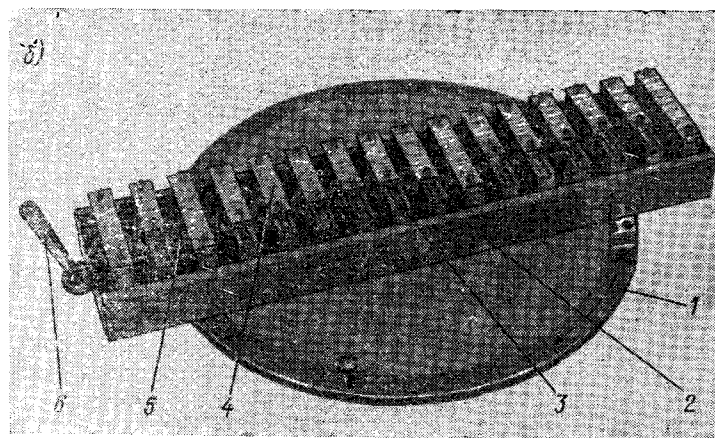
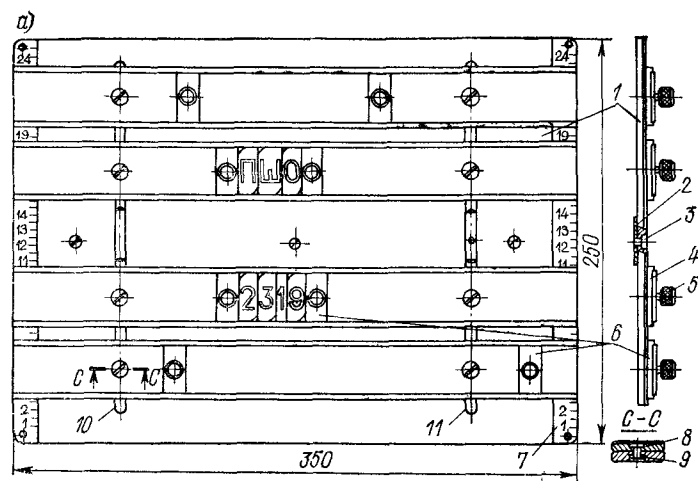


Рис. 37. Универсальный съемный стол с регулируемым межстрочным расстоянием (а) и приспособления для гравирования вертикальных надписей (б) и закрепления наборных шаблонов (в)

зажимы-ползуны 6, фиксирующие текст в нужном положении; они закрепляются винтами 5. Пользуясь шкалой 7, можно установить планки 4 с набором текста на желательном межстрочном расстоянии друг от друга и закрепить их в этом положении винтами 8 с гайками 9.

Таким образом, универсальный съемный стол позволяет без съема его со стола пантографа устанавливать строчки текста на желательном расстоянии друг от друга, а сам текст — в любом положении в пределах длины планок 4, для чего достаточно отвернуть винты, поставить планки и текст согласно заданным расстояниям, а затем закрепить их. В процессе гравирования нередко возникает необходимость в ступенчатом нанесении знаков, смещенных на половину высоты. Для обеспечения возможности такой гравировки конструкция съемного стола в данном случае предусматривает ее выполнение. С этой целью верхние «плавающие» планки 4 разрезаны на две равные части, что позволяет одну из половин последней сдвигать вверх или вниз при необходимости. Универсальный съемный стол с различным межстрочным расстоянием весьма прост по конструкции и может быть изготовлен любым предприятием.

Применение универсального стола позволило значительно повысить производительность труда. Например, гравирование надписи на детали с неодинаковым расстоянием между строками велось в две операции; норма времени на обработку каждой детали составляла 18 мин. С применением универсального съемного стола появилась возможность гравировать деталь за одну операцию и затрачивать на это 12 мин. Таким образом, производительность труда увеличилась на 33%.

Разновидностью универсального стола является приспособление для гравирования вертикальных надписей (рис. 37, б). Оно состоит из основания 1, на котором подвижно закреплена панель 2, имеющая возможность поворота вокруг оси. В панели установлены на направляющих каретки 3 с шаблонами 4. Каретки закреплены на раздвижном механизме 5 для регулирования межстрочного расстояния.

Стол для гравирования планкой вдвигается в паз копирующего стола и закрепляется винтами. В каретки 3 вставляются шаблоны 4, а с помощью раздвижного механизма 5 устанавливается межстрочное расстояние. При повороте ручки 6 эксцентриковый вал и прижимная призма закрепляют шаблоны 4 в рабочем положении. При необходимости панель 2 поворачивают вокруг оси 3 на нужный угол.

Применение раздвижного механизма дает возможность регулировать высоту строк в широких пределах, позволяет отказаться от изготовления специальных копиров, что дает экономию сырья и времени гравирования. Исключена необходимость специальной разметки межстрочного расстояния при гравировании надписей на детали.

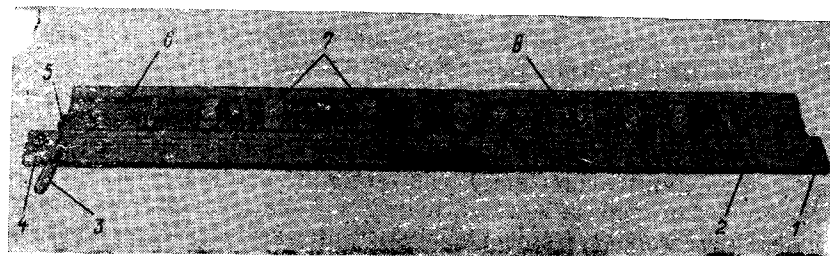
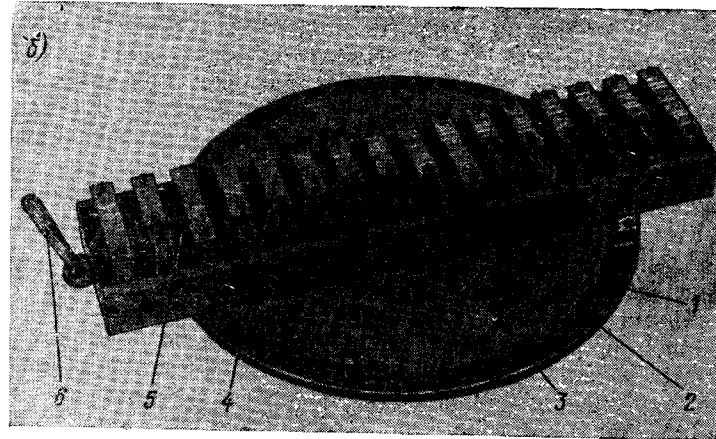
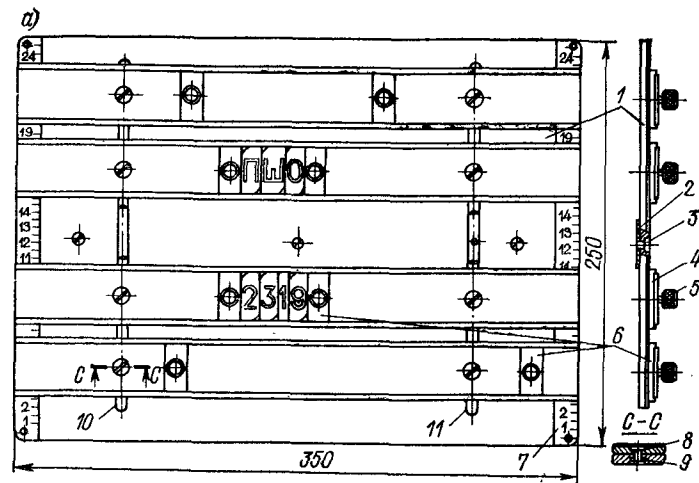


Рис. 37. Универсальный съемный стол с регулируемым межстрочным расстоянием (а) и приспособления для гравирования вертикальных надписей (б) и закрепления наборных шаблонов (в)

зажимы-ползуны 6, фиксирующие текст в нужном положении; они закрепляются винтами 5. Пользуясь шкалой 7, можно установить планки 4 с набором текста на желательном межстрочном расстоянии друг от друга и закрепить их в этом положении винтами 8 с гайками 9.

Таким образом, универсальный съемный стол позволяет без съема его со стола пантографа устанавливать строчки текста на желательном расстоянии друг от друга, а сам текст — в любом положении в пределах длины планок 4, для чего достаточно отвернуть винты, поставить планки и текст согласно заданным расстояниям, а затем закрепить их. В процессе гравирования нередко возникает необходимость в ступенчатом нанесении знаков, смещенных на половину высоты. Для обеспечения возможности такой гравировки конструкция съемного стола в данном случае предусматривает ее выполнение. С этой целью верхние «плавающие» планки 4 разрезаны на две равные части, что позволяет одну из половин последней сдвигать вверх или вниз при необходимости. Универсальный съемный стол с различным межстрочным расстоянием весьма прост по конструкции и может быть изготовлен любым предприятием.

Применение универсального стола позволило значительно повысить производительность труда. Например, гравирование надписи на детали с неодинаковым расстоянием между строками велось в две операции; норма времени на обработку каждой детали составляла 18 мин. С применением универсального съемного стола появилась возможность гравировать деталь за одну операцию и затрачивать на это 12 мин. Таким образом, производительность труда увеличилась на 33%.

Разновидностью универсального стола является приспособление для гравирования вертикальных надписей (рис. 37, б). Оно состоит из основания 1, на котором подвижно закреплена панель 2, имеющая возможность поворота вокруг оси. В панели установлены на направляющих каретки 3 с шаблонами 4. Каретки закреплены на раздвижном механизме 5 для регулирования межстрочного расстояния.

Стол для гравирования планкой вдвигается в паз копирного стола и закрепляется винтами. В каретки 3 вставляются шаблоны 4, а с помощью раздвижного механизма 5 устанавливается межстрочное расстояние. При повороте ручки 6 эксцентриковый вал и прижимная призма закрепляют шаблоны 4 в рабочем положении. При необходимости панель 2 поворачивают вокруг оси 3 на нужный угол.

Применение раздвижного механизма дает возможность регулировать высоту строк в широких пределах, позволяет отказаться от изготовления специальных копиров, что дает экономию сырья и времени гравирования. Исключена необходимость специальной разметки межстрочного расстояния при гравировании надписей на детали.

При гравировании букв или знаков одной строки, расположенных на различном расстоянии друг от друга, много времени уходило на установку и закрепление наборных шаблонов. Иногда приходилось делать механическую подгонку проставок между знаками. Устраняет эти недостатки приспособление для закрепления наборных шаблонов.

Приспособление (рис. 37, в) состоит из основания 1, на котором закреплен корпус 2, эксцентрикового вала 5, рукоятки 3 и кожаной пластины 6, приклеенной к призме, лежащей на валу. В корпусе имеется паз типа ласточкина хвоста для установки наборных шаблонов 7. Эксцентриковый вал расположен в П-образном пазу корпуса на подшипниках скольжения, а его ось установлена на такой высоте, что при повороте вала происходит прижим кожаной прокладки к нижней плоскости наборных шаблонов.

Весьма важным конструктивным решением приспособления, практически обеспечивающим его работоспособность, является наличие на нижней поверхности наборных шаблонов ребер шириной 0,6—1 мм каждое. Суммарная ширина ребер на шаблоне не должна превышать 2—3 мм. При повороте эксцентрикового вала эти ребра вдавливаются в кожаную прокладку и надежно фиксируют положение шаблона в пазу корпуса, одновременно компенсируя погрешность расположения его по высоте. Ребристая поверхность примерно на 90% снижает усилие, необходимое для зажима шаблонов. Закрепление приспособления на столе осуществляется винтами 4. Для установки наборных шаблонов на требуемое расстояние относительно друг друга служит миллиметровая шкала 8.

Данное приспособление может применяться на станках-пантографах любых систем и обеспечивает повышение производительности труда в 5—6 раз.

Копир для гравирования шкал. Для гравирования шкал используется универсальный копир, состоящий из основания, на наружной выточке которого закреплена кольцевая градуированная шкала и линейка, свободно вращающаяся относительно основания и упоров. Недостатком этого копира является необходимость переналадки и специальной настройки перед гравированием. В целях повышения производительности труда предложен копир, общий вид которого изображен на рис. 38.

Копир для гравирования шкал состоит из основания 1, на котором закреплен нониусный диск 2 и смонтирован копирный рабочий диск 3, имеющий большую 4 и малую 5 шкалы с многоступенчатыми копирными рисками 6. Они представляют собой гравированные на шкалах копирного рабочего диска 3 углубления различной длины и глубины, расположенные по одной осевой линии. Копирный рабочий диск имеет возможность поворота относительно оси 7 и фиксируется винтом 8.

Для гравирования шкал поступают следующим образом. Копир основанием 1 вдвигается в паз копирного стола и закрепляется с помощью винтов 9. Нулевую риску копирного рабочего диска 3

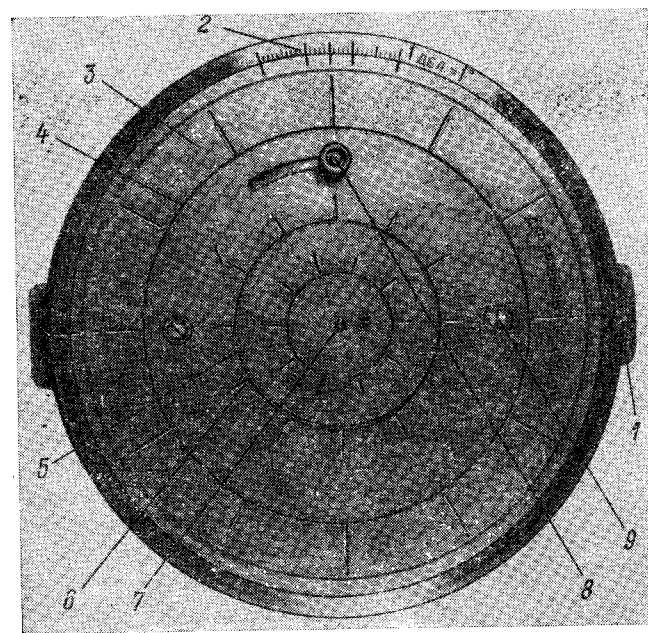


Рис. 38. Копир для гравирования шкал

совмещают с нулевой риской нониусного диска 2 или любой другой в зависимости от цены деления шкалы. Поднимая или опуская копирный палец пантографа на различную глубину, можно, используя один копир, гравировать риски различной длины. Малая копирная шкала 5 предназначена для непосредственного гравирования изделий, при этом можно наносить риски различной длины без переналадки, заключать шкалы в дуги и окружности, изготавливать шкалы с рисками в виде точек. Вращая большую копирную шкалу 4 диска вокруг оси 7, можно нанести первую риску как по осевой линии, так и со смещением на несколько градусов.

Применение копирного рабочего диска с двумя шкалами и многоступенчатыми рисками позволяет отказаться от установления специальных копиров, а также исключает необходимость специальной разметки.

Копир для нанесения делений и цифр на круглые и дуговые шкалы. Если необходимо одновременно нанести деления, буквенные тексты, цифры и знаки на большое число деталей, используют механический способ. Для этого в каждом отдельном случае изготавливают соответствующий копир, который закрепляют на копирном столе, после чего производят гравирование на детали. При нанесении текстов для отдельных слов, а также многозначных чисел, расположенных по прямой линии, в пазы стола вста-

вляются наборные шаблоны, после чего производят гравирование приемами, используемыми при работе на пантографе. Подготовительное время при настройке пантографа достаточно велико. Для его сокращения при изготовлении круговых и дуговых шкал применяют универсальный копир [3] с пантографом любых систем. Он закрепляется на копирном столе и позволяет выполнять многие гравировальные работы без изготовления специальных копиров, а также дает возможность наносить на детали цифры, буквенные тексты и знаки при помощи готовых наборных шаблонов под различными углами относительно оси гравлируемой шкалы (например, при расположении цифр по окружности или прямолинейно, как на циферблатах).

Универсальный копир (рис. 39) состоит из основания 1, на наружной выточке которого закреплена кольцевая градуированная шкала 2 с двойной оцифровкой (для удобства отсчета как по часовой стрелке, так и против нее), которая в случае надобности может быть повернута и зафиксирована в любом нужном положении при помощи двух прижимов 16, расположенных по одной оси. В центральное отверстие основания посредством осевой втулки, установленной по скользящей посадке, вмонтирована линейка 3. Линейку можно свободно вращать вместе с осью относительно основания и закреплять в любом положении двумя гайками 15, навинченными на винты, головки которых входят в Т-образный кольцевой паз основания.

Линейка 3 также имеет Т-образный паз, вдоль которого нанесены миллиметровые деления. В этот паз вставлены ограничительные упоры 9. Указатели упоров, сопрягающиеся с делениями

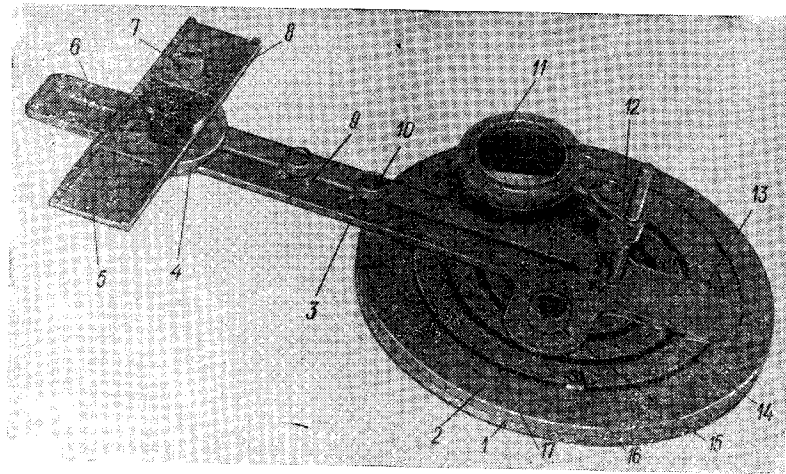


Рис. 39. Универсальный копир для нанесения делений и цифр на круглые шкалы

линейки, выполнены по радиусу, равному половине диаметра осязывающего пальца, что позволяет их легко настраивать на нужную длину гравлируемых штрихов без введения поправки на диаметр пальца. Упоры 9 могут перемещаться вдоль линейки с последующим закреплением гайками 10. На одном конце линейки имеется нониус, который для лучшего сопряжения и отсчета дробных делений на кольцевой шкале выполнен в одной плоскости с последней. Отсчет по нониусу осуществляется с помощью лупы 11, установленной на кронштейне 12. На другом конце линейки для нанесения на окружности различных знаков закреплено дополнительное устройство в виде каретки 4, которую можно также передвигать вдоль линейки 3 и закреплять в любой ее точке в пределах длины прорези Т-образного паза. На каретке 4 имеется планка 5 с осью и пазом типа ласточкина хвоста для установки и закрепления зажимными планками 6 с винтами 7 буквенных и цифровых наборных шаблонов 8, при помощи которых граврируются цифры и другие знаки на шкалах. Планку 5 можно поворачивать вокруг ее оси и закреплять в любом нужном положении. Отсчет угла поворота производят по шкале, нанесенной на поверхности каретки 4.

При настройке универсальный копир вставляют направляющей планкой в один из пазов стола и закрепляют в нужном положении винтами 13. В соответствии с заданным масштабом гравирования настраивают плечи пантографа, после чего осязывающий палец станка совмещают с центром вращения линейки, вставляя его в отверстие 14, а резец-фрезу устанавливают по центру заготовки будущей круговой или дуговой шкалы, закрепленной на рабочем столе станка. Отверстие выполнено так, что вставленный в него палец не может самопроизвольно соскальзывать в паз линейки, поэтому отпадает необходимость в придерживании его рукой, что очень удобно при настройке. Если палец вертикально перемещать, его можно вынуть из центрального отверстия. С учетом длины штриха, наносимого на шкалу, устанавливают упоры 9 на расстоянии, равном ходу осязывающего пальца вдоль прорези линейки. Это расстояние тесно связано с масштабами настройки плеч пантографа. Например, если плечи пантографа настроены в масштабе 1 : 2, то для получения на шкале штриха длиной 10 мм размер хода осязывающего пальца в прорези линейки должен быть равен 20 мм и т. п. Когда универсальный копир отрегулирован, затачивают резец-фрезу и зажимают его в шпинделе пантографа. Этим заканчивается настройка копира с пантографом.

Приступая к нанесению делений, палец-щуп вставляют в прорезь линейки между упорами 9 и после включения вращения шпинделя граврируют первое нулевое деление. Затем, освободив линейку универсального копира, а вместе с ней осязывающий палец пантографа, поворачивают ее на нужный угол (по заданной цене деления), закрепляют винтами 17 и граврируют следующее деление. Так поступают до тех пор, пока не будет сделана вся

шкала. Сначала наносят все длинные деления по окружности, затем средние и малые.

Универсальный копир позволяет осуществлять гравирование цифр или других обозначений на шкалах с одной установки. Для этого после полного окончания гравирования рисков шкалы упоры 9 сдвигают в нерабочее положение, т. е. к центру вращения линейки 3. В паз планки 5 устанавливают наборный цифровой шаблон (или ряд шаблонов) и закрепляют его двумя зажимными планками 6 при помощи винтов 7. Если число делений ограничивается однозначным числом, то каждая цифра должна быть установлена в планке и закреплена упорами так, чтобы ось симметрии проходила через ось паза линейки. Если число делений равно двузначному числу, то средняя линия между двумя цифрами является осью симметрии, которая должна совпадать с осью симметрии паза линейки. Это условие остается в силе и для других многозначных чисел.

При использовании универсального копира для нанесения цифр, букв и других знаков последние могут быть отгравированы под любым углом относительно рисков шкалы. Перемещая ошупывающий палец по соответствующей конусной выемке на наборном шаблоне, закрепленном на планке 5, при определенном зафиксированном положении линейки 3 на обрабатываемой детали получают против ранее гравированной риски любую цифру, например 0. Заменяв наборный шаблон с цифрой 0 следующим шаблоном, например цифрой 10, и закрепив его надлежащим образом в планке 5, совмещают нулевую риску нониуса линейки 3 и цифру 10 на шкале 2. Перемещением ошупывающего пальца по шаблону получают над соответствующей риской число 10. Таким образом, сменой необходимых наборных шаблонов и установкой линейки 3 на заданный угол деления шкалы 2, получают на детали всю необходимую оцифровку.

С помощью универсального копира можно гравировать круглые и дуговые шкалы диаметром от 20 до 250 мм с любой ценой деления, различной длиной, шириной и глубиной рисков, а также и оцифровывать их. На шкалах и других деталях указанных диаметров можно гравировать окружности, дуги и дуговые и прямые стрелки, вырезать круговые заготовки и многое другое.

Главное преимущество универсального копира заключается в том, что с его помощью можно производить гравирование на готовых приборах и на деталях, которые нельзя установить ни на делительную головку, ни на стол делительной машины. Кроме того, на универсальном копире можно быстро изготовить любой круговой или дуговой копир, необходимый при гравировании каких-либо шкал массового производства и стандартного типа. Он позволяет также производить гравировку делений на шкалах, которые имеют предварительную наметку, т. е. тарировку.

К копиру для гравирования прямых и дуговых стрелок предусмотрена приставка. Диапазон возможных работ универсального

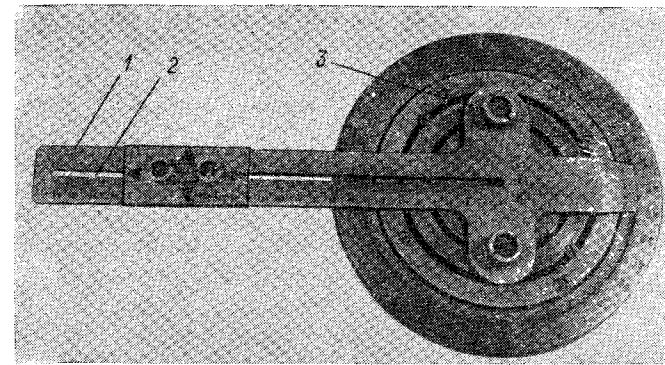


Рис. 40. Приставка к универсальному копир для гравирования стрелок

копира в комплексе с приставкой весьма широк. Используя его, можно получить прямые и дуговые стрелки (без применения обычных копиров) с различными длиной, конфигурацией, размером головок, углом охвата и радиусами. Приставка к универсальному копиру (рис. 40) состоит из прямоугольной пластины, в средней части которой имеется квадратное отверстие и два круглых отверстия для закрепления гайками копира. По всей длине с обратной стороны приставка имеет выступ, соответствующий по ширине пазу линейки универсального копира и пригнанный к нему по скользящей посадке. На рабочей поверхности приставки имеются многоступенчатые копирные элементы. Они расположены так, что позволяют гравировать в любую из сторон острие головки прямых и дуговых стрелок. Применяя приставку, сначала отвинчивают гайки упоров универсального копира, сдвигают упоры, а приставку своим выступом вставляют в паз линейки копира. При этом упоры входят в квадратное отверстие приставки, а их винты — в отверстия копира. Винты заворачиваются гайками. Для гравирования прямой стрелки ослабляют гайки, затем приставку временно смещают в любую сторону и гравировать нужной длины линию будущей стрелки перемещением ошупывающего пальца пантографа в пазе линейки универсального копира. После этого подводят копирный элемент, закрепляют гайки и гравировать головку стрелки с нужной стороны. Длина стрелок может иметь любой размер в пределах длины паза линейки. Для того чтобы гравировать дуговые стрелки с головками, имеющими различное направление и размеры, приставка (вдоль линейки копира) имеет возвратно-поступательное движение, а линейка вместе с ней может вращаться вокруг своей оси. Приступая к работе, от центра вращения универсального копира по линейке, имеющей миллиметровую шкалу, замеряют необходимый размер радиуса, закрепляют копирный палец пантографа при помощи упоров и гра-

вируют дугу согласно чертежу. После этого подводят копирный элемент приставки к краю полученной дуги (или к двум краям, если требуется) и гравируют головку стрелки требуемого размера.

Таким образом, приставка для гравирования стрелок в комплекте с линейкой делительного копира может двигаться прямолинейно и по дуге. Благодаря приставке для гравирования стрелок резко возросли технологические возможности универсального копира, что в свою очередь повлияло на повышение производительности труда граверов. Опыт показал, что при помощи копира можно гравировать наборные шаблоны больших размеров, например высотой знака 50—60 мм.

Следует отметить также то, что универсальный копир значительно расширяет возможность использования площади копирного стола пантографа. Иногда для полного окончания той или иной граверной работы ощупывающий палец пантографа необходимо отвести в такое положение, когда он оказывается за пределами копирного стола и, следовательно, не может функционировать. В данном случае также выручает универсальный копир; его рабочую линейку можно установить за пределами стола на 200—250 мм и выполнить необходимую работу.

Преимущества использования универсального копира видны из следующего примера. Если для изготовления круговой градуированной шкалы диаметром 250 мм с ценой деления 1° норма времени была 4 ч на 1 шт., то с применением универсального копира она сократилась до 2 ч 45 мин, т. е. на 31%.

Копир-нумератор для гравирования многозначных порядковых номеров. При нанесении многозначных порядковых номеров применение обычных цифровых шаблонов неудобно, так как сам процесс гравирования таких номеров и других знаков требует более быстрой их замены. Разработанный и внедренный в производство универсальный копир-нумератор (рис. 41) значительно сокращает время на замену одного или нескольких цифровых знаков. Он позволяет быстро производить наладку и переналадку цифровых шаблонов при гравировании многозначных номеров.

Копир-нумератор состоит из основания 1, имеющего в нижней части форму ласточкина хвоста. На концах основания ввернуты стопорные (крепежные) винты 2, при помощи которых приспособление закрепляют в любом нужном месте на копирном столе пантографа. В верхней части основания установлены два кронштейна 3. Через отверстия кронштейнов проходит вал 4, на который установлен комплект десятигранных дисков 5, имеющих на поверхности каждой грани один знак. Фиксирование положения каждого из дисков при их повороте на валу 4 осуществляется с помощью пружин, консольно закрепленных на основании 1. Крепление всего комплекта дисков, настроенного для гравирования соответствующего номера, производят установкой рукоятки 9 в вертикальное положение. Поворотом рукоятки вращают эксцентриковый вал 10, который перемещает вверх призму 8. Для обеспечения

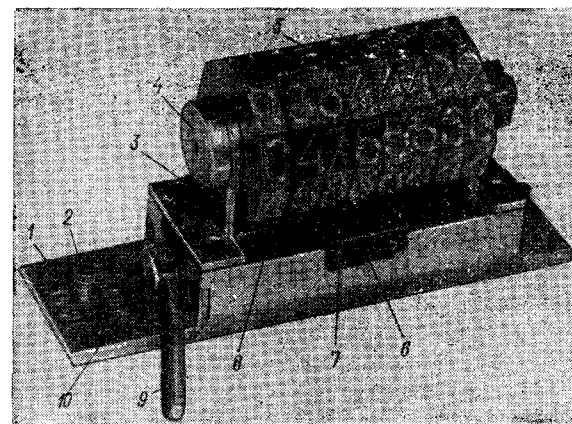


Рис. 41. Универсальный копир-нумератор для гравирования многозначных порядковых номеров

надежности крепления дисков и предохранения их поверхностей от повреждения наружная часть призмы снабжена кожаной прокладкой 7. В средней части основания смонтирована плоская пружина 6, служащая для установки призмы 8 в исходное положение. Внедрение универсального копира-нумератора позволило повысить производительность труда за счет сокращения вспомогательного времени на наладку. Копир-нумератор может быть применен на пантографе любой системы.

Копир для гравирования прямых и дуговых стрелок. В машиностроении и в особенности в приборостроении очень часто возникает необходимость в гравировании стрелок различных по размерам, кривизне и конфигурации. Как правило, для этого в каждом отдельном случае изготавливают специальный копир. Если при обычной граверной работе по нанесению тех или других текстовых обозначений, можно применять наборные буквенные или цифровые шаблоны, то для гравировки стрелок такая возможность исключена. Стремление избежать значительного расхода материала, употребляемого для изготовления стрелочных копиров, а также затраты рабочего времени и явилось толчком для разработки внедрения в производство универсального копира для гравирования прямых и дуговых стрелок (рис. 42).

Копир состоит из прямоугольного основания 1, в центре которого выполнена прямая копирная канавка 2 (с углом 60°) с метрической шкалой. Параллельно этой канавке выфрезерован Т-образный сквозной паз 3, в котором расположен сухарик 4, имеющий возвратно-поступательное движение. Сухарик 4 является одновременно копирным элементом и упором, ограничивающим в заданных пределах ход ощупывающего пальца пантографа.

С правой стороны основания 1 установлен вращающийся диск 6, на котором выгравированы копирные элементы в виде сменных головок различной конфигурации для прямых стрелок. На этом диске выполнены также копирные элементы разного радиуса для дуговых стрелок с головками различной формы и размера. На диске 6 установлен поворотный копирный элемент и упор 7 со стопорной гайкой 8.

При гравировании прямых стрелок копир располагают на трейсерном столе пантографа в нужном месте и положении. Затем гайкой 5 устанавливают и закрепляют сухарик вдоль шкалы копирной канавки 2 в зависимости от заданной длины стрелки. Например, если требуется отгравировать стрелку длиной 31 мм (при настройке плеч пантографа в масштабе 1:2), сухарик 4 закрепляется на расстоянии 62 мм по шкале копирной канавки. При этом длина хвостовика не учитывается, так как он служит упором, т. е. ограничивает движение копирного пальца пантографа. При необходимости гравирования стрелок с хвостом копирный элемент 4 включается в общую длину подлежащей гравированию стрелки. В этом случае, ослабив гайку 8, вращают диск 6 до совпадения головки стрелки с копирной канавкой 2, после чего диск 6 закрепляют, чем и заканчивают настройку копира. Таким образом, изменяя по длине копирную канавку 2 сухариком 4 и сопрягая с канавкой нужную головку путем поворота (с последующим закреплением) диска 6, можно получить тот или другой размер и форму копира для гравирования прямой стрелки.

При наладке универсального копира для гравирования дуговых стрелок основная работа выполняется с помощью диска 6 и упора 7. В зависимости от необходимого радиуса, угла, формы и направления стрелки в каждом отдельном случае при взаимодействии диска 6, упора 7 и стопорной гайки 8 можно настроить копир для любого из вышеуказанных вариантов. Например, если нужно гравировать стрелку, показав направление вращения против часовой стрелки, то диск 6 с выбранной головкой уста-

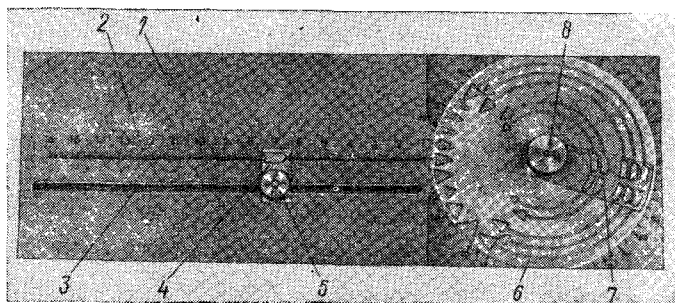


Рис. 42. Универсальный копир для гравирования прямых и дуговых стрелок

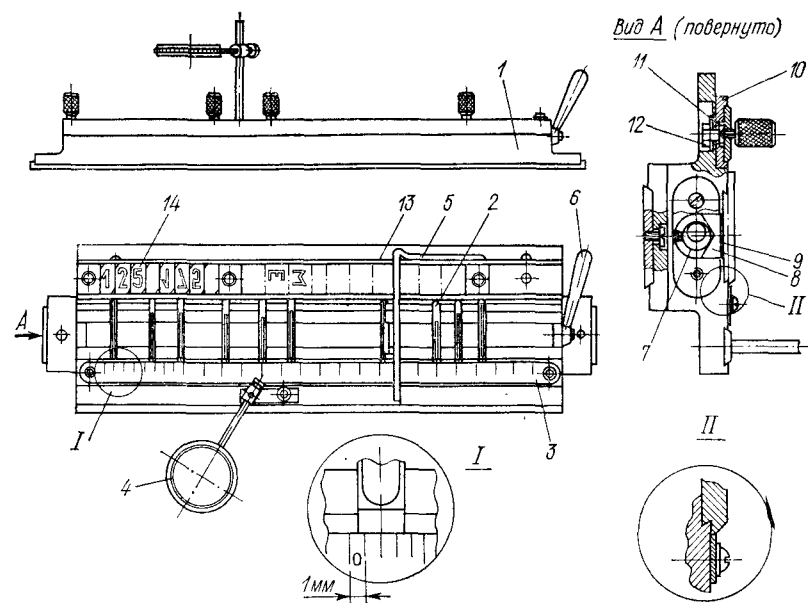


Рис. 43. Универсальный прибор для нанесения рисок и цифр на продольные шкалы

навливают соответственно влево, а упор закрепляют с правой стороны. При необходимости гравирования стрелки в направлении вращения по часовой стрелке все выше указанные приемы проводятся в обратном порядке. Универсальный копир для гравирования прямых и дуговых стрелок прост в изготовлении и весьма эффективен в работе. Он быстро перенастраивается, исключает затрату материала на изготовление копиров, экономит рабочее время.

Прибор для нанесения делений и цифр на продольных шкалах. Изготовление неравномерных по цене делений продольных шкал довольно сложно, в особенности в опытном производстве. Для этого, несмотря на малое количество гравированных шкал (2—3 шт.), в каждом отдельном случае делают специальные копии, устанавливают на копирном столе пантографа и, используя все приведенные выше приемы по его настройке, производят гравирование продольной шкалы. После нанесения рисок на шкале гравировывают цифры, предварительно перестроив пантограф и применив наборные шаблоны. Продольные шкалы с равным шагом можно изготавливать на специальных продольно-делительных машинах, но процесс нанесения штрихов проходит медленно, и, кроме того, требуется вторичная настройка пантографа для гравирования цифр.

Универсальный прибор для нанесения рисок и цифр на продольных шкалах (рис. 43) состоит из корпуса 1 с пазом по длине

в форме ласточкина хвоста для установки и перемещения штриховых планок 2. Они имеют на своих концах нониусную риску, которая необходима для сопряжения ее с рисками микрометрической линейки 3. Сопряжения производят с помощью лупы 4. После выверки угольником 5, который скользит по плоскости 13, параллельности штриховых планок 2 их закрепляют поворотом ручки 6, связанной с эксцентриковым валом 7. Вал действует на призматический прижим 8 с наклеенной на нем кожаной прокладкой 9, обеспечивающей равномерное давление по всей длине.

Исходя из требований чертежа изделия, плечи пантографа настраивают на нужный масштаб, устанавливают и закрепляют прибор на копирном столе пантографа. Поворотом ручки 6 освобождают штриховые планки 2 и расставляют их по микрометрической линейке 3.

Ощупывающий палец пантографа вставляют в канавки штриховых планок 2, являющиеся универсальными копиями для делений будущей шкалы, и производят гравирование. Цифры или другие знаки наносят по обычным наборным шаблонам 14, также заранее выверенным по нониусной риске и закрепленным у соответствующих штриховых планок 2 на наборной планке 10. Последнюю можно перемещать в поперечном направлении относительно корпуса 1 и закреплять винтами 11 и гайками 12 в пазах, выфрезерованных для этой цели в корпусе 1, чем и обеспечивается различное расстояние между гравлируемыми рисками и цифрами шкалы.

Если производят гравирование тарированных (заранее размеченных по прибору) продольных шкал, то устанавливают первую размеченную деталь и настраивают универсальный прибор путем сопряжения резца-фрезы пантографа с разметкой на детали, а ощупывающего пальца — со штриховыми планками 2 и цифровыми наборными шаблонами 14. После закрепления на приборе копирных элементов приступают к гравированию.

Для изготовления продольных шкал с иной ценой деления поворачивают ручку 6 в нерабочее положение, т. е. на себя, и заново настраивают прибор в таком же порядке, как было приведено выше. Когда требуется гравировать значительное число продольных шкал, использование универсального прибора еще более увеличивает производительность труда, так как в этом случае он позволяет очень быстро сделать один копир на всю партию изделий. Прибор обеспечивает точность 0,05 мм, что значительно превышает обычно требуемую точность.

19. Оснастка для рабочего стола

Приспособление для центровки круговых и дуговых шкал на станке-пантографе. Перед работой резец-фрезу устанавливают в центре заготовки будущей шкалы, а ощупывающий палец —

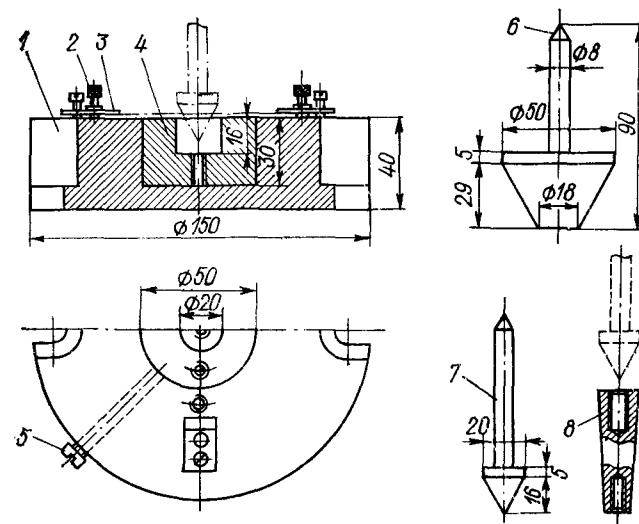


Рис. 44. Приспособление для центровки шкал

в центре копира. Заготовки для круговых и дуговых шкал поступают на гравёрный участок с различными центровыми отверстиями, поэтому для них в каждом отдельном случае приходится изготавливать центрирующие оправки. Во время настройки пантографа определить центр заготовки (отверстия) трудно, эта операция занимает много времени.

Для быстрой ориентации и нахождения центра заготовки можно использовать приспособление (рис. 44), которое состоит из основания 1 с двумя проушинами для закрепления на рабочем столе пантографа. В центральной части основания имеется выточка диаметром 50 мм, которая предназначена для центрирования кольцеобразных шкал с внутренним диаметром отверстия от 20 до 50 мм; центр при этом находят центроискателем 6. Когда требуется установка заготовки шкал с внутренним диаметром отверстия до 20 мм, вкладыш 4, также имеющий выточку диаметром 20 мм и сквозное резьбовое отверстие, служащее для крепления заготовки шкалы, вставляют в выточку основания и закрепляют его стопорным винтом 5. В этом положении приспособление готово к центрированию заготовок для шкал с диаметром внутреннего отверстия от 0 до 20 мм при помощи центроискателя 7.

На основании 1 имеются ряды резьбовых отверстий под углом 120° для крепления и фиксации различных заготовок посредством винтов 2 и прижимных планок 3. В комплект приспособления входит конус 8, который может быть вставлен в делительную головку и сцентрирован при помощи центроискателя 7.

Приспособление устанавливают на рабочий стол пантографа и закрепляют в нужном положении. В центральной части его

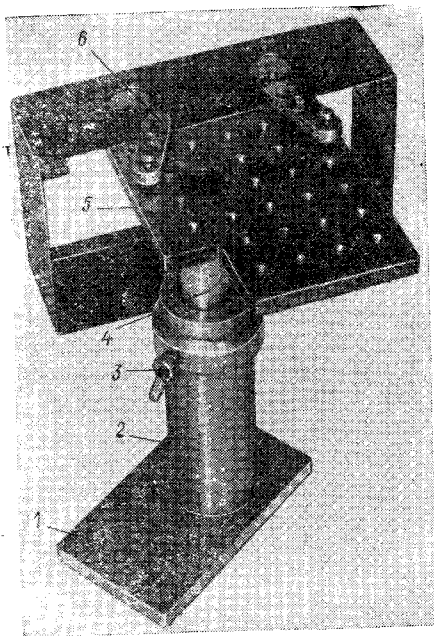


Рис. 45. Приспособление для установки корпусных деталей

ориентировочно устанавливают заготовку будущей шкалы, но не закрепляют ее прижимными планками. Так как осязательный палец пантографа сопрягают с центром копира, то резец-фрезу надлежит сцентрировать со шкалой. Для этого необходимо в шпиндель пантографа вставить и закрепить соответствующий центроискатель, а рычаг шпинделя привести в верхнее положение. Затем вертикальной подачей рабочего стола пантографа приспособление с установленной на нем заготовкой переводят в такое положение, при котором центроискатель войдет

в отверстие заготовки, тем самым выставляя ее относительно осязательного пальца, находящегося в центре копира. Далее заготовку закрепляют зажимными планками 3 на поверхности приспособления и устанавливают фиксирующие упоры (базовые плоскости). Когда шкала сцентрирована и закреплена, из шпинделя пантографа удаляют конусный центроискатель, а на его место устанавливают резец-фрезу и обычными методами производят гравирование шкалы.

Приспособления для установки деталей сложной конфигурации. В граверной практике довольно часто приходится производить работы на деталях сложной формы. К этим деталям чаще всего относятся всевозможные платы с отличающимися по форме фрезерованными выемками, кожухи разнообразной формы, корпуса для приборов и многие другие. Эти детали в силу своей специальной формы не могут быть установлены на рабочий стол станка-пантографа, как обычные детали, имеющие плоское основание; если же в креплении таких деталей возникла острая необходимость, то применяются различные металлические подставки, оправки и т. д.

Однако такой способ установки и крепления деталей сложной формы непродуктивен, так как отнимает много времени. Кроме того, нужно иметь достаточное число оправок, подставок и других вспомогательных средств различной высоты и формы. Поэтому для этой цели созданы специальные универсальные приспособления (рис. 45), которые состоят из основания 1 с запрессованным

полым валом 2, имеющим высоту 150 мм и диаметр 50 мм. В верхней части вала смонтированы два стопорных винта 3, расположенных на одной линии относительно оси вала. В полость вала диаметром 30 мм вставлен шток 4 с рабочим столиком 5, имеющим на своей поверхности резьбовые отверстия, служащие для закрепления деталей зажимными планками 6.

На рабочем столе пантографа приспособление устанавливают и закрепляют в зависимости от формы подлежащей гравированию детали и масштаба настройки звеньев пантографа. Шток, а вместе с ним и столик для закрепления деталей, может подниматься и опускаться, изменяя высоту от 150 до 300 мм относительно рабочего стола станка-пантографа. Кроме того, маневренность приспособления во время настройки увеличивается еще и тем, что скользящая посадка штока 4 в полости вала 2 позволяет вращать его вокруг своей оси на любой высоте.

После определения высоты, необходимой для установки детали, шток со столиком прочно фиксируется стопорными винтами 3 в любом нужном положении для каждой гравированной детали отдельно. Большое значение имеет также и то, что рассматриваемое универсальное приспособление исключает самую незначительную вибрацию зафиксированной на его поверхности детали, что очень важно для качественного выполнения той или другой граверной работы. Процесс гравирования ничем не отличается от обычного, так как установка и закрепление детали ведутся при таких же условиях, как и на рабочем столе станка-пантографа. Приспособление может быть применено на станках с пантографом любых систем.

Универсальное приспособление для закрепления деталей с выступающими частями (рис. 46, а) состоит из основания 1, в котором запрессован полый вал 2, имеющий высоту 150 мм и диаметр 50 мм. В верхней части вала смонтированы два стопорных винта 3, расположенных на одной линии относительно оси вала. В полость вала (диаметром 30 мм) вставлен шток 4, в верхнем конце которого закреплена квадратная направляющая 5, имеющая два стопорных винта 6.

Для установки деталей, подлежащих гравированию, изготовлен набор съемных плит-столиков 7 с резьбовыми отверстиями, предназначенных для закрепления деталей зажимными планками 8. Плитки, выполняющие роль столика, имеют хвостовики одного размера (80 мм), форма которых соответствует форме паза, выфрезерованного в направляющей 5. Рабочая поверхность съемных плиток 7 имеет размер от 40 до 150 мм, что дает возможность закреплять на их поверхности детали различного размера. Кроме того, на направляющую 5 можно установить малогабаритные тиски, застопорив их винтами 6, и закреплять на них детали специфических конфигураций (рис. 46, б).

Однако в процессе длительного применения выше описанных приспособлений для установки и закрепления деталей сложной

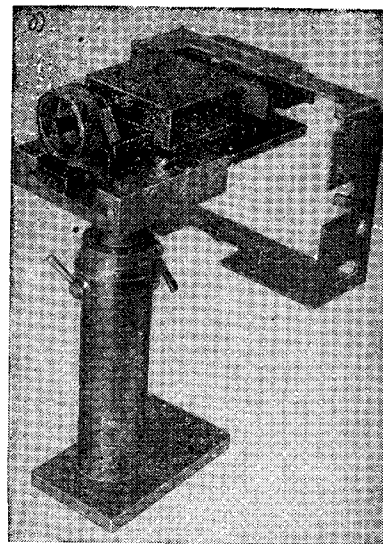
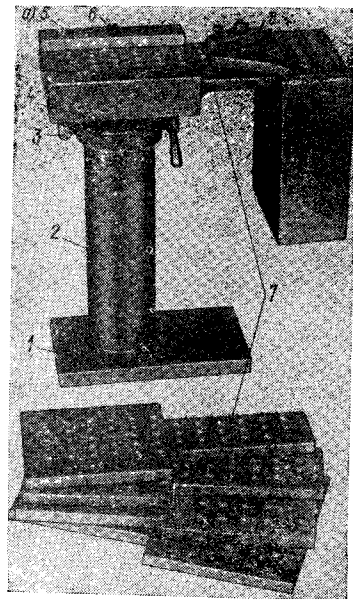


Рис. 46. Универсальное приспособление для закрепления деталей с выступающими частями: а — при помощи сменных плит; б — при помощи тисков

конфигурации стало очевидным, что их можно использовать еще более широко. В практике на гравёрный участок поступает большое число самых разнообразнейших деталей: корпусов, кожухов, коробок деталей в виде рамок и других, которые различны также и по размеру. Не все из указанных деталей удается закрепить даже на этих приспособлениях. Известно, что невозможно заранее учесть все размеры и конфигурации поступающих для гравирования изделий. Для более успешной работы следует на всех основаниях этих приспособлений (по всей площади) просверлить отверстия и нарезать в них резьбу М4. В результате проведенной незначительной модернизации на указанных приспособлениях можно гравировать ряд изделий, закрепление которых ранее было значительно затруднено. Для расширения функций приспособления его поворачивают на 180° , т. е. основанием в верхнее положение, а рабочий столик — в нижнее с последующим зажатием вместо основания.

Приспособления для крепления крупногабаритных деталей. При выполнении гравёрных работ на крупногабаритных деталях типа кожухов, корпусов и аналогичных им изделие устанавливают на различные металлические подставки и разновысотные фиксирующие опоры. Такой способ установки и крепления крупногабаритных деталей с различными высотами является произво-

дительным и не обеспечивает жесткого крепления и отнимает много рабочего времени.

Все указанные выше трудности отпадают, если применять универсальное приспособление (рис. 47), которое имеет фигурное основание 1 толщиной 20 мм и размерами 260×240 мм, в котором просверлено более 100 резьбовых отверстий 2 для крепления деталей с помощью прижимных планок 3. Основание выполнено так, что выступы его сделаны шириной от 50 до 200 мм с интервалами между ними в 40—60 мм. В центре основания выфрезерован крестообразный паз 4, в котором находится болт 5 с гайкой 6. На поверхности основания специальными винтами 7 закреплен установочный угольник 8, по которому осуществляют фиксирование деталей. Приспособление монтируется на рабочем столе пантографа и удерживается одним болтом 5, что обеспечивает разворот его в более удобное для работы положение в зависимости от вида гравирования, величины и формы детали, масштаба настройки звеньев пантографа.

Жесткое закрепление детали в универсальном приспособлении исключает ее вибрацию, что очень важно для качественного выполнения гравёрных работ. Приспособление значительно расширяет производственные возможности станка независимо от размеров гравированных деталей. Оно несложно по конструкции и может быть изготовлено любым предприятием.

Поворотное приспособление. В приборостроительной промышленности часто встречаются различные малогабаритные детали, плоскости которых расположены под углом. На этих плоскостях требуется производить гравёрные работы. В таких случаях для придания плоскости горизонтального положения, которое необходимо для нормальных условий гравирования, применялись всевозможные подставки. При этом гравирование не удавалось

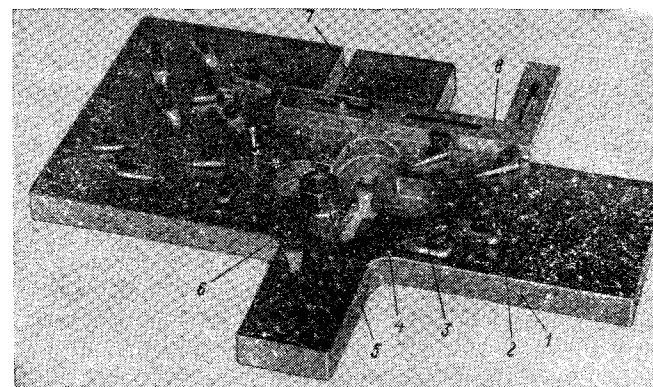


Рис. 47. Универсальное приспособление для закрепления крупногабаритных деталей

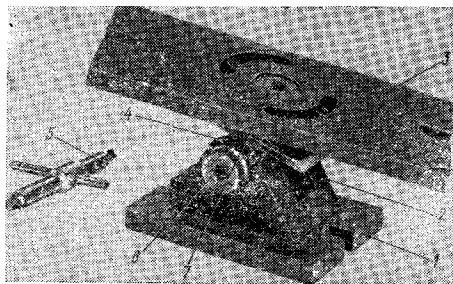


Рис. 48. Универсальное поворотное приспособление

сколько-нибудь ускорить из-за трудоемкой и ненадежной установки сложных деталей на рабочем столе станка-пантографа. Для сокращения затрат времени на подготовку, настройку, установку и

сам процесс гравирования создано универсальное поворотное приспособление для гравирования сложных деталей, плоскости которых расположены под углами (рис. 48). Оно состоит из основания 1 с кронштейном 2, имеющим в своей округленной верхней части отверстие для вала, на котором смонтирован прямоугольный столик 3 с проушинами на краях. На поверхности столика выфрезерованы два дугообразных паза, в которые входят штифты, ограничивающие поворот до 90°. В верхней части кронштейна 2 установлена дуговая шкала 4, служащая для определения угла наклона столика. Зажимая стопорные винты двусторонним торцевым ключом 5, столик с деталью можно закрепить в любом требуемом положении. Размеры приспособления 80 × 100 мм, что в точности соответствует размерам тисков для зажима деталей.

Приспособление располагают на рабочем столе станка-пантографа. Затем после настройки плеч пантографа, зная по чертежу угол наклона плоской детали, подлежащей гравированию, определяют горизонтальный и вертикальный углы поворотов приспособления, после чего в этом положении прямоугольный столик 3 фиксируют стопорными винтами 6 и 7.

Когда приспособление настроено, остается закрепить на его поверхности параллельные тиски, прижимая их болтами и проушинами. Приспособление в сочетании с параллельными тисками (предназначенными для него) допускает быструю настройку и установку деталей с любым расположением плоскостей, на которых требуется производить различные граверные работы.

Приспособление для набивки шильдиков. На авиационных измерительных электро- и радиоприборах и на многих других приборах и механизмах при помощи винтов или заклепок различных форм и размеров устанавливают шильдики (пластинки малого габаритного размера). На них проставляют название прибора или узла, порядковый номер и дату выпуска, напряжение, частоту вращения, мощность, назначение ручек управления и другие данные, свойственные каждому прибору в отдельности. Шильдики крепят либо на лицевых панелях, либо на кожухах.

Наносить надписи на шильдиках можно различными механическими способами на станке-пантографе или стальным штампом,

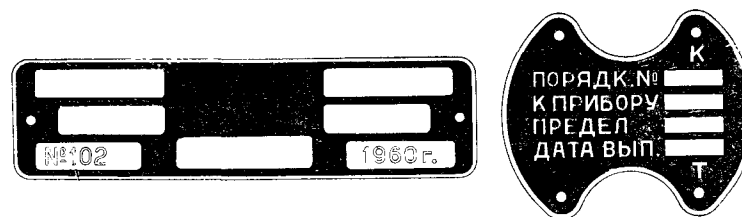


Рис. 49. Шильдик

заранее изготовленным для этой цели. Но наиболее эффективным является фотохимический метод, который и получил широкое распространение на многих заводах. Следует однако помнить, что некоторые гравлируемые данные являются непостоянными. Исходя из этого, шильдики изготовляют с учетом меняющихся обозначений, для чего оставляют на них специальные пустые места (площадки) для последующей набивки таких данных (рис. 49).

Меняющиеся данные иногда гравируют на пантографе, но наиболее широкое применение имеет тиснение прессом, цифровыми или буквенными пуансонами, стандартными или специально изготовленными для этого заранее. Хотя нанесение надписей на шильдиках и не имеет прямого отношения к граверному делу, но вместе с тем этот вид работы занимает значительное место на граверных участках заводов. Это, на первый взгляд, простое дело, в сущности, является довольно сложным, если учесть, что при набивке, например, порядкового номера или другого обозначения линии с равными промежутками между ними и между каждыми двумя цифрами или буквами должна быть сохранена параллельность. Без значительного опыта невозможно набить шильдики качественно.

С успехом может быть использовано универсальное приспособление для набивки шильдиков (рис. 50), состоящее из массивного основания 1 размером 55 × 200 × 250 мм, с правой и левой сторон которого закреплены два угольника 2 с пятью фрезерованными пазами, служащими для закрепления в различных положениях относительно плиты призматических прижимных планок 3 винтами 4. Рабочие поверхности планок 3 снабжены кожаными прокладками 5, приклеенными к ним для лучшего прижатия шильдиков к поверхности плиты. Планки 3 могут перемещаться с последующим закреплением в пределах длины пазов в угольниках 2.

Начиная работу, устанавливают 8—10 шильдиков в ряд (в зависимости от их размера) и крепят двумя прижимными планками. Следовательно, если приспособление оснащено шестью прижимными планками, то в среднем можно производить набивку до 30 шильдиков за одну установку. Первая планка 3 фиксируется в таком положении, чтобы перемещением ее от себя можно было

перекрывать ширину устанавливаемого шильдика. По всей длине первой планки (считая от себя) раскладываются шильдики и доводятся к ней до упора. Вторую планку, находящуюся выше первой, перемещают вниз, т. е. на себя, и, перекрывая третью часть ширины выставленного ряда шильдиков, стопорят ее винтами 4. Таким образом, ряд шильдиков установлен, и ни один из них не может при ударе пуансона сдвинуться с заданного положения. Затем первую прижимную планку освобождают, проводят ее по всему ряду шильдиков к линии площадок, на которых надлежит производить набивку. Верхняя планка в данном случае будет только крепежной, а нижняя — также и фиксирующей.

Такими же приемами устанавливают остальные два ряда шильдиков.

Приступая к набивке, цифровой или буквенный пуансон представляют левой рукой рабочей частью к шильдику, а нижней его гранью опираются на край планки и ударом молотка по затылку пуансона набивают тот или другой знак. При этом освещение должно быть установлено впереди приспособления, с правой стороны. И так, прикладывая к краю прижимной планки цифру за цифрой или букву за буквой, набивают весь требующийся ряд цифр или слов. Когда первая линия (снизу) набита во всех рядах шильдиков, фиксирующие планки 3 (нижние) перезакрепляют с таким расчетом, чтобы фиксирующие поверхности (в которые упираются пуансоны) были подведены ко второй линии площадок на шильдиках, подлежащих набивке, и т. д.

Ввиду того что при пользовании данным приспособлением весь процесс основан на фиксации «до упора», набивка цифр или букв

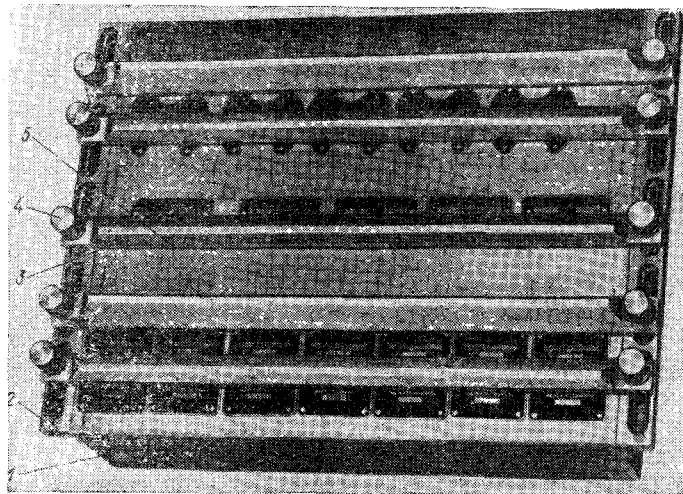


Рис. 50. Универсальное приспособление для набивки шильдиков

производится с высоким качеством. Тем самым исключается возможность возникновения брака, как это часто случается при работе «на глаз». Изготовлению цифровых, буквенных и других отдельных пуансонов для набивки шильдиков должно быть уделено особо серьезное внимание, так как от их качества во многом зависит и качество шильдиков.

Тиски для крепления деталей типа панелей и плат. Часто граверам приходится выполнять работы на таких деталях, закрепление и фиксация которых на рабочем столе пантографа значительно затруднена. В качестве примера можно назвать детали типа панелей и плат. Установка и последующая фиксация таких деталей, в особенности больших размеров, отнимает много времени и не способствует получению высококачественной гравировки. Для закрепления плат средней величины применялись обычные прижимы, а для фиксации крупногабаритных деталей использовали отверстия, имеющиеся в них, или же многократно переустанавливали их на рабочем столе пантографа в различные удобные для гравирования положения.

Однако если упомянутые выше приемы в какой-то мере приемлемы для плат и панелей, изготовленных из таких материалов, как гетинакс, текстолит или просто металл с чистой поверхностью, то для панелей, имеющих покрытия рабочей поверхности нитроэмалями или другими красителями, они вовсе недопустимы. Дело в том, что для выполнения качественного гравирования необходимо жесткое крепление плат и панелей. В связи с этим, используя прижимы, граверы вынуждены прочно завинчивать прижимные винты, которые на гладкой глянцевой поверхности панели оставляют след, нарушая целостность покрытия.

Для исключения приведенных выше недостатков при гравировании деталей типа плат и панелей можно использовать универсальные тиски (рис. 51, а), состоящие из нижней 1 и верхней 2 плит, соединенных между собой колонками 4. Нижняя плита служит для закрепления тисков при помощи большой конусной шайбы и болта 3 на рабочем столе пантографа. На верхней плите устанавливают деталь и в зависимости от ее конфигурации применяют соответствующую губку. Для закрепления тисков в любой точке рабочего стола пантографа и под требуемым углом обе плиты снабжены крестообразными пазами 13. На верхней плите имеются два ряда фигурных отверстий 6 для перестановки неподвижной губки 10 в зависимости от размера обрабатываемой детали. Подвижная губка 7 с помощью винта 9 может перемещаться в продольном направлении на 25 мм, что обеспечивает крепление деталей различного размера. Для поперечной фиксации обрабатываемого изделия на подвижной губке установлены регулируемые упоры-фиксаторы 8.

При необходимости зажима круглых деталей имеется вторая неподвижная губка 11, в которой выполнены различные по размерам призматические вырезы. Губка такой конструкции позво-

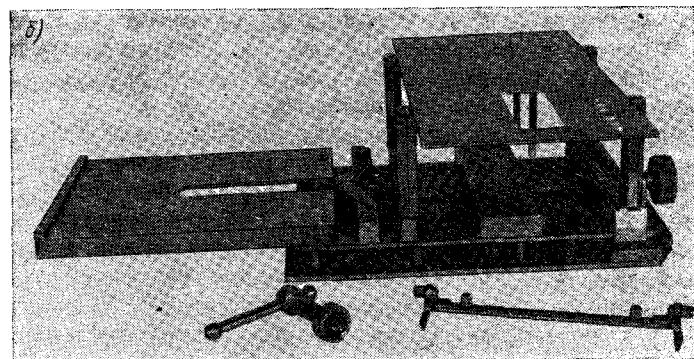
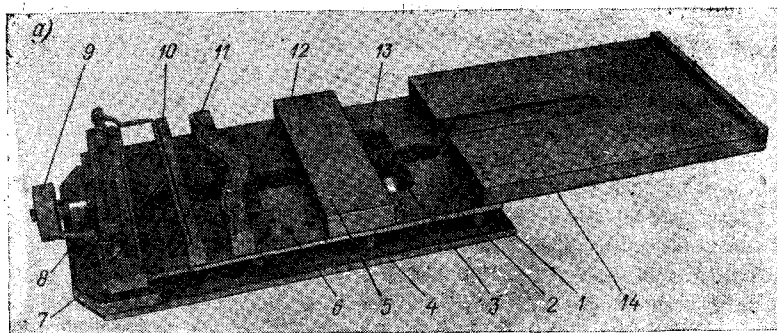


Рис. 51. Универсальные тиски для закрепления деталей типа панелей и плат (а) и быстросъемные колонки (б)

ляет зажимать круглые детали различных диаметров, а так как зажим происходит по трем образующим, то это одновременно обеспечивает их надежную фиксацию.

Для закрепления в тисках детали большего размера, чем позволяют их губки, установленные в крайних точках, используют прилагаемые к тискам комплекты губок 14 навесного типа размером от 50 до 200 мм, которые позволяют при необходимости увеличивать длину тисков практически в неограниченном пределе. Если в тисках зажимают тонкостенную деталь, может возникнуть ее изгиб. Этот недостаток устраняют посредством планки 12, закрепляемой, как и неподвижные губки, в любом месте тисков замковым соединением с плитой 2. Планка 12 имеет на своей поверхности резьбовые отверстия 5, при помощи которых прижимами деталь фиксируется дополнительно в том месте, где возникла деформация.

Иногда панели или платы, на которых требуется произвести гравирование, с обратной стороны имеют различные крепежные выступы, угольники, колонки и т. п. Эти выступы увеличивают

толщину деталей, поэтому они не могут быть закреплены в таких тисках, высота губок которых не превышает 20 мм. При необходимости производства работ на панелях толщиной свыше 20 мм приходилось использовать тиски для гравирования по торцу. Однако применение их для закрепления деталей высотой (вместе с выступами) до 100 мм оказалось нецелесообразным, так как на переналадку, включающую в себя: снятие обычных тисков, опускание рабочего стола станка более чем на 200 мм, установку тисков для гравирования по торцу, закрепление панели, гравирование и поднятие рабочего стола станка в прежнее положение, уходило много непроизводительно затраченного времени.

Устраняют этот недостаток быстросъемные колонки для закрепления панелей толщиной от 20 до 100 мм (рис. 51, б). Колонки снабжены свободно вращающимися вокруг своей оси прижимными кулачками, которые обеспечивают надежное прилегание к краям панели при ее закреплении. В результате внедрения в производство колонок тиски для крепления деталей типа панелей и плат стали еще более совершенными, что в значительной степени повлияло на повышение производительности труда при гравировании вышеуказанных деталей с выступами и др. Набор быстросъемных колонок различной высоты еще более повышает универсальность и технологические возможности тисков.

Для предотвращения самопроизвольных сдвигов (в поперечном направлении) губок в тисках, имеющих замковые соединения, на их поверхности предусмотрены специальные стопорные винты. Зажатие и разжатие деталей происходит в течение 1—2 с, что очень важно при операционной гравировке. Кроме того, в тисках можно быстро закрепить любое другое приспособление, например малогабаритные специальные тиски, малогабаритную делительную головку, приспособление для гравировки деталей сложной конфигурации и многое другое. Установка тисков в любом месте рабочего стола пантографа значительно расширила рабочую площадь стола, а следовательно, и производственные возможности.

Внедрение универсальных тисков для закрепления детали типа панелей и плат резко сократило вспомогательное время и повысило качество гравлируемых деталей, что в целом значительно увеличило производительность труда гравировщиков.

Тиски для крепления деталей, гравлируемых по торцу. Нередко возникает необходимость в проведении граверных работ на торцах деталей. Для этой цели деталь устанавливается на ребро и прочно закрепляется на рабочем столе пантографа. Такой способ фиксации детали способствует увеличению вредной при гравировании вибрации, для устранения которой необходимо применение дополнительных средств крепления, что ведет к повышению трудоемкости. При этом наладку затрачивается больше времени, чем на выполнение самой граверной работы. Поэтому и появилась необходимость в создании такого приспособления, кото-

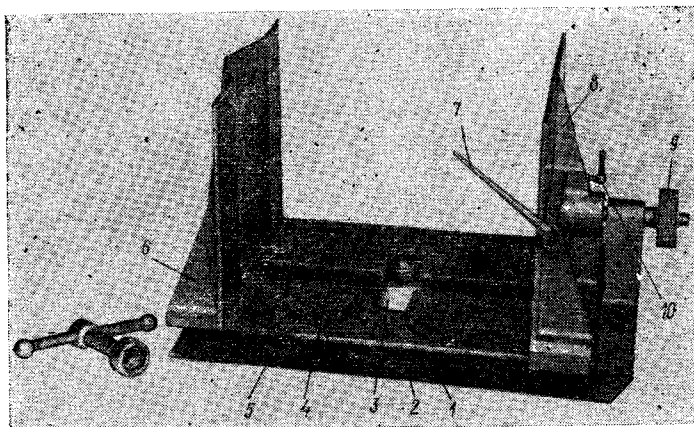


Рис. 52. Универсальные тиски для крепления деталей, гравлируемых по торцу

рое обеспечивало бы надежное крепление и базировку деталей с большим размером по высоте.

Тиски могут быть установлены в любой точке и под любым углом относительно образующей рабочего стола пантографа. Длина подвижной и неподвижной губок тисков 180 мм. Неподвижная губка имеет конфигурацию, обеспечивающую закрепление как плоских, так и круглых деталей. Подвижная губка выполнена плоской и в средней своей части снабжена фиксирующим упором, стопором и винтом для перемещения. Универсальные тиски (рис. 52) для крепления деталей, гравлируемых по торцу, состоят из нижней 1 и верхней 2 плит, соединенных между собой колонками. На нижней плите устанавливают тиски при помощи болта и шайбы 3, на верхней — деталь. Для расположения тисков в любом месте рабочего стола станка и под любым углом, обе плиты снабжены крестообразными пазами 4. Верхняя плита имеет два ряда фигурных отверстий 5 для перестановки неподвижной губки 6 в зависимости от размера обрабатываемой детали. Подвижная губка 8 винтом 9 может перемещаться в продольном направлении. Для фиксации детали на подвижной губке установлен регулируемый упор-фиксатор 7 со стопорным винтом 10.

Для круглых изделий упор устанавливают в нерабочее положение, а фиксация их осуществляется специальной неподвижной губкой 6 призматического типа.

Тиски удобны тем, что как у подвижной, так и неподвижной губок торец имеет ступенчатую форму, что очень ценно при закреплении плит и панелей, имеющих с нижней стороны установленные узлы и частичный монтаж прибора, т. е. плит в сборе. Внедрение универсальных тисков позволило сократить вспомога-

тельное время на настройку и расширить возможности станка при гравировании деталей по торцу, а также других крупногабаритных деталей.

Приспособление для гравирования знаков на цилиндрических и конических поверхностях. Гравирование на деталях с цилиндрической поверхностью производят несколькими способами. Цилиндрическая деталь зажимается в тисках, установленных на рабочем столе пантографа, обеспечивается фиксация по торцу (исключая продольные сдвиги), после чего приступают к гравированию знаков. Такой способ является непроизводительным, а качество гравирования очень низким, так как при нанесении каждого последующего знака для поворота детали на определенный угол необходимо разжать и зажать ее, поэтому интервалы между знаками устанавливаются приблизительно равными. Кроме того, глубина гравирования также осуществляется произвольно и ее практически невозможно выдержать постоянной на цилиндрической поверхности детали.

Второй способ, более приемлемый, заключается в том, что на рабочем столе пантографа монтируют делительную головку, на оправке которой закреплена цилиндрическая или коническая деталь. Деталь зажимают один раз до полного ее изготовления, а углы поворота детали, необходимые для нанесения рисунков и гравирования цифр, отсчитывают по нониусу. Этот способ значительно точнее первого, однако глубина гравирования остается по-прежнему неравномерной. Существует третий способ, заключающийся в использовании специальной делительной машины для нанесения рисок на деталях с цилиндрической поверхностью. Серьезным недостатком этого способа является то, что на машине нельзя гравировать цифры или другие знаки. Для получения цифр цилиндрическую деталь требуется настроить вторично на другом станке.

Таким образом, и третий способ не обеспечивает полностью поставленных производственных задач.

Предложено универсальное полуавтоматическое приспособление к пантографу для гравирования рисок и знаков на цилиндрических и конических поверхностях (рис. 53), позволяющее автоматически поворачивать на требуемый угол обрабатываемую деталь и обеспечивающее одинаковую глубину знаков. Приспособление (рис. 53, а) состоит из неподвижного основания 1, на поверхности которого закреплены направляющие 2, по которым прямолинейно перемещается корпус 15. Для легкости прямолинейного вертикального и горизонтального хода корпус снабжен шарикоподшипниками. В полость корпуса вмонтирован шпиндель 13, вращающийся вокруг своей оси на шариковых подшипниках. С одного конца шпинделя (на конус Морзе) устанавливают оправку 12 с закрепленной на ней деталью 11. На другом конце имеется зубчатое колесо 5 (модуль зуба 0,3) и накатной диск для удержания шпинделя в момент фиксации детали. Отношение

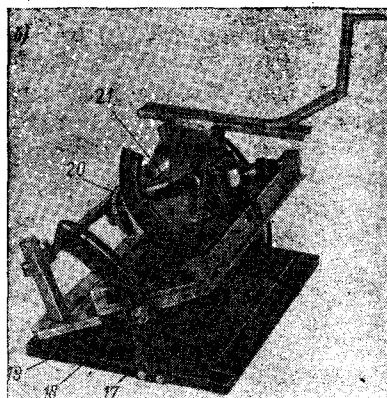
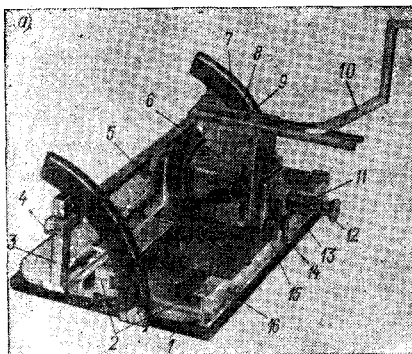


Рис. 53. Универсальное полуавтоматическое приспособление для гравировки знаков на цилиндрических (а) и конических (б) поверхностях

диаметров детали и шкива 1:1, поэтому в каждом отдельном случае устанавливают зубчатый шкив соответствующего диаметра.

С увеличением или уменьшением диаметра шкива соответственно поднимают или опускают подпружиненную зубчатую рейку вверх или вниз до зацепления со шкивом с последующим фиксированием на колонках 3 винтами 4. На корпусе 15 имеется регулируемая по высоте и углу наклона П-образная каретка 6, которую можно зафиксировать в различном по высоте и углу наклона положении винтами 7. В верхней части каретки сделан направляющий паз для регулируемой по длине вилки 8 со стопорным винтом 9. Отверстие в вилке 8 выполнено с конусностью 5—6°. Поводок 10 снабжен соответствующим конусом и жестко закреплен на шпинделе пантографа, работающем в комплекте с вилкой 8. Конусное соединение необходимо для наладки без люфтов при комплексной настройке полуавтомата и пантографа, так как после длительной эксплуатации рабочие поверхности со временем вырабатываются как у вилки, так и у поводка. В зависимости от диаметра гравироваемых деталей соответственно изменяется и прямолинейный ход корпуса 15. Для ограничения этого хода на наружной стороне направляющей 2 смонтированы два регулируемых упора 16, а на корпусе 15 — опорный угольник 14.

Полуавтомат устанавливают и закрепляют на рабочем столе пантографа, зажимают в оправке цилиндрическую или коническую деталь, затем жестко приворачивают поводок 10 к шпинделю пантографа. Резец пантографа при этом находится в одной осевой плоскости с рабочей втулкой поводка и вилкой 8. Под действием пальца-шупа,двигающегося по наборным шаблонам, выставленным в пазу трейсерного (копирного) стола пантографа, через

систему поводок — вилка 8 корпус полуавтомата 15 перемещается по направляющим 2. Возвратно-поступательное движение корпуса посредством зубчатого колеса 5 и рейки автоматически передается шпинделю 13, а вместе с ним и обрабатываемой детали. Таким образом, универсальное полуавтоматическое приспособление, преобразуя изображение различных знаков, делений, кривых и т. п. и передавая его с плоскостного копира на цилиндрическую поверхность детали, позволяет производить работу с одной установкой. Кроме того, на полуавтоматическом устройстве можно гравировать с одних и тех же наборных шаблонов (по размеру) надписи различных размеров и форм. Например, в тех случаях, когда на цилиндрическую деталь требуется нанести гравировку, которая по количеству знаков по всей окружности цилиндра не уместится. Или наоборот, когда требуется небольшую надпись из пяти — восьми знаков растянуть по всему цилиндру. При этом в первом случае знаки искусственно сужаются и за счет этого уместаются в заданный размер цилиндрической детали. Во втором случае происходит их расширение и надпись соответственно удлиняется. Все изложенные выше изменения в гравировании достигаются при помощи выбора отношения диаметров изделия и шкива.

Для придания гравированной конической поверхности детали горизонтального положения подвижное основание 1 надо установить под углом, равным углу конуса детали. Делается это при помощи сектора со шкалой 17 (рис. 53, б), закрепленного на подвижном основании 18, и стопорного винта 19. Соответственно на такой же угол, но в обратном направлении при помощи винта 7 устанавливается и закрепляется каретка 6. Угол поворота каретки 6 контролируется указателем 21, расположенным на каретке 6, по шкале 20.

Применение полуавтоматического приспособления резко повысило производительность труда, ускорило процесс гравирования в 5—6 раз, а на некоторых деталях — в 20 раз и более при отличном качестве выполнения граверных работ (глубина резания одинаковая в любой точке гравированных знаков).

Полуавтоматическое приспособление оснащено комплектом универсальных оправок и трибок и может быть использовано на пантографе любой системы. Оно имеет малогабаритные размеры и массу и может быть изготовлено на любом заводе, где есть инструментальный цех.

Малогабаритная делительная головка. Для нанесения штрихов и цифр на цилиндрических поверхностях шкальных барабанов, а также на лимбах с конусообразной поверхностью применяют специальные делительные машины. Как показал опыт эксплуатации этих машин, на них не удастся производить некоторые делительные работы. Так, при нанесении штрихов на покрытиях шкал типа черного муара, разноцветных нитроэмалей и светящихся масс временного действия края рисок получаются рваными и нечеткими. Затем эти шкальные барабаны необходимо вторично

устанавливать на станок с пантографом для гравирования цифр, букв или других обозначений. На эту работу уходит дополнительное рабочее время.

Специальная делительная головка, используемая для этой цели, позволяет повысить производительность труда при высоком качестве делительных и граверных работ на деталях с упомянутыми покрытиями. Она устанавливается на рабочем столе станка с пантографом. На закрепленную в делительной головке заготовку для будущей плоской или цилиндрической шкалы можно нанести риски и цифры как при обычном гравировании на станке-пантографе. При этом любое покрытие на заготовке для шкалы уже не может оказать влияние на качество гравирования, так как метод гравирования с вращением резца исключает процесс щербления и скалывания; риски делений получаются четкими и ясными. Если же требуется произвести делительные работы на цилиндрической поверхности, то для этого деталь закрепляют в специальной оправке, ввернутой в конус столика универсальной делительной головки, и посредством червячной пары устанавливают головку под углом в 90° , т. е. вертикально. Всю работу по гравированию делений шкального барабана или конусного лимба производят обычными приемами.

Приспособление для точной установки деталей относительно копирного стола пантографа. Копирный стол станка-пантографа имеет вращательное перемещение, и его ось всегда располагают параллельно направлению движения рабочего стола. Верхняя плоскость обрабатываемых деталей может быть смещена относительно основания стола. Все это затрудняет точную установку детали на рабочем столе перед гравированием и способствует смещению наносимого текста по отношению к краю верхней плоскости детали.

Для правильной установки детали на рабочем столе пантографа, когда одна из ее сторон является базой, обычно применяют масштабную линейку. Выверку можно произвести также путем сопряжения осязательного пальца с шаблоном, а резца — с кромкой детали. При более точных работах параллельность детали относительно стола пантографа выверяют с помощью индикатора. Все вышеуказанные способы требуют длительного времени на настройку и не всегда гарантируют необходимую точность.

Универсальное приспособление, показанное на рис. 54, позволяет течение нескольких секунд с большой точностью установить любую деталь *Д* относительно паза копирного стола пантографа, а также выставить ее под любым углом относительно паза последнего в любую из сторон в пределах 90° .

Оно состоит из основания *1* с профилем в форме ласточкина хвоста, на котором шарнирно закреплена рамка *2*, имеющая на поверхности шкалу в 90° и несущая на себе корректирующий упор *3* с указателем *4*. Принцип действия приспособления весьма прост. Основание *1* вставляют в любой из пазов копирного стола

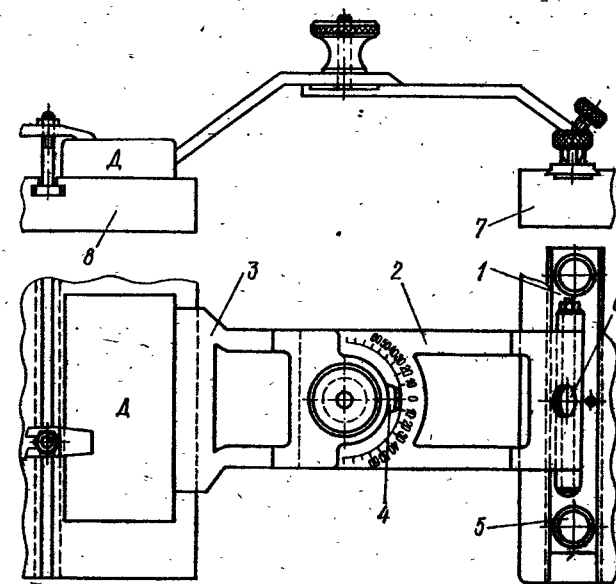


Рис. 54. Универсальное приспособление для точной установки деталей на станке-пантографе

пантографа и фиксируют винтами *5*. Опуская до нужного уровня корректирующий упор *3*, его устанавливают в необходимом положении и стопорят винтом *6*. Затем деталь прижимают одной из сторон к рабочей части корректирующего упора *3* и в этом положении закрепляют деталь на рабочем столе *8*.

При нулевом положении индекса прибора деталь и лаз копирного стола *7* пантографа параллельны друг другу. Если деталь должна находиться под каким-либо углом к нему, соответственно изменяют положение корректирующего упора и прижимают к нему деталь. На всю операцию установки приспособления и детали уходят считанные секунды, в результате чего на настройку пантографа в целом расходуется значительно меньше рабочего времени. Повышается и качество производимой граверной работы. Простота конструкции приспособления позволяет изготовить его силами инструментального цеха любого предприятия.

Приспособление для закрепления и фиксации малогабаритных деталей. Если необходимо отгравировать большое число всевозможных шильдиков и других аналогичных им деталей, то вместо стальных пуансонов используют пантограф. Для закрепления деталей применяются параллельные тиски. Однако эти детали различны по толщине, ширине и длине, поэтому зажатие их в тисках очень неудобно. В связи с этим возникает значительное затруднение для быстрой настройки станка в целом, так как

к каждой детали или шильдику необходимо подбирать различные подкладки, приставки и другие вспомогательные средства для обеспечения нужной высоты установки изделия. Кроме того, деталь, закрепленная в тисках, должна быть точно зафиксирована в определенном положении. В особенности это важно, когда гравировают несколько деталей. Фиксирование детали при помощи дополнительных упоров, в свою очередь, порождает непроизводительную затрату рабочего времени.

Для устранения вышеуказанных недостатков, а следовательно, для повышения производительности труда и качества гравированных изделий можно использовать универсальное приспособление к тискам [3], которое допускает большую маневренность при настройке, что очень важно для ускорения подготовки пантографа к работе. Кроме того, оно обеспечивает надежное крепление и фиксацию почти всех вышеупомянутых деталей.

20. Оснастка для производства печатных плат

В технологическом процессе производства печатных плат одной из важнейших операций является вырезание из бумаги или липкой ленты букв, цифровых знаков и различных перемычек, которые затем наклеиваются. Способ создания орнаментов и изображений путем наклеивания или нашивания на бумагу, металл, ткань и т. п. разноцветных кусочков материи или бумаги, а также рисунок, созданный таким способом, называются *аппликацией*.

Существует несколько способов изготовления аппликаций. В одном из способов цифровые или буквенные знаки вычерчивают на ватмане в масштабе 1 : 1, заливают тушью и вырезают. При этом производительность труда и качество получаемых изображений очень низкие. Другой способ заключается в том, что цифры и буквы вычерчивают в масштабе 10 : 1, заливают тушью, фотографируют с уменьшением до требуемого размера, потом уже вырезают и расклеивают. Качество продукции здесь намного выше, чем в первом случае, однако подобная операция еще более трудоемка.

В целях повышения производительности изготовления упомянутых выше элементов печатных плат их изображение вырезают из липкой ленты предварительно нагретым инструментом — ножевой просечкой. Для этого на прямоугольную резиновую (или фторопластовую) прокладку закрепляют пластичную алюминиевую фольгу, к которой по всей длине приклеивают липкую ленту. Ножевую просечку с буквенным или другим знаком, имеющим с обратной стороны хвостовик в виде резьбового винта, ввинчивают в обычный монтажный паяльник. После нагрева паяльнику придается вертикальное положение, и при легком нажатии на липкую ленту происходит вырезание изображения.

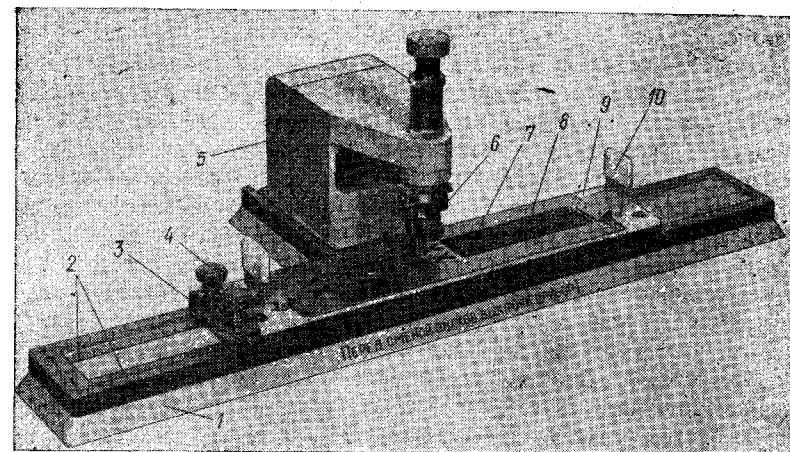


Рис. 55. Термомеханический штамп ТМШ-1

Термомеханический штамп ТМШ-1. При изготовлении ножевых просечек можно использовать термомеханический штамп ТМШ-1 (рис. 55), который сочетает в себе источник нагрева и каретку с шаговым механизмом. В верхней части основания 1 штампа имеется прямоугольный закрытый паз, в котором выполнены две сменные программные дорожки 2, задающие шаг для знаков размером 7 и 10 мм. В пазу установлена съемная подвижная каретка 3, на которой смонтирован полуавтоматический кнопочный переключатель программ 4. Сверху на каретке закреплена резиновая пластина 9 и установлены два рычажных прижима 10. На направляющих перпендикулярно основанию помещены корпус 5, содержащий блок питания, и вырезающий узел 6, на котором закреплены сменные просечки.

При использовании термомеханического штампа с основания 1 снимают каретку 3, и на ее поверхности прижимами 10 закрепляют пластинку из алюминиевой фольги 8 с предварительно наклеенной на нее липкой лентой 7. После этого каретку устанавливают на основании в крайнее правое положение, выбирают нужную шаговую программу и на вырезающем узле 6 закрепляют соответствующие просечки. Включив блок питания, нажимают на верхнюю кнопку узла 6 и вырезают знак на липкой ленте, затем каретку сдвигают на один шаг влево и повторяют операцию. Переместив корпус 5 перпендикулярно направлению движения каретки, вырезают знаки на втором ряду липкой ленты. После окончания работы пластину из алюминиевой фольги снимают и вместе со знаками консервируют, чтобы по мере надобности использовать для изготовления аппликаций.

Следует заметить, что с целью экономии электроэнергии и предотвращения перегрева термоэлемента на него подается

импульсное напряжение, что предусмотрено конструкцией штампа.

После некоторой модернизации термомеханического штампа с его помощью можно вырезать буквы, цифры и другие знаки из липкой ленты различных цветов и размеров (до 40 мм), которыми оснащают различные карточки и оформляют производственные графики, стенгазеты, объявления и т. д. С применением термомеханического штампа ТМШ-1 производительность возросла в 10—15 раз, полностью исключен брак, повысились коэффициент использования липкой ленты и культура производства.

Чертежные приборы типа «Пингвин». Чертежный прибор «Пингвин-2» (рис. 56) предназначен для выполнения чертежно-графических работ карандашом или тушью на листах 11 формата. Прямоугольная фанерная доска служит основанием 1, на котором установлен поворотный стол 2 с круговой шкалой 4. На верхней плоскости стола имеются две взаимно перпендикулярные линии 3, служащие для установки по ним чертежных листов. Вертикальная линия снабжена обычной миллиметровой шкалой с нулевым центром, от которого нанесено по 100 делений вверх и вниз, что значительно облегчает вычерчивание горизонтальных линий с заданным расстоянием между ними. С левой стороны основания на двух кронштейнах установлена цилиндрическая штанга 8, по которой вертикально перемещается каретка 5, имеющая на своей поверхности четыре сухарика 6, образующих направляющий паз типа ласточкина хвоста. В пазу установлена рабочая линейка 7, снабженная миллиметровой шкалой с нулевым центром, по обе стороны от которого нанесено по 300 делений. Наличие подвижного нуля является важным преимуществом прибора, так как это

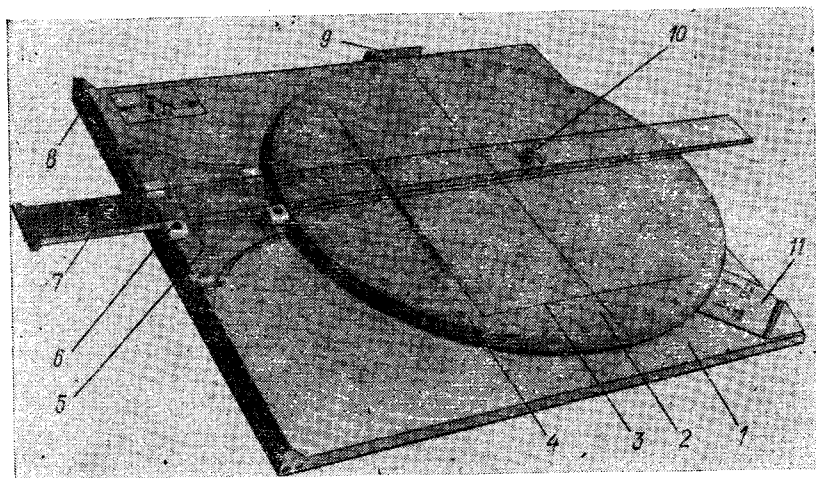


Рис. 56. Чертежный прибор «Пингвин-2»

значительно облегчает вычерчивание фигур по заданным размерам и повышает производительность труда. Для удобства перемещения линейки в горизонтальном направлении на ней предусмотрена ручка 10. Чтобы линейка не мешала при закреплении чертежа, она вместе с кареткой может поворачиваться на штанге 8 и откидываться влево.

В верхней части основания имеется указатель угла поворота 9, а в правой нижней части смонтировано стопорное устройство 11, фиксирующее положение поворотного стола. В центре внутренней плоскости стола с помощью фланца закреплена вертикальная ось, помещенная в подпятник, установленный на основании. В подпятнике предусмотрен стопорный винт, входящий в кольцевую канавку на оси и предотвращающий выпадение поворотного стола при транспортировке прибора. На внутренней плоскости основания, в верхней его части, закреплена регулируемая по высоте опора, позволяющая быстро изменять угол наклона прибора от 20 до 80°.

Малые габаритные размеры и компактность прибора позволяют использовать его как в технологических и конструкторских бюро, так и в полевых условиях. Внедрение прибора «Пингвин-2» повысило производительность труда и культуру производства.

Чертежный прибор «Пингвин-5» по сравнению с предыдущим имеет более простую конструкцию и позволяет выполнять чертежно-графические работы на листах 11-го и 12-го форматов.

Прямоугольное основание 1 прибора (рис. 57) выполнено из двух скрепленных между собой фанерных листов. В верхнем листе имеется цилиндрическое окно, в которое помещен поворотный стол 2, снабженный градусной шкалой 9 с нулевым центром и 45 делениями по обе его стороны. На основании сверху и снизу нанесены по три риски 10 с центральными углами в 45° между ними. В центре, с тыльной стороны к поворотному столу, прикреплен фланец с осью, входящей во втулку, установленную на основании. Вдоль кромок основания справа и слева на кронштейнах 5 и 8 параллельно друг другу закреплены две цилиндрические направляющие 7, по которым перемещается ползун 6, жестко связанный с рейшиной 4, имеющей миллиметровую шкалу длиной 500 мм. Рейшину перемещают за ручку 3.

Для расчета расстояний по вертикали на правой кромке неподвижного основания закреплена шкала 11 длиной 330 мм, а на рейшине 4 предусмотрен соответствующий визир. К нижней плоскости основания прикреплены две регулируемые по высоте ножки, позволяющие устанавливать прибор под углом 30° к поверхности рабочего стола. На ножках и на плоскости основания снизу имеются резиновые прокладки, устраняющие скольжение прибора на рабочем столе.

Поворотный стол снабжен четырьмя механическими кнопками постоянного действия, которые расположены так, что позволяют закреплять листы 11-го и 12-го форматов.

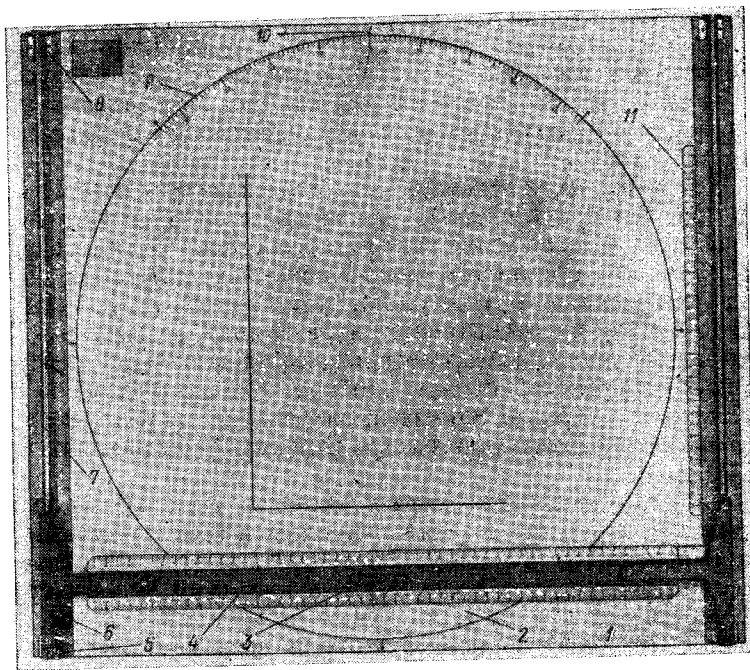


Рис. 57. Чертежный прибор «Пингвин-5»

Рассмотрим некоторые особенности работы с прибором «Пингвин-5». Установив поворотный стол так, чтобы нанесенная на основании прибора вертикальная риска совместилась с нулевым делением градусной шкалы 9, чертежный лист заводят под кнопки и закрепляют в положении, при котором горизонтальные линии рамки листа оказываются параллельными рейсшине 4.

При вычерчивании линий тушью рейсшину устанавливают на расстоянии 1,5—2 мм от поверхности листа, что дает возможность продолжать работу, не дожидаясь высыхания туши, и исключает загрязнение чертежа. При работе карандашом рейсшину поджимают к поверхности чертежа ручкой 3.

Для построения круговых шкал или деления дуг окружностей на части их центры необходимо совместить с центром вращения стола. Чтобы определить этот центр, наносят две диаметральных линии при различном угловом положении стола. Точка их пересечения и будет искомым центром. Далее построение производят при помощи градусной шкалы 9.

Таким образом, сочетание поворотного чертежного стола с плоскопараллельной рейсшиной и вертикальной шкалой неподвижного стола полностью исключает пользование различными угольниками, измерителями, транспортирами и другими делительными инструментами, а также прибором для нанесения штриховых

линий. «Пингвин-5» позволяет выполнять чертежи с высокой точностью линейных ($\pm 0,25$ мм) и угловых ($\pm 15'$) размеров.

Для обеспечения плавного перемещения рейсшины цилиндрические направляющие необходимо один раз в месяц протирать и смазывать веретенным маслом с помощью тампона. Поверхности прибора следует 1—2 раза в месяц обрабатывать бензином.

Чертежный прибор «Пингвин-5» прост по конструкции, надежен в эксплуатации и не требует значительных затрат на изготовление. Применение прибора резко повышает производительность труда и культуру производства.

Универсальный чертежный прибор. Для облегчения труда при нанесении штриховых линий с разным шагом можно использовать универсальный чертежный прибор, позволяющий осуществлять более 17 операций.

Базовой деталью универсального чертежного прибора (рис. 58) является основание 1, изготовленное из органического стекла, на котором закреплена миллиметровая линейка 3 и выполнены шесть делительных программных дорожек 5, представляющих собой конические гнезда, расположенные между собой на заданном программой расстоянии.

В пазу 4 основания при помощи шпоночного подвижного соединения установлена каретка 7 с шаговым фиксирующим устройством 9, которое может поворачиваться относительно оси 8 и закрепляться гайкой 10. Каретка 7 также может быть закреплена в любом положении относительно основания гайкой 6. На каретке при помощи шарнирного узла 12 установлена линейка 13, имеющая миллиметровую шкалу и снабженная ползунами-упорами 14. Упоры могут перемещаться вдоль паза линейки и фиксироваться гайками 15.

Кроме того, линейка имеет круговой паз, который обеспечивает ее закрепление гайкой 11 после поворота на заданный угол. Два винта 2 с игольчатыми наконечниками служат для фиксации всего прибора на чертежном листе.

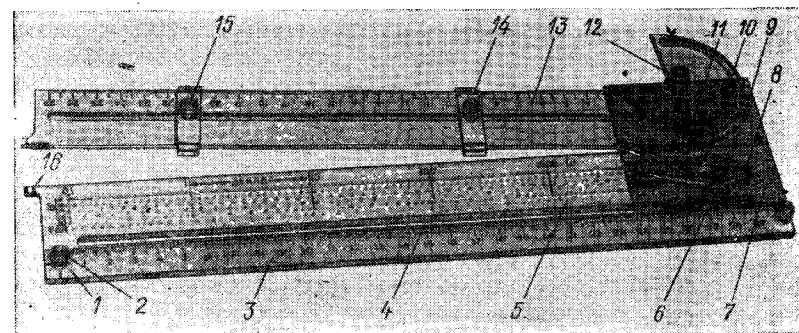


Рис. 58. Универсальный чертежный прибор

При транспортировке прибора подвижная линейка закрепляется с помощью штырька 16.

Нанесение отрезков прямых линий на чертеже производится при помощи поворотной линейки 13. Длину отрезков можно выдерживать по миллиметровой шкале или при помощи упоров 14. В последнем случае упоры устанавливаются на линейке на заданном расстоянии друг от друга и закрепляются гайками, а между ними по линейке проводится отрезок. Особенно удобно пользоваться упорами, когда необходимо провести несколько линий одной длины или отрезки разной длины с началом от одной прямой.

Углы, различного вида треугольники и прямоугольники строятся также с помощью верхней подвижной линейки 13. При этом угол наклона линий отсчитывают по градусной шкале каретки. Длину отрезков прямых линий (катетов, сторон прямоугольников и т. д.) откладывают по миллиметровой шкале рабочей подвижной линейки.

При вычерчивании дуг или окружностей длину их радиусов устанавливают подвижным упором (или двумя упорами) по шкале линейки 13. Центром вращения в этом случае является шарнирный узел 12, соединяющий линейку с кареткой. При нажатии на кнопку шарнирного узла выдвигается игла, которая фиксирует центр вращения на чертеже. В случае, когда центр окружности задан точкой, установку прибора производят по осевым линиям, проведенным через эту точку. При этом горизонтальную осевую линию совмещают с нулевой риской градусной шкалы каретки, а вертикальную — с краем подвижной линейки, расположенной под углом 90° к горизонтальной осевой линии. Затем остро заточенный карандаш вставляют в отверстие зафиксированного на размер радиуса упора и, вращая подвижную линейку или весь прибор относительно иглы шарнира, вычерчивают нужную дугу или окружность.

С помощью подвижной линейки можно вычерчивать окружности диаметром до 540 мм. Если необходимо получить окружность большего диаметра, то подвижную линейку откидывают на 180° и по 500-миллиметровой масштабной линейке с помощью подвижного упора устанавливают радиус требуемой длины. Вставив в отверстие упора карандаш и вращая прибор относительно крайнего игольчатого винта основания, получают необходимую окружность. Данный прием позволяет вычерчивать окружности диаметром до 1000 мм.

Нанесение штриховых линий с различными постоянными или переменными шагами, а также построение логарифмических сеток для графиков производится с помощью программных дорожек 5, выполненных на основании прибора. Каждой из шести программных дорожек соответствует индекс, указывающий шаг штриховки при наклоне в 45° или назначение данной программной дорожки. Они предназначены для нанесения штриховых линий, находя-

щихся друг от друга на расстоянии 1, 2, 3 и 4 мм соответственно. Подвижную линейку устанавливают по градусной шкале каретки на требуемый угол и поворотом фиксирующего устройства включают нужную программу. Шариковая фиксация обеспечивает запрограммированное на дорожке дискретное движение линейки относительно основания. Заданная на четырех дорожках программа совместно с различными углами поворота подвижной линейки позволяет получить шаг штриховки от 0 до 6 мм.

Все перечисленные операции (кроме операции проведения прямых линий и вычерчивания дуг и окружностей) производятся при ввернутых игольчатых винтах и могут быть выполнены тушью, так как подвижная линейка находится на некотором расстоянии от поверхности листа. Выставление прибора по координатам осуществляется по контрольным красным рискам масштабной линейки основания. По окончании работ подвижную линейку закрепляют на основании при помощи штырька 16, а игольчатые винты выворачивают и вкладывают прибор в специальный чехол.

Технико-экономические показатели универсального чертежного прибора демонстрируют следующие примеры. На расчет и построение логарифмической координатной сетки обычно уходит 40—60 мин, а иногда и больше. Прибор же позволяет производить подобную операцию за 18—20 с. Много времени уходит на вычерчивание штриховых линий в разрезах деталей, а качество чертежно-графических работ при этом обычно оставляет желать лучшего. Используя же данный прибор, конструктор выполняет эту операцию гораздо быстрее, а качество получаемого чертежа несомненно выше.

Шкалограф. Вычерчивание дуговых и круговых шкал наиболее трудоемкая и кропотливая работа, выполняемая конструктором. Отсутствие соответствующих приборов часто является причиной низкого качества чертежей.

Чертежный прибор — шкалограф (рис. 59) — позволяет в 5—6 раз ускорить вычерчивание шкал при отличном качестве построения. Он состоит из двух основных деталей: основания 1, имеющего квадратную форму, и поворотного лимба 3, на котором закреплен трафарет шрифтов и знаков 4 с миллиметровой шкалой. Лимб установлен в цилиндрическую выточку, выфрезерованную в основании, и может в ней свободно вращаться. На основании выгравирована круговая градусная шкала, снабженная двойной цифровкой (по часовой и против часовой стрелки). Трафарет имеет радиальный паз, одна сторона которого служит линейкой для проведения линий. В лимбе также имеется паз, параллельный предыдущему, в котором установлен сухарик 6, закрепляемый гайкой 5. Фиксация шкалографа на чертеже производится четырьмя игольчатыми винтами 2, расположенными по углам основания.

Шкалограф можно использовать при вычерчивании круговых и дуговых шкал, проведении дуг и окружностей, построении

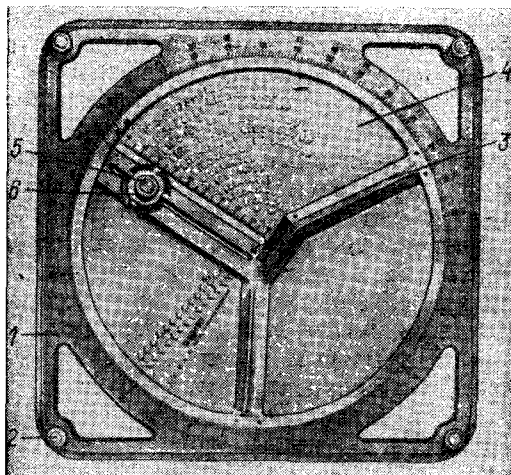


Рис. 59. Шкалограф

треугольников, нанесении круговых стрелок и др. Приступая к вычерчиванию дуговых или круговых шкал, прежде всего необходимо зафиксировать прибор на чертеже при помощи игольчатых винтов, затем установить сухарик 6 на требуемый радиус и закрепить его гайкой 5. Нанесение рисок шкалы в дальнейшем производится через трехступенчатый вырез сухарика, а деление — по шкале основания с использованием нониусной шкалы лимба. Оцифровка шкал осуществляется по вырезанным на трафарете шаблонам цифр различных размеров.

При вычерчивании дуг и окружностей острый конец карандаша вставляют в нужное отверстие трафарета, а затем перемещают относительно оси. Для подобной операции может быть использован также сухарик, выставленный на требуемый радиус от центра поворота лимба. Если дуга заканчивается стрелкой, то последнюю вычерчивают, используя вырезанные на трафарете шаблоны.

Шкалограф имеет простую конструкцию и может быть изготовлен на любом предприятии.

Чертежный трафарет шрифтов и трафаретная планка. При вычерчивании цифровых и буквенных надписей конструктор прежде всего сталкивается с необходимостью расчета длины надписи и определения ее расположения на детали. На это уходит значительное время. Еще больше его уходит на непосредственное вычерчивание надписи стандартным шрифтом. Трафарет шрифтов сокращает это время в 10—15 раз и обеспечивает высокое качество выполнения чертежей.

Трафарет состоит из прямоугольного основания 1, имеющего продольный паз типа ласточкина хвоста, двух игольчатых винтов 2, четырех специальных винтов 4 и движка 3, установленного

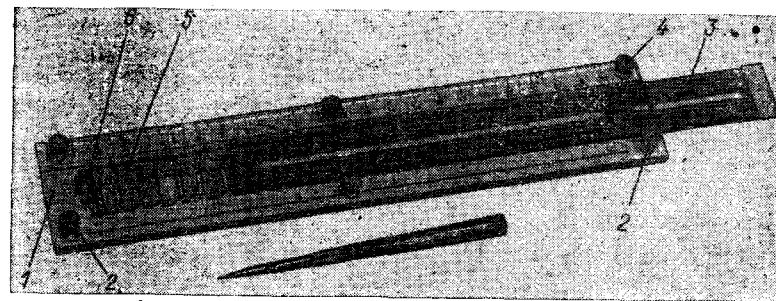


Рис. 60. Чертежный трафарет шрифтов

в пазу (рис. 60). Основание, выполненное из органического стекла толщиной 4—5 мм, в средней части имеет продольное окно, а на верхней части — скос с выгравированной на нем миллиметровой шкалой от 0 до 240 мм. Трафарет должен быть снабжен набором шаблонов 5 букв, цифр и других обозначений различной формы и размеров, предусмотренных ГОСТ 3454—59.

Для выполнения требуемой надписи или обозначения из кассы выбирают соответствующие шаблоны и укладывают их на ровной поверхности в порядке написания. Затем шаблоны наклоняют на 20—30°, а сверху накладывают трафарет с вывернутыми винтами 2 и 4 и выдвинутым движком (при этом набор шаблонов должен оказаться в центре окна основания). После этого перемещают движок влево до тех пор, пока весь набор не упрется в планку, зажатую винтом 6. Установив трафарет в нужное место, его прикалывают игольчатыми винтами к чертежу и вычерчивают требуемую надпись или обозначение. Если ввернуть все четыре винта 4, то трафарет приподнимется над плоскостью чертежа, благодаря чему надписи и обозначения можно выполнять специальным рейсфедером (с трубкой) тушью.

При вычерчивании небольшого числа знаков лучше пользоваться трафаретной планкой, на которой выполнены все буквы алфавита и некоторые другие знаки. Трафаретная планка (рис. 61), как и обычные наборные шаблоны, имеет в своем сечении форму ласточкина хвоста. Ее вставляют в основание трафарета и, периодически перемещая в горизонтальном положении, наносят необходимые буквенные обозначения. Для того чтобы интервал между ними был постоянным, левый край каждого последующего знака

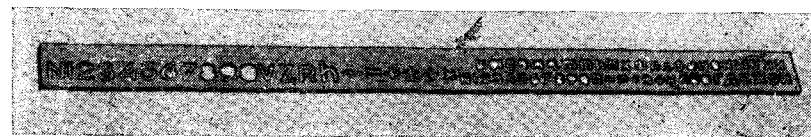


Рис. 61. Трафаретная планка

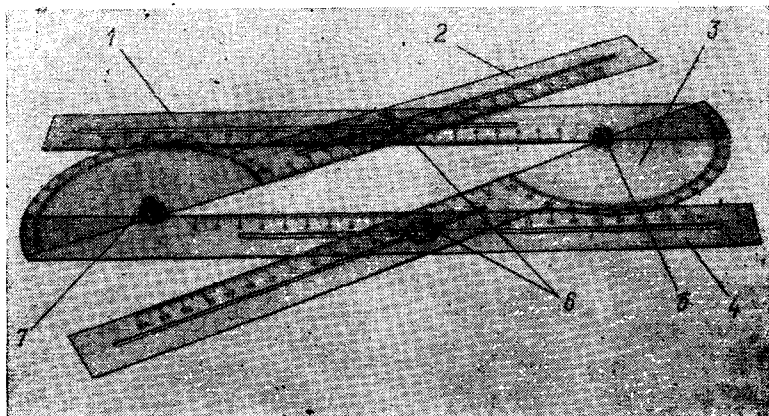


Рис. 62. Геометрический построитель

сопрягают с правым штрихом уже вычерченного. Так как контур буквы на планке образован наклонной поверхностью, то проекция верхнего контура на нижнюю плоскость будет отстоять на расстоянии, соответствующем стандартному интервалу между буквами.

На вычерчивание одного знака с помощью трафаретной планки уходит примерно 5 с, что значительно меньше времени, которое было бы затрачено на выполнение подобной операции вручную.

Геометрический построитель. Этот прибор предназначен для построения и графического выполнения различных геометрических фигур — квадратов, прямоугольников, треугольников, параллелограммов и т. п. в различных масштабах. Он состоит из четырех линеек 1—4 с масштабными делениями и продольными пазами, выполненных из прозрачного материала (рис. 62). Линейки 2 и 3 имеют дуговые шкалы на 180° с ценой деления 1° . В центре дуговой шкалы линейки 3 закреплена пустотелая ось с зажимной гайкой 5, связывающей одну линейку с другой. В отверстие оси линейки 2 вмонтирован самоубирающийся центр 7 игольчатого типа, вокруг которого может поворачиваться весь прибор. В центр дуговой шкалы другой линейки вмонтирована ось с отверстием под карандаш. Расположенная на оси гайка 5 служит для соединения и фиксации этой линейки с третьей. В прорезях линейки размещены винты 7 с гайками для закрепления линеек в любом положении.

Перед выполнением графической работы ослабляют винты и стопорные гайки, расположенные в центрах дуговых шкал прибора. Затем при помощи дуговых шкал и метрических делений на линейках устанавливают необходимую фигуру и закрепляют всю систему стопорными винтами и гайками. Используя получившуюся фигуру как трафарет, выполняют работу карандашом.

При помощи геометрического построителя можно вычерчивать дуги и окружности диаметром от 20 до 1000 мм.

При ослабленных винтах и гайках прибор можно «насадить» на деталь любой конфигурации, прижать к ее сторонам все четыре линейки, зафиксировать их в этом положении, снять с детали и затем использовать как обычный трафарет. Кроме того, при различном сочетании всех четырех линеек (с учетом метрических делений и угловых шкал геометрического построителя) можно вычерчивать различные орнаменты, используемые в художественном конструировании. Применение прибора значительно повышает производительность труда конструкторов и художников-оформителей.



21. Продольные машины

Продольные делительные машины, служащие для нанесения штрихов при изготовлении шкал, сеток и подобных им изделий, бывают с механическими, фотоэлектрическими и оптико-механическими системами контроля и управления перемещением инструмента и рабочего органа. Наибольшее распространение получили механические и фотоэлектрические системы.

В механических машинах для транспортирования стола с заготовкой по направляющим и для контроля величины перемещения служит микрометрическая пара. Точность перемещения рабочего органа в них определяется точностью изготовления микрометрической пары. Эти пары делают по специальной технологии, которая обуславливает минимальные периодические ошибки, хотя и не устраняет накопленные. Накопленные ошибки компенсируются специальными коррекционными устройствами.

Необходимо помнить, что во время работы микрометрическая пара изнашивается, а в делительном механизме и в механизмах перемещения рабочего стола возникают упругие деформации, которые являются источниками случайных погрешностей. Поэтому механические машины обладают серьезными конструктивными недостатками, из-за которых невозможно получить погрешность между близлежащими штрихами шкал и сеток менее 0,002 мм.

В последние годы в СССР и за рубежом изготавливают высокоточные машины, в которых микрометрическая пара осуществляет перемещение рабочего органа, а контроль

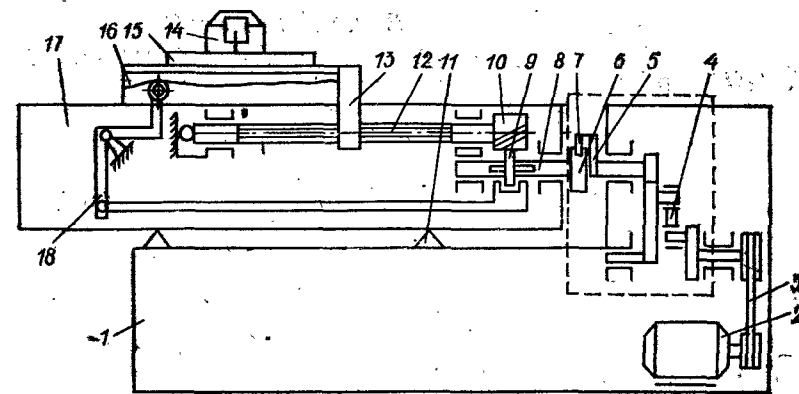


Рис. 63. Принципиальная схема механической продольной делительной машины

за перемещением выполняется специальными измерительными системами. Опытные экземпляры таких машин имеются в СССР, ГДР, Швейцарии, Японии, Англии и других странах.

Механические делительные машины. Механические машины, выпускаемые различными фирмами, почти не отличаются друг от друга по принципу действия, но имеют различие в конструктивном выполнении отдельных механизмов и узлов и в их точности.

Механические машины состоят из исполнительной, установленной на виброизолирующих опорах, и приводной частей. Приводная часть машины включает в себя резцовую головку, стол для закрепления заготовки, устройство для привода рабочего органа (стола) и узел дискретного движения ходового винта (води́ло, собачка и храповое колесо). Для устранения периодических и накопленных погрешностей в перемещении рабочего органа делительная машина снабжена узлом коррекции, смонтированным в исполнительной части корпуса.

В механической делительной машине (рис. 63) шарнирный четырехзвенник узла 4 дискретного движения ходового винта 12 и водило с собачкой размещены в приводной части 1 корпуса машины, а храповое колесо — в исполнительной части 17. При этом исполнительная и приводная части машины отделены друг от друга виброизолирующими опорами 11, что позволяет уменьшить влияние на точность работы машины источников вибрации.

Перемещение заготовки, закрепленной на рабочем органе 15, осуществляется электродвигателем 2 через трансмиссию 3 и узел 4. Во время рабочего хода собачка 7, находящаяся в зацеплении с храповым колесом 6, поворачивает через водило 5 храповое колесо совместно с цилиндрическими косозубыми колесами 9 и 10, а следовательно, начинает вращаться ходовой винт и перемещается микрометрическая гайка 13 вместе с рабочим органом. При холостом ходе, т. е. в момент нанесения штриха резцовым устрой-

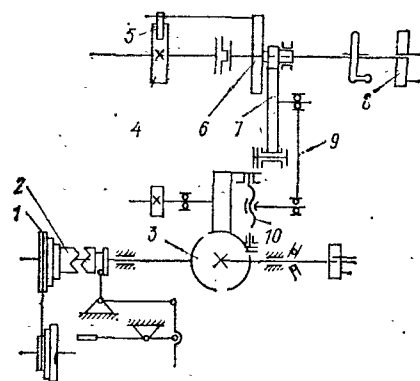


Рис. 64. Принципиальная схема механизма прерывистой подачи

ством 14, собачка скользит по храповому колесу, закрепленному на валу 8.

Коррекция систематических погрешностей осуществляется специальным механизмом, состоящим из коррекционной линейки 16 и передаточного механизма 18, который смещает вдоль валика косозубое колесо 9, что приводит к дополнитель-

ному компенсирующему погрешность повороту ходового винта 12 и перемещению стола 15.

Машина имеет оригинальное конструктивное исполнение, в ней отсутствуют незакрытые подвижные части, а рукоятки управления машиной расположены удобно для управления.

Механизм прерывистой подачи машины модели ВЕ-26 (рис. 64) работает следующим образом. Вращение от приводного шкива 1 через обгонную муфту 2 передается косозубой цилиндрической шестерне 3, находящейся в зацеплении с другим косозубым колесом, на котором закреплен винт 10, позволяющий регулировать угол качения зубчатого сектора 7. Кривошип связан с зубчатым сектором через шатун 9. Качение зубчатого сектора передается зубчатому колесу 6, жестко связанному с собачкой 5 храпового механизма, которая находится в зацеплении с храповым колесом 4. Во время рабочего хода стола храповым механизмом передается периодический поворот ходовому винту, который можно вращать и вручную с помощью рукоятки 8.

Для нанесения штрихов используют различные по конструктивным особенностям резцовые механизмы. Резцовый механизм, применяемый в машинах ПДМ-1000, рассмотрен нами в работе [4].

Рассмотрим принцип действия резцового устройства машины модели ВЕ-26, показанного на рис. 65. Вращение от привода машины через конические зубчатые колеса 6 и 7 передается на распределительный вал 8, на котором жестко закреплен кулачок 9, приводящий в движение нижние салазки 5 резцового устройства и блок звездочек 4, величина перемещения

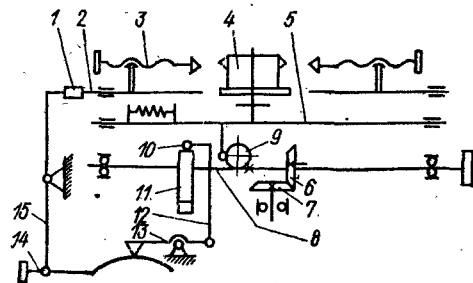
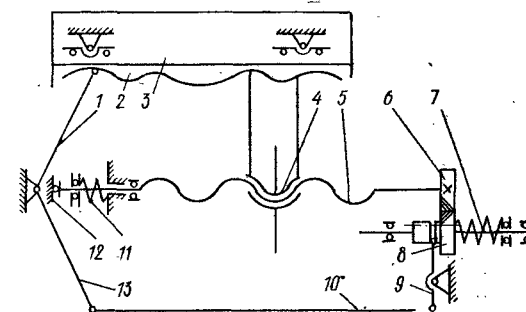


Рис. 65. Принципиальная схема резцового устройства

Рис. 66. Принципиальная схема коррекционного устройства



которых, а следовательно, длина штриха регулируется винтами 3, установленными на верхних салазках 2. При упоре звездочек в винты происходит перемещение верхних салазок и через призму 1 передается касательное движение вертикальной рамке 15 и упорам, а следовательно, перемещается горизонтальная рамка 14 с закрепленным на ней резцом. Подъем резца осуществляется кулачком 11, установленным на валу 8, через регулировочный винт 10, тягу 12 и рычаг 13.

Для компенсации периодических и накопленных погрешностей в машине ВЕ-26 имеется специальный механизм, кинематическая схема которого показана на рис. 66. При движении рабочего органа 3 перемещается жестко закрепленная на нем коррекционная линейка 2, профиль которой построен в зависимости от периодической ошибки микрометрической пары, а наклон линейки позволяет компенсировать накопленную погрешность. По линейке скользит упор, колебание которого с помощью рычагов 1, 13, 10, 9 перемещает в осевом направлении косозубую шестерню 8; тем самым дополнительно поворачиваются зубчатое колесо 6 и ходовой винт 5, а следовательно, на величину погрешности перемещается разжимная гайка 4. В начальном положении шестерня 8 прижимается пружиной 7. Ходовой винт 5 имеет твердосплавную опору 12, а пружина 11 исключает его осевое перемещение.

Разработано несколько конструкций делительных машин для изготовления мелкоструктурных сеток. Эти машины состоят из приводной части, рабочего органа и механизма для нанесения делений. Машина модели МДА-2 имеет поворотный стол с оптической измерительной системой, закрепленной на рабочем органе. Поворотный стол позволяет с высокой точностью ориентировать штрих относительно граней заготовки, т. е. производить высокоточное перекрестное деление.

Машина модели МДА-7, кинематическая схема которой показана на рис. 67, не имеет поворотного стола. Перемещение заготовки на шаг нарезаемой сетки осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу, кулачковый механизм, храповое устройство и микрометрическую пару. Величина шага нарезанной сетки обеспечивается профилем кулачка, числом зубьев храпового колеса и шагом ходового винта. Точность шага обеспечивается точностью изготовления микрометрической пары и хра-

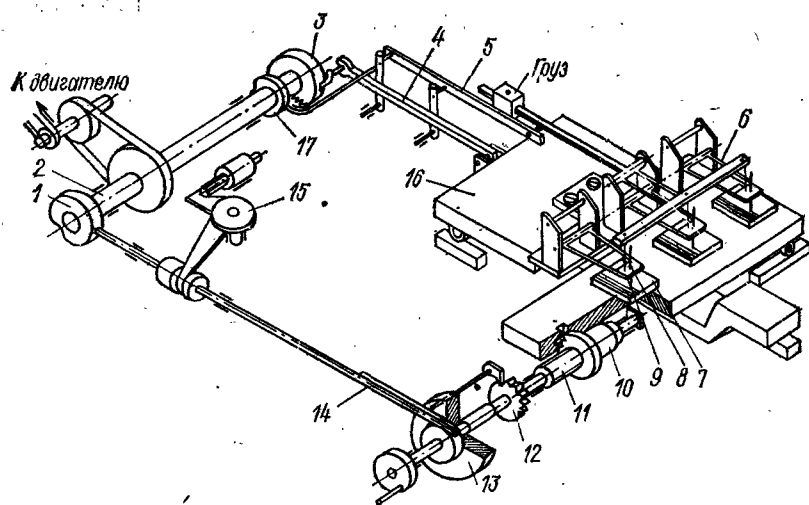


Рис. 67. Принципиальная схема машины для изготовления мелкоструктурных сеток

пового устройства, а кроме того, зависит от колебаний, возбуждаемых при перемещении рабочего органа. Для уменьшения величины погрешностей рабочий орган машины установлен в направляющих качения, смонтированных на высокоточных шарикоподшипниках.

При вращении распределительного вала 2 кулачком 1 перемещается штанга 14, соединенная с помощью тонких плоских пружин с диском 13, свободно сидящим на ходовом винте 11. Плоские пружины присоединяются одним концом к диску, а другим концом к планке, образуя безлюфтовую передачу. Вместе с диском вращается собачка, которая во время холостого хода поворачивает храповое колесо 12 на угол, пропорциональный шагу нарезаемого растра 7, а следовательно, перемещает гайку 10 на шаг. Контакт между стержнем и кулачком обеспечивается специальным рычагом 15.

Резцовое устройство приводится в движение также от распределительного вала через кривошипно-шатунный механизм 3 и 4, толкающий резцовую каретку 16 в шарикоподшипниковых направляющих. На каретке закрепляется четыре или более резцедержателей 6 с резцами 8. Для подъема и опускания резца служит кулачок 17, который через систему рычагов и нить 9 воздействует на планку 5, соединенную с противовесом резцового устройства. Машина позволяет нарезать сразу пять растров с максимальной заштрихованной площадью 100×100 мм с числом штрихов от 100 до 1 на 1 мм длины.

Машины с фотоэлектрическим контролем. На винтовых делительных машинах приходится нарезать длительное время шкалы одного размера, поэтому винт изнашивается только в определен-

Характеристики делительных машин

Таблица 5

Фирма или модель (страна)	Максимальная длина изготавливаемой меры, мм	Точность, мкм	Максимальная длина наносимого штриха, мм	Тип системы контроля
ЭНИИМС (СССР)	2000	$\pm 0,5$	10	С фотоэлектрическим микро-скопом
Ленинградское станкостроительное объединение им. Я. М. Свердлова (СССР)	2000	$\pm 2,0$		Фотометрическая
ЛОМО (СССР)	500	$\pm 1,0$		
«Карл Цейсс, Йена» (ГДР) СИП (Швейцария)	500	$\pm 0,3$	10	С фотоэлектрическим микроскопом
«Митсуи, Сейки Когиро» (Япония)	1000	$\pm 0,1$	8	С растровым датчиком

ном месте. Нарезание шкал другого размера на такой машине невозможно из-за больших местных ошибок, которые нельзя компенсировать коррекционным устройством. Основной причиной брака является непостоянство перемещения заготовки на шаг, точность которого определяется величиной погрешности микрометрической пары (винт—гайка) и динамическими процессами. Ошибки в изготовлении микрометрической пары в какой-то мере можно компенсировать коррекционным устройством, а с динамическими ошибками очень трудно бороться. Они возникают вследствие изменчивости коэффициента трения при изменении скорости перемещения. Различие коэффициента трения, особенно при малых скоростях, приводит к скачкообразному движению стола делительной машины.

В высокоточных делительных машинах, служащих для нарезания прецизионных штриховых мер, применяют сложные конструкции столов, состоящих из двух частей, одна из которых относительно другой подвешена на эластичных пружинах. Каждая часть стола своей микрометрической парой приводится в движение от самостоятельного привода. В этих машинах для контроля и управления используют фотоэлектрические системы и системы с фотоэлектрическими микроскопами, а также с интерференционными и растровыми датчиками (табл. 5).

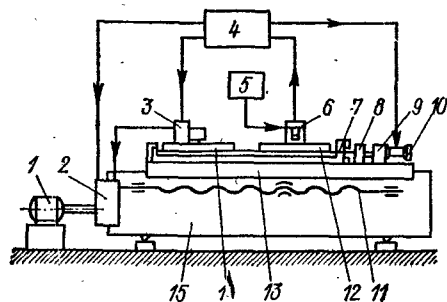


Рис. 68. Принципиальная схема с фотоэлектрическим микроскопом

Автоматическая делительная машина с фотоэлектрической измерительной системой служит для нанесения штрихов через 1 мм с погрешностью $\pm 0,5$ мкм на заготовки длиной до 2000 мм [4, 5]. В машине фотоэлектрический микроскоп и резцовое устройство перемещаются на шаг нарезаемой штриховой меры, а для поперечного движения резца требуется отдельный привод. При нанесении штрихов осуществляется компарирование с образцовой шкалой, расположенной на столе машины в специальном приспособлении, позволяющем производить юстировочные движения при установке шкалы [5].

Делительная машина состоит из станины 15 (рис. 68), фотоэлектрической следящей системы, приводного устройства 1 и механизма нанесения делений 3. Отличительной особенностью рассматриваемой машины является то, что грубые и точные перемещения при установке на штрих образцовой копируемой штриховой меры разделены и осуществляются от отдельных приводов. Фотоэлектрический микроскоп 6 и механизм нанесения делений располагаются на специальной каретке, которая с помощью микрометрической пары 11 и электромагнитной муфты 2 по сигналу от контактной группы грубо перемещается вдоль станины. Точная установка для совмещения центра штриха с оптической осью фотоэлектрического микроскопа обеспечивается малыми перемещениями рабочего стола 13 с помощью механизма точной подачи, управляемого сигналами от микроскопа 6.

Рабочий стол с расположенными на нем образцовой штриховой мерой 12 и заготовкой 14 под нарезаемую шкалу подвешен к станине на плоских пружинах 7, что позволяет перемещать этот стол относительно станины на малые расстояния без трения. Механизм тонкой подачи состоит из серводвигателя 10, безззорного механического 9 и гидравлического 8 приводов, которые жестко связаны с рабочим столом.

Тонкая подача рабочего органа осуществляется электродвигателем по сигналу с фотоэлектрического микроскопа. Если в поле зрения микроскопа попадает штрих, который не совпадает с центром колебания изображения щелевой диафрагмы, то в фотоприемнике благодаря свету, отраженному от поверхности штриха, появляются импульсы, расположенные на неодинаковом расстоянии относительно друг друга. Электронная схема 4 вырабатывает напряжение, пропорциональное величине смещения импульсов.

Этот напряжение после усиления служит для управления двухфазным серводвигателем тонкой подачи, который будет через безззорный редуктор перемещать рабочий орган до тех пор, пока не совпадет центр штриха с центром колебаний изображения щелевой диафрагмы. В момент их совпадения на фотоэлементе возникают импульсы тока, следующие один за другим через равные промежутки времени.

Для компенсации погрешностей образцовой шкалы служит специальное программное устройство 5, которое по заранее составленной программе, учитывающей погрешности образцовой штриховой меры, включает в цепь питания обмотки вибратора тарированное сопротивление, что приводит к смещению щели, а следовательно, к смещению оптической оси на величину погрешности интервалов штриховой меры. При программировании погрешностей необходимо учитывать влияние на амплитуду перемещения составляющей напряжения, возникающей при подключении сопротивления.

В машинах предусмотрено устройство, служащее для контроля постоянства температуры. Это устройство состоит из кварцевых стержней, в концы которых упираются ножки оптиметров, закрепленных на рабочем столе. Стержни встроены в каретку и стол. Кварцевые стержни не изменяют своей длины при изменении температуры, в то время как размеры стола и каретки не остаются постоянными. Машину не включают до тех пор, пока показания оптиметров не будут одни и те же.

Последовательность работы элементов делительной машины напоминает последовательность работы поперечно-строгального станка. В этой машине резцовое устройство не включается в работу до тех пор, пока рабочий орган не установится таким образом, что центр штриха образцовой штриховой меры не совпадет с оптической осью фотоэлектрического микроскопа. Точное перемещение рабочего органа при новом цикле начинается из исходной позиции, поэтому в машине предусмотрено устройство, возвращающее верхний стол с заготовкой назад. Иногда перемещение стола начинается из позиции, в которой стол находился при нарезании предыдущего штриха, тогда грубое перемещение рабочего органа должно обеспечиваться с накопленной погрешностью не более ± 30 мкм.

Тонкое перемещение рабочего органа, необходимое для совмещения центра штриха с осью сканирования фотоэлектрического микроскопа, обеспечивается оригинальным механизмом, показанным на рис. 69, а. Малые перемещения стола машины осуществляются серводвигателем 1 через механический 2 и безззорный гидравлический 3 редукторы. Мембрана 4 гидравлического редуктора соединена со столом 5, на котором располагаются нарезаемая и образцовые меры. При включении серводвигателя микрометрический винт перемещает шток гидравлического редуктора, вследствие чего мембрана 4 изгибается, перемещая стол. Кроме того,

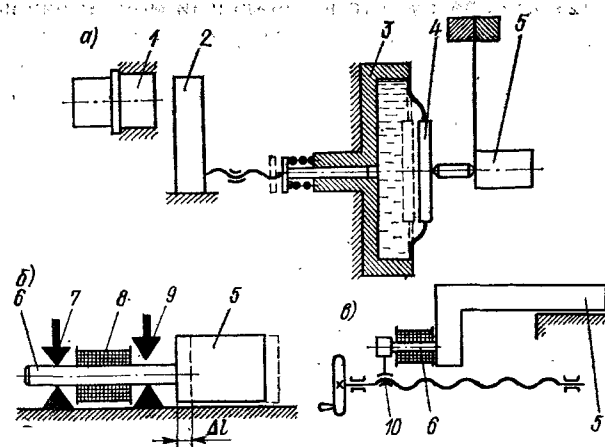


Рис. 69. Схема механизмов, обеспечивающих точное перемещение в машинах

в комплекте машины имеется рычажный механизм, обеспечивающий малую подачу стола для точной установки центра штриха образцовой меры по оптической оси фотоэлектрического микроскопа.

В металлообрабатывающих станках и некоторых моделях делительных машин для осуществления малых перемещений с целью точной установки рабочего органа в заданной координате применяют магнестрикционные и упругосиловые приводы. Наибольшее распространение находит магнестрикционный привод. Он позволяет получить компактную конструкцию приводного устройства, дает возможность иметь жесткие системы приводной части машины и бесступенчатое регулирование скорости перемещения рабочего органа, в сочетании с устройствами автоматического контроля создает условия для автоматизации малых точных перемещений. Работа такого привода основана на продольном (линейном) магнестрикционном эффекте, т. е. на способности деталей из ферромагнитных материалов изменять свои размеры при колебании магнитного поля. Линейная магнестрикция называется положительной, если стержень удлиняется в направлении намагничивания, и отрицательной, если длина детали уменьшается. Значение магнестрикции зависит от материала и способа обработки детали и от напряженности магнитного поля. Чаще всего в магнестрикционных приводах используются детали из технического никеля и железокобальтового сплава марки К65.

Принципиальная схема (рис. 69, б) магнестрикционного привода, имеющего сердечник из сплава марки К65 с положительной магнестрикцией, состоит из стержня 6, зажимов 7 и 9, катушки 8 и рабочего органа 5. Стержень расположен между двумя

зажимами таким образом, что в начальный момент зажим 7 включен, а зажим 9 выключен. На катушку подается напряжение, возникает магнитное поле, под действием которого удлиняется стержень на Δl . Затем включается зажим 9 и отключается зажим 7, напряжение с катушки снимается, после чего стержень принимает первоначальную длину. В дальнейшем цикл работы привода повторяется до тех пор, пока не будет установлен рабочий орган в заданной координате. Такой привод называется одношаговым, так как за один цикл перемагничивания катушки рабочий орган перемещается на один шаг. Чаще встречаются магнестрикционные двухшаговые приводы, в которых за один цикл рабочий орган перемещается на удвоенную длину. В таком приводе стержень изготавливается из никеля, а ярмо — из сплава К65.

Катушки привода могут работать по разностному сигналу или по сигналу от специального устройства. Напряжение на катушку подается от измерительной следящей системы или от блока заданий программного устройства (рис. 69, в). Точная установка рабочего органа в заданной координате осуществляется от магнестрикционного привода, помещенного между ним и гайкой 10.

Недостаток этой машины заключается в том, что приходится перемещать такие чувствительные к колебаниям элементы, как фотоэлектрический микроскоп и резцовое устройство. Колебания фотоэлектрической измерительной системы и резца, возникающие в процессе их перемещения за счет изменчивости коэффициента трения, оказывают большое влияние на точность их установки относительно визируемой шкалы, а следовательно, на точность деления. Кроме того, для перемещения резца в поперечном направлении необходимо иметь дополнительный привод, который закрепляется на столе грубой подачи, что является дополнительным источником виброобразования.

Для точной остановки рабочего органа производят торможение привода после подачи сигнала от датчика положения. Путь, проходимый рабочим органом после получения сигнала об остановке, неодинаков и зависит от погрешности датчика, скорости перемещения и массы рабочего органа и времени срабатывания элементов электрических схем. Суммарная ошибка системы точной остановки в основном зависит от момента инерции привода, приведенной к валу двигателя, скорости перемещения рабочего органа и статического момента на валу двигателя. Следовательно, для повышения точности остановки необходимо изменять скорость. Иногда используют механический способ получения малых скоростей подхода к точке остановки рабочего органа. Для этого служит специальный редуктор, в котором при поступлении сигнала от фотоэлемента включаются добавочные зубчатые зацепления, что усложняет схему управления приводным устройством.

Метод уменьшения скорости перемещения рабочего стола в зоне остановки называется методом ползучих скоростей.

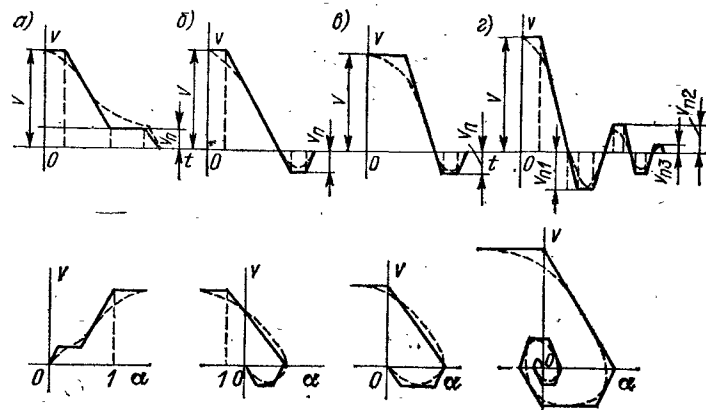


Рис. 70. Фазовые параметры систем, служащих для получения ползучих скоростей

В последние годы наибольшее распространение нашел электрический способ получения ползучей скорости с использованием схем одновременного питания статора двигателя постоянным и переменным напряжениями. Уменьшение скорости вращения двигателя происходит потому, что при питании двигателя переменным и постоянным напряжениями имеет место суммирование механических характеристик динамического торможения и естественной механической характеристики двигателя. Существует большое число схем получения ползучих скоростей.

Рассмотрим фазовые портреты схем наиболее часто встречаемых на практике систем получения ползучих скоростей (рис. 70). Команда на начало торможения, т. е. на уменьшение скорости перемещения, подается в точке 1 (рис. 70, а). Рабочий орган с этой скоростью будет перемещаться до тех пор, пока не будет дана команда на остановку. Машина снабжена специальной измерительной системой, постоянно подающей с датчика обратной связи сигнал о фактической скорости перемещения рабочего органа. Кривая изменения скорости перемещения, построенная по данным датчика, показана на рисунке штриховой линией.

Можно отрегулировать момент включения тормозного устройства так, что рабочий орган остановится за точкой 0 (рис. 70, б). Тогда система управления в момент перехода через точку остановки должна подавать команду на изменение направления вращения электродвигателя. При вращении двигателя в противоположном направлении рабочий орган на скорости v_n подводится к точке остановки. Одновременно с датчика обратной связи поступает сигнал об остановке электродвигателя.

Иногда применяют системы, в которых подается команда на торможение и на переход на ползучую скорость не в точке 1, а в момент подхода к точке остановки (рис. 70, в). После получения

ползучей скорости v_{n1} сигналом с позиции точной остановки датчиком обратной связи производится остановка двигателя. Такие системы применяют с оптико-механическими устройствами, при этом контроль перемещения осуществляется по образцовой шкале. На рис. 70, г показан фазовый портрет системы получения ползучей скорости с поиском на отключение [4]. В данном случае рабочий орган несколько раз переходит позицию точной остановки. В момент первого перехода подается команда с датчика обратной связи на получение первой ползучей скорости v_{n1} , а затем с точки остановки подается команда на реверсирование электродвигателя. Уменьшение скорости происходит путем подключения в схему добавочного сопротивления. После подхода с другой стороны к точке остановки подается сигнал с датчика на получение второй ползучей скорости v_{n2} , а затем и третьей v_{n3} . Такая схема подвода рабочего органа к точке остановки имеет малое быстроедействие.

Схемы, реализующие получение ползучей скорости, позволяют останавливать рабочий орган в заданной координате с доводкой в прямом и обратном направлениях. Проще схемы с доводкой в противоположном направлении, когда в момент подачи команды на реверс на обмотку электродвигателя подается постоянное напряжение, с помощью которого производится комбинированное торможение.

В последние годы для изготовления штриховых мер стали широко использовать фотографические способы нанесения штриха с помощью мультипликатора или посадки фотошкалографа. При фотографическом способе нанесения штрихов вместо полного чертежа изображения, состоящего из множества повторяющихся элементов, применяют один элемент (штрих). Для получения всей штриховой меры в этом случае необходимы специальные делительные машины с мультипликаторами, позволяющие многократно проектировать элемент маски на поверхность заготовки. После каждого экспонирования заготовку перемещают на шаг, равный расстоянию между элементами. Если же элементы (штрихи) на поверхности заготовки должны располагаться в разнообразных местах, то составляют программу, по которой оператор вручную перемещает стол в заданную координату. Выполнение этой операции требует затрат времени, в результате чего маски имеют высокую себестоимость.

Такой способ изготовления штриховых мер позволяет получить штрих высокого качества. Фотографическая мультипликация производится повторением необходимого числа раз одного и того же штриха или сложного элемента шкалы. В зависимости от размеров и формы рисунка делается рамка или используется фотошкалограф.

Насадка фотошкалографа является проекционным устройством и состоит из осветителя, конденсора, щелей, ограничивающих проекцию длины и ширины штриха, и объектива. К элементам

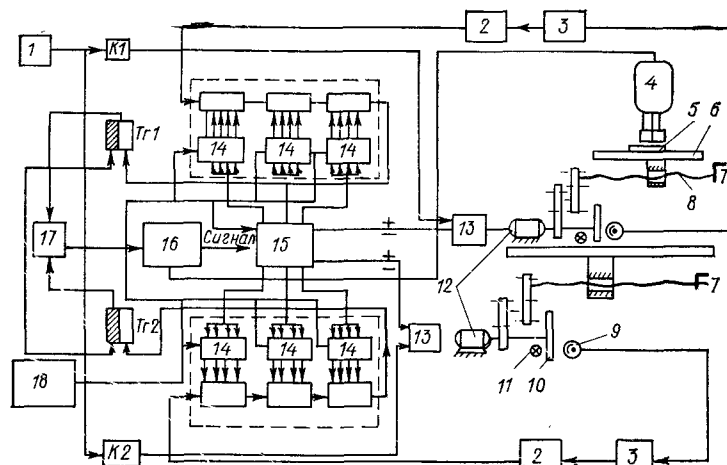


Рис. 71. Принципиальная схема машины с программным управлением

фотошкалографа предъявляются требования четкого и контрастного изображения штриха.

Для автоматизации процессов изготовления специальных масок можно использовать полуавтоматическую мультипликационную машину с программным управлением, дающую возможность повысить точность и производительность мультипликации, а также располагать элементы сетки на поверхности заготовки по любой заранее заданной программе [5].

Машина представляет собой высокоточное устройство с вторичной камерой (мультипликационной головкой), которая уменьшает копию (негатив) штриха, уже уменьшенную по сравнению с оригиналом (чертежом) в отношении 1 : 30 или 1 : 60, еще в 10 раз. Необходимая точность штриховых мер достигается благодаря автоматизированному перемещению рабочего органа по двум координатам.

Принципиальная схема делительной машины с программным управлением показана на рис. 71. Перед началом работы оператор визуально настраивает оптическую систему мультипликатора 4 при помощи съемного окулярного микрометра и устанавливает стол 6 с заготовкой 5 в исходное положение маховичками 7 ручной подачи стола в продольном и поперечном направлениях. В дальнейшем после нажатия кнопки в пусковом устройстве 18 рабочий орган микрометрической парой 8 устанавливается в заданную координату по команде со считывающего устройства 15, в которое вводится программа, нанесенная на перфоленте. Считывающее устройство подает информацию, выраженную в длине перемещения рабочего органа, одновременно по двум координатам на электронные счетчики. Кроме того, в электрической схеме имеются два счетчика, которые считывают импульсы, по-

ступающие от фотоэлектрических датчиков, контролирующих продольное и поперечное перемещения рабочего органа.

При движении рабочего органа управляющий импульс открывает ключи сумматора 14 и на счетчики вводится заданная величина перемещения. Тот же импульс опрокидывает триггеры Тг1, Тг2; при этом открываются ключи К1, К2 и импульсы генератора 1 поступают в формирователи импульсов 13, управляющие шаговыми двигателями 12. Вращение от последних сообщается ходовым винтом 8 микрометрической пары. Каждый оборот двигателя соответствует перемещению стола на 0,1 мм.

Для контроля продольных и поперечных перемещений рабочего органа служат фотоэлектрические отсчетные устройства, состоящие из дисков 10 с одной щелью по образующей, осветителей 11 и фотодиодов 9. Один раз за оборот двигателя щель оказывается между фотодиодом и осветителем. Информация о величине перемещений, вырабатываемая фотодиодом, поступает через усилители 3 и схему формирования 2 на счетчик, где вычитается из введенной ранее с перфоратора величины, соответствующей координате перемещения. Когда на счетчике устанавливается нуль, триггер заданной координаты опрокидывается в исходное положение, соответствующий ключ закрывается, импульсы перестают поступать на формирователь и шаговый двигатель останавливается. Так как в процессе изготовления масок стол перемещают в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, следящая система снабжена двумя одинаковыми по конструкции независимыми приводами.

При переходе обоих триггеров в исходное положение срабатывает схема совпадения 17, запускающая схему экспозиции 16, которая управляет включением осветителя мультипликатора, задает выдержку на остывание лампы, а затем подает сигнал на считывающее устройство для получения следующей команды. Затем цикл повторяется. Направление вращения двигателя задается током управляющего импульса, поступающего со считывающего устройства на формирователь 13. Заготовку с фоточувствительным слоем укрепляют в держателе на столе машины эмульсией вверх.

На машине можно изготавливать маски со сложными элементами рисунка, располагаемыми на поверхности заготовки по определенному ранее заданному закону. Расстояние между элементами маски выдерживается с погрешностью ± 1 мкм. Максимальное перемещение стола с заготовкой по двум координатам составляет 100 мм, минимальное — 100 мкм.

В рассматриваемой машине при нанесении штрихов рабочий орган неподвижен. Поэтому при перемещении рабочего органа на шаг шкалы необходимо применять специальные меры для уменьшения влияния на точность перестановки релаксационных колебаний. Разработаны делительные машины с фотоэлектрической системой управления, у которых рабочий орган все

время перемещается, а специальная синхронизирующая система подключает резцовое устройство для нанесения штрихов. Эти машины имеют сложные фотоэлектрические системы управления с растровыми или интерферометрическими датчиками.

22. Круговые машины

Механические круговые машины состоят из рабочего органа (стола), резцового устройства и привода, позволяют изготавливать точные круговые шкалы на плоских и конических металлических и стеклянных заготовках диаметром 50—750 мм с погрешностью $\pm 10''$.

Основные характеристики широко распространенных механических круговых делительных машин, выпускаемых в СССР и за рубежом, приведены в работах [4, 5]. Наибольшее распространение в промышленности получили делительные машины, изготавливаемые мастерскими Вильнюсского филиала ЭНИИМСа, народным предприятием «Файнмесс» (ГДР) и предприятием «Табони» (Италия).

Круговая делительная машина, разработанная в Вильнюсе, отличается от известных круговых машин тем, что она снабжена демпфирующим устройством и подпятник в ней выполнен в виде направляющих качения.

Машина имеет массивное основание 1 (рис. 72), на котором располагаются резцовое устройство 3 и стол 2, приводящиеся в движение от привода 4. Стол вращается на подпятнике 5, в котором выполнена направляющая канавка для шариков 7. Машина имеет демпфирующее устройство, состоящее из прикрепленного к столу верхнего кольца 8 с одной или несколькими коническими

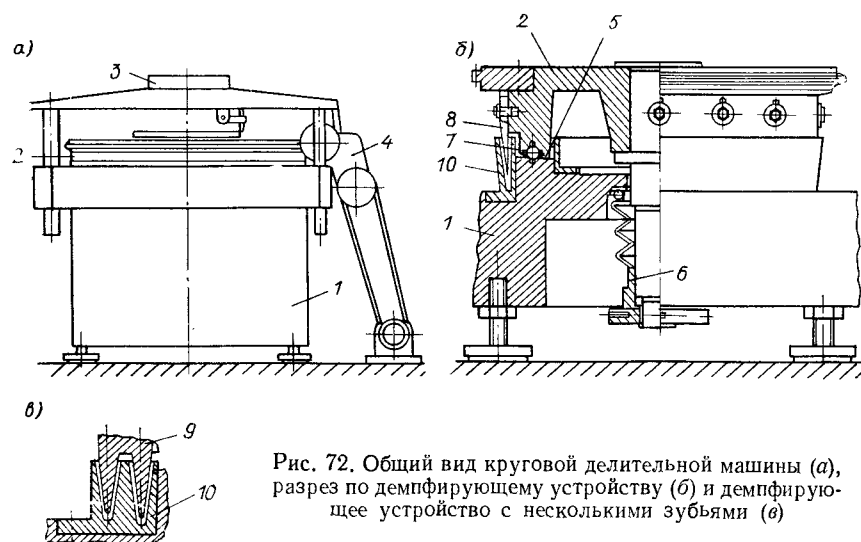


Рис. 72. Общий вид круговой делительной машины (а), разрез по демпфирующему устройству (б) и демпфирующее устройство с несколькими зубьями (в)

поверхностями 9 и концентрично расположенного на основании нижнего кольца 10 с одним или несколькими желобами, наполненными маслом. Демпфером гасятся колебания стола с силой, пропорциональной скорости его движения. Для регулирования нагрузки на подпятнике в машине имеется натяжное устройство 6.

Итальянское предприятие «Табони» выпускает круговые делительные машины марки «Табр». Наиболее интересна машина «Табр-650», снабженная линейным делителем, благодаря которому машина трансформируется в линейную с рабочим ходом в 600 мм.

Наибольшее распространение получили машины Германской Демократической Республики моделей ТК-300, ТК-500, ТК-750, ТК-1000. Они предназначены для нанесения точных делений при изготовлении лимбов на металлических и стеклянных заготовках. Высокая точность машин обеспечивается тщательным изготовлением их деталей и узлов.

Предприятие «Файнмесс» изготавливает машины модели ТК-500 в двух исполнениях: для нанесения делений с погрешностью $\pm 1''$ или $\pm 0,6''$. Погрешность машин модели ТК-1000 может быть $\pm 1''$ или $\pm 0,2''$.

Для изготовления лимбов используют прецизионные машины модели ТК-950Б. По компоновке эти машины напоминают машину модели ТК-1000, но имеют оригинальную конструкцию шпиндельного узла: он состоит из планшайбы, на ободке которой нарезаны зубья, и полого цилиндра, в нижней части которого запрессована втулка с коническим отверстием.

Корпус машины представляет собой резервуар, наполненный антикачковым маслом. На цилиндрический стержень, находящийся в центральной части корпуса, устанавливается шпиндельный узел, масса которого воспринимается разгрузочным устройством. В резервуар наливается столько масла, что шпиндельный узел плавает, образуя малый зазор между конусными поверхностями шпинделя и стержня. Изменяя количество масла в резервуаре, можно благодаря плавающей верхней опоре регулировать зазор в коническом подшипнике. Для контроля размера давления в резервуаре и в коническом подшипнике предусмотрено специальное устройство, которое в зависимости от массы обрабатываемого изделия поддерживает необходимый уровень масла. Шпиндельный узел позволяет избежать радиального биения планшайбы, а благодаря наличию масла в резервуаре уменьшаются погрешности, вызванные вибрацией, и не требуется смазка нижней конической поверхности.

23. Копировально-фрезерные станки

Копировально-фрезерные станки с пантографом. Эти станки предназначены для выполнения копировальных работ на плоскости и по объему с использованием соответствующих копиров

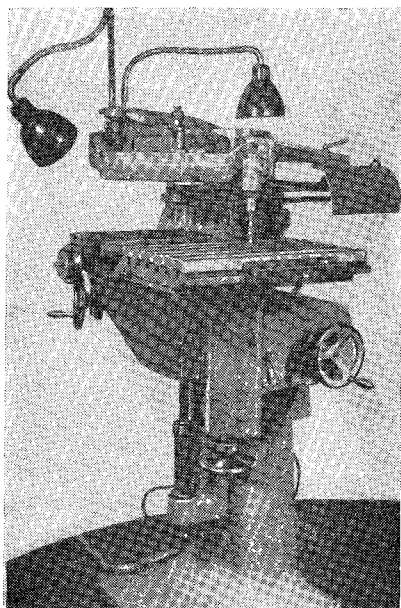


Рис. 73. Копировально-фрезерный станок с пантографом

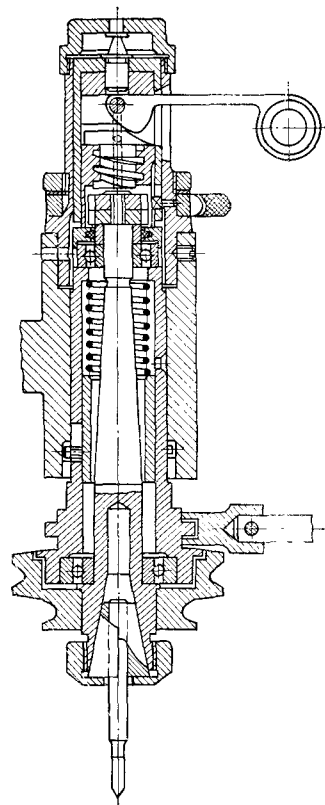


Рис. 74. Шпиндель пантографа

и объемных моделей. На них можно производить гравирование различных фасонных профилей, орнаментов, узоров, надписей и т. п. Копирование осуществляется вручную перемещением ошупывающего пальца (трейсера) по контуру копира. Кроме того, станки могут быть использованы для легких фрезерных работ при неподвижном пантографе; подача в таких случаях осуществляется перемещением рабочего стола станка.

Копировально-фрезерный станок с пантографом выполнен в виде одноколонной конструкции с вертикальной осью шпинделя и горизонтальным расположением рабочей поверхности стола (рис. 73). На верхней части колонны крепится пантограф, с помощью которого осуществляется копирование модели. Плечи пантографа соединяют ошупывающий палец (трейсер) и шпиндель станка. По вертикальным и горизонтальным направляющим станины перемещается рабочий стол, который имеет движение в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Обрабатываемая деталь закрепляется на рабочем столе, модель — на специальном копирном столе, расположенном на одном уровне с рабочим столом, что обеспечивает удобное для работы положение

детали и копира. Привод вращения шпинделя осуществляется от отдельного электродвигателя, смонтированного снаружи колонны. Установка плеч пантографа при настройке необходима при изготовлении уменьшенных или увеличенных копий (в нужных масштабах) и производится путем совмещения соответствующих штриховых отметок на движках и плечах пантографа.

Шпиндель пантографа (рис. 74) смонтирован на шарикоподшипниках, благодаря которым обеспечивается плавное вращение резца-фрезы без люфта как при самой низкой, так и при самой высокой частоте вращения. Правильная установка (соосность) резца-фрезы и шпинделя обеспечивается специальными разрезными конусными цангами, в которых резец удерживается гайкой. Перемещение резца-фрезы в вертикальном направлении производится путем опускания или подъема рычага шпинделя. Кроме того, вращением рычага шпинделя в горизонтальной плоскости можно дополнительно опускать или поднимать резец-фрезу, а глубину гравирования фиксировать специальным кольцом. Шпиндель пантографа допускает применение резцов-фрез диаметром до 8 мм.

Трехразмерный пантограф является основной особенностью конструкции станка. Он свободно подвешен на шарнире и позволяет производить различные объемные граверные работы. При объемных (рельефных) работах глубина гравирования после установки резца регулируется движением ошупывающего пальца по копиру. При работах же в одной плоскости (гравирование всевозможных шрифтов) глубина гравирования регулируется путем комбинированной грубой и точной перестановки резца-фрезы в шпинделе, к чему в случае надобности добавляется еще и вертикальное перемещение рабочего стола. Сначала путем опускания рычага шпинделя резец подводится к поверхности обрабатываемой детали, а затем врезается в материал и посредством последующего горизонтального перемещения продолжает резание. Нониус установки глубины имеет цену деления 0,1 мм.

Установка пантографа как при уменьшении, так и при увеличении размеров копирования осуществляется перемещением и закреплением направляющих по отметкам, выгравированным на стальных призмах (рис. 75, а).

Для получения определенного уменьшения или увеличения размеров копии с передаточным отношением, выраженным в целых числах, следует установить оба движка *a* (рис. 75, б) на плечах с пантографа и движок *b* — на поперечине *e* на соответствующих изменению масштаба рисках. Движки устанавливают так, чтобы штрих (марка) движка совпадал со штрихом плеча или поперечины.

Пантограф допускает выполнение любых уменьшений и увеличений в пределах передаточных отношений от 1 : 1,5 до 1 : 10. Положение штрихов для передаточного отношения в целых числах находится непосредственно на самом пантографе, а для промежу-

Данные для подсчета дробных значений масштаба
при настройке плеч пантографа x , мм

Умень- шение	x	Умень- шение	x	Умень- шение	x	Умень- шение	x
1,5	58,33	3,7	80,41	5,9	115,68	8,1	131,79
1,6	43,75	3,8	82,90	6,0	116,69	8,2	132,32
1,7	30,88	3,9	85,26	6,1	117,62	8,3	132,83
1,8	19,44	4,0	87,50	6,2	118,55	8,4	133,33
1,9	9,21	4,1	89,64	6,3	119,45	8,5	133,82
2,0	0	4,2	91,67	6,4	120,31	8,6	134,30
2,1	8,34	4,3	93,61	6,5	121,16	8,7	134,77
2,2	16,00	4,4	95,46	6,6	121,97	8,8	135,23
2,3	22,83	4,5	97,23	6,7	122,76	8,9	135,67
2,4	29,17	4,6	98,91	6,8	123,53	9,0	136,11
2,5	35,00	4,7	100,54	6,9	124,28	9,1	136,54
2,6	40,39	4,8	102,08	7,0	125,00	9,2	136,96
2,7	45,37	4,9	103,57	7,1	125,71	9,3	137,37
2,8	50,00	5,0	105,00	7,2	126,39	9,4	137,77
2,9	54,33	5,1	106,38	7,3	127,06	9,5	138,16
3,0	58,34	5,2	107,69	7,4	127,70	9,6	138,54
3,1	62,10	5,3	108,96	7,5	128,33	9,7	138,92
3,2	65,62	5,4	110,19	7,6	128,95	9,8	139,29
3,3	68,94	5,5	111,36	7,7	129,55	9,9	139,65
3,4	72,06	5,6	112,50	7,8	130,13	10,0	140,00
3,5	75,00	5,7	113,60	7,9	130,70		
3,6	77,78	5,8	114,66	8,0	131,25		

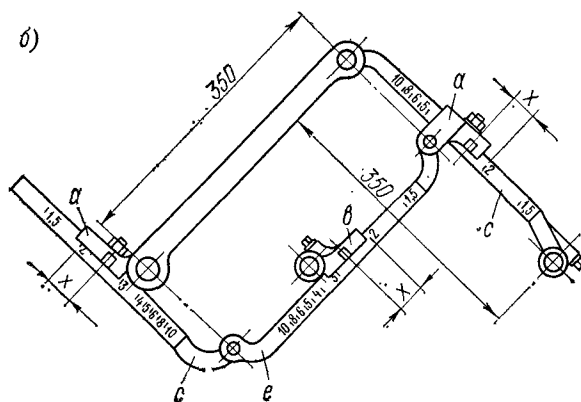
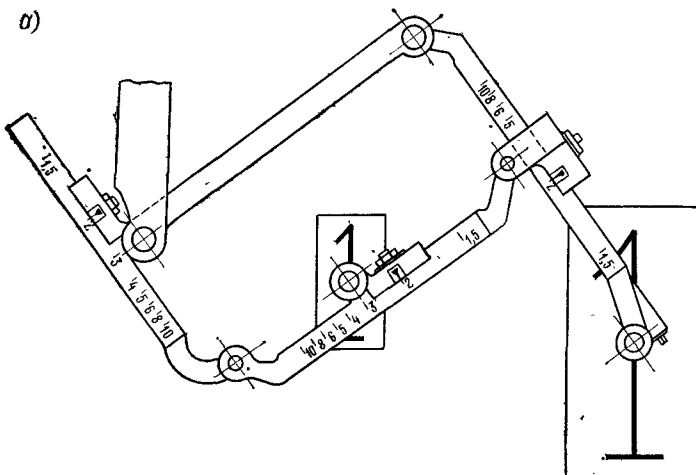


Рис. 75. Схема пантографа: а — положение плеч пантографа при уменьшении изображения 1 : 2; б — положение плеч пантографа с обозначениями, необходимыми для производства расчета дробных значений масштаба и изображения

точных значений масштаба гравирования — с помощью табл. 6 или путем расчета по формуле

$$\pm x = \frac{l}{2} - \frac{l}{y},$$

где l — длина звена пантографа между центрами; y — масштаб.

Например, для изменения масштаба в 3,5 раза нужно передвинуть движки от штриха 2 на расстояние 75 мм. При установке необходимо обращать внимание на то, чтобы отсчет производился в нужную сторону от штриха 2.

По приведенной формуле можно рассчитать таблицы промежуточных положений движков для звеньев пантографов любой системы.

Площадь гравирования, охватываемая с одной установки пантографа, зависит от настройки передаточного отношения его плеч. Конфигурация рабочей площади изображена на рис. 76. Чтобы показать, какие площади изделий можно охватить гравированием, на этом рисунке в рабочую площадь вписаны прямоугольник, круг и эллипс, размеры которых, как было сказано выше, зависят от настройки плеч пантографа. Из рисунка видны размеры остающегося свободного пространства.

Рабочий и копирный столы расположены один против другого на равной высоте. Крепежные Т-образные пазы в этих столах точно параллельны друг другу. Стол для копиров вертикально перемещается маховиком и предохранен от самопроизвольного вращения шпоночным направляющим пазом, но при ослаблении

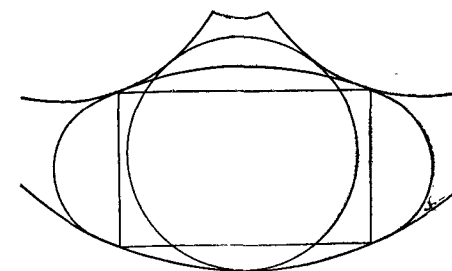


Рис. 76. Конфигурация рабочей площади

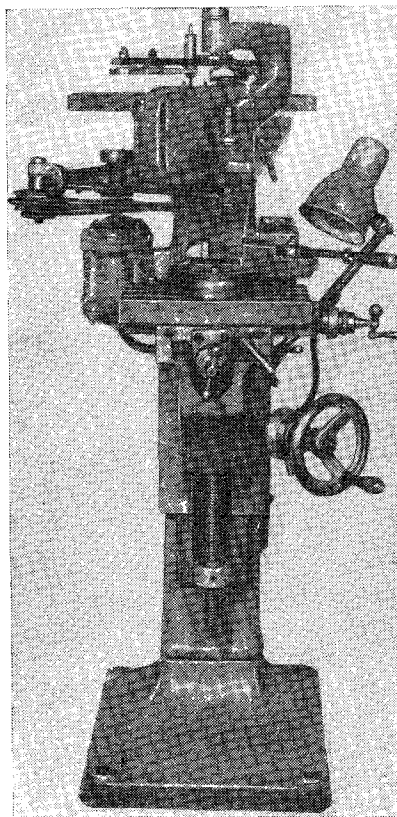


Рис. 77. Внешний вид станка с пантографом

крепежного болта может вращаться вокруг своей оси. Этот стол имеет возвратно-поступательное движение в горизонтальном направлении: к рабочему столу и от него. Рабочий стол может перемещаться вертикально при помощи маховика с микрометрическим нониусом и вдоль и поперек станины, причем его консоль снабжена литьми призматическими направляющими. На столе для копиров установлены также съемный стол с пазами, имеющими форму ласточкина хвоста, для набора вставных цифровых или буквенных шаблонов.

Другой копировально-фрезерный станок с пантографом (рис. 77) предназначен для выполнения копировальных работ на плоскости по шаблону. На станке можно производить гравирование различных про-

филей. Передвижение резца-фрезы осуществляется при перемещении копировального (ощупывающего) пальца по контуру копира. Копирование может быть в масштабах от 1 : 1 до 1 : 50. Для расширения эксплуатационных возможностей станок снабжается круглым столом с непосредственным делением окружности на 24 части. Наиболее рентабельным следует считать применение этой модели для простых граверных работ при серийном производстве, а также для легких фрезерных.

Копирующее движение на станке осуществляется шарнирно соединенными плечами пантографа и креплением его с помощью шарнирной оси к стойке, которая может устанавливаться в различных положениях на верхних направляющих станины. Изменение масштабов копирования производится смещением передвигаемых шарниров плеч пантографа. К станине прикреплен кронштейн, несущий рычаг и корпус шпинделя. Последний шарнирно связан с передним плечом пантографа и может перемещаться по направляющим в виде ласточкина хвоста.

На заднем удлиненном звене пантографа имеются два отверстия для установки корпуса ощупывающего пальца: одно из этих

отверстий служит для копирования в масштабах от 1 : 1 до 1 : 1,9, а другое — для копирования в масштабах от 1 : 2 до 1 : 50. Прижим ощупывающего пальца к шаблону осуществляется пружиной. Шаблон или копир устанавливается и закрепляется на столе для копиров. На передней стенке станины расположены вертикальные направляющие, по которым перемещается рабочий стол пантографа. На левой стенке станины размещен электродвигатель, служащий для вращения шпинделя с двухступенчатым шкивом. Соосно с электродвигателем на станине установлен качающийся рычаг, на котором укреплен четырехступенчатый промежуточный шкив. Смена ступеней шкивов позволяет получить четыре различные частоты вращения шпинделя. Для пуска станка необходимо повернуть ручку выключателя в сторону надписи «Пуск», при необходимости остановить электропривод — повернуть ручку в сторону надписи «Стоп». На задней стенке колонны станка для местного освещения смонтирован отдельный выключатель.

Если копировальный станок с пантографом новый и еще не был в употреблении, то его необходимо запустить на холостом ходу на 2—3 ч. Это делают для приработки всех его трущихся частей.

Чтобы ощупывающий палец при изменении масштаба копирования не вышел за пределы стола, последний может быть повернут вокруг своей оси. На столе для копиров устанавливают и закрепляют копир. Во втулку вставляют ощупывающий палец, а в шпиндель — резец-фрезу. Правильное копирование может быть выполнено только в том случае, если копируемое место на заготовке установлено относительно копира в соответствии с расстоянием между осью копира и осью режущего инструмента. Режимы обработки (скорость резания, частота вращения, подача) в каждом отдельном случае зависят от обрабатываемого материала, а также от материала, из которого изготовлен режущий инструмент (резец-фреза).

Установку заготовки под режущим инструментом осуществляют горизонтальными перемещениями рабочего стола станка. Грубую установку заготовки по высоте также производят перемещением рабочего стола, но уже в вертикальном направлении. Точную настройку глубины гравирования осуществляют при помощи рычага шпинделя.

При отклонении масштаба копирования и искажений правильной формы обработанной фигуры следует произвести смещение установочных рисок на плечах пантографа, что изменит натяг элементов качения в шарнирах плеч пантографа.

Необходимыми инструментами и приспособлениями для работы на станке с пантографом являются резцы-фрезы различной формы, прижимные планки, служащие для закрепления заготовок на рабочем столе и копиров на столе для копиров, наборы цифровых и буквенных шаблонов, стойка, предназначенная для закрепления ощупывающего пальца при обыкновенном фрезеровании,

и различных вспомогательный инструмент для обслуживания станка (набор гаечных и специальных ключей, отвертки и т. п.).

Настольный станок. Он представляет собой сравнительно легкую модель настольного типа, предназначенную для выполнения плоскостных исключительно граверных работ по копиру. На станке, например, можно производить гравировку всевозможных шильдиков, панелей, плат, цифровых и буквенных обозначений и многое другое.

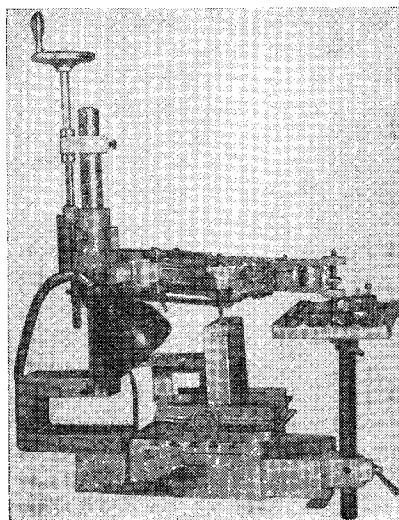
На рис. 78 показан общий вид станка. Копирование осуществляется передвижением осязающего пальца по копиру вручную посредством пантографа, несущего на своем боковом звене шпиндель с резцом-фрезой. Гравирование на этом станке может производиться с изменением натуры в масштабе от 1 : 2 до 1 : 10.

Корпус станка выполнен в виде плоской литой станины, в средней части которой помещен рабочий стол. Для крепления деталей в столе выфрезерованы пять Т-образных пазов под винты с прижимами. С левой стороны рабочего стола, в станине, на конце ходового винта закреплен накатной маховик с нониусом, при вращении которого осуществляется перемещение стола в правую или левую сторону. На станине станка установлен вертикальный вал, в верхней его части закреплен при помощи винта специальный хомут с маховиком и длинным вертикальным винтом, предназначенным для вертикального перемещения пантографа со шпинделем. Такое устройство позволяет производить граверные работы на деталях, имеющих высоту до 800 мм, и в полной мере компенсирует отсутствие вертикального перемещения рабочего стола.

В нижней части вала расположен второй хомут (связанный с вертикальным винтом), являющийся опорой пантографа и точкой качения его звеньев, несущих на себе шпиндель с вертикальной осью. Непосредственно на звеньях пантографа установлен малогабаритный электродвигатель, вращающий привод шпинделя. Оригинальная конструкция крепления мотора значительно повышает маневренность пантографа, как бы компенсируя массу его звеньев.

В передней части станины расположен стол для закрепления копиров или буквенных

Рис. 78. Внешний вид настольного станка с пантографом



шаблонов. Этот стол можно перемещать вертикально вверх и вниз, в поперечном направлении, вращать вокруг своей оси.

Копирующее движение на этом станке, как и других аналогичных моделей, осуществляется с помощью шарнирного четырехзвенника — пантографа, укрепленного шарнирной осью на вертикальном валу станка. Изменение масштаба гравирования производят смещением шарниров плеч пантографа, т. е. изменением их передаточного отношения.

Рабочий стол имеет горизонтальное перемещение с общей длиной хода 100 мм; в передней его части установлены два стопорных винта для фиксирования при настройке в определенном положении. Движение стола осуществляется по направляющим, имеющим в сечении вид ласточкина хвоста. Компенсация износа направляющих поверхностей и регулировка зазоров производится поджимом клиньев винтами.

Шпиндель установлен на одном из звеньев пантографа на шарикоподшипниках и приводится во вращение от электродвигателя бесконечным пятимиллиметровым ремнем. Натяг ремня достигается изменением расстояния между центрами шпинделя и электродвигателя с последующей их фиксацией. Шпиндель оснащен шестимиллиметровой цангой, закрепляющей резец-фрезу и зажимающей резец ввинчиванием затяжного винта, расположенного в верхней части шпинделя.

Грубая настройка глубины гравирования производится с помощью вертикального винта, опускающего при надобности весь пантограф и установленный на нем шпиндель. Точная настройка достигается путем опускания рукоятки шпинделя, а вместе с ней и резца-фрезы. Конструкция шпинделя предусматривает быстрый отвод режущего инструмента от изделия.

На поверхности стола для копиров расположены четыре паза формы ласточкина хвоста для набора и установки цифровых или буквенных шаблонов, необходимых при гравировании какого-либо текста непосредственно с набора.

Резцы-фрезы применяются цилиндрической формы различного профиля, заточки и конструкции, однако диаметр их остается постоянным — 6 мм.

Станок приводится в движение асинхронным трехфазным электродвигателем. Электрооборудование станка состоит из электродвигателя, пускателя и выключателя местного освещения.

Приступая к гравированию на станке, необходимо заранее подсчитать и установить масштаб копирования. Для этого нужно отжать винты крепления ползушек пантографа, установить их индексные риски так, чтобы они совпали с заданными рисками шкалы масштаба переднего, заднего и шпиндельного звеньев плеч пантографа, после чего вновь зажать винты. При отклонениях масштаба копирования и искажениях правильной формы копируемой фигуры следует сместить установочные риски на плечах

пантографа и произвести натяг элементов качения в шарнирах его звеньев.

В процессе испытания станка для проверки правильности геометрического построения воспроизводимых на станке гравиремых фигур наиболее показательными являются квадрат и круг. Если пантограф отрегулирован плохо, то воспроизведение указанных фигур не получится, т. е. вместо квадрата может появиться прямоугольник или ромб, а вместо круга — овал. Нормально отрегулированный пантограф дает абсолютно правильные геометрическую форму и линейные размеры вышеупомянутых фигур относительно оригинала, т. е. копира. Станок весьма удобен и прост в эксплуатации, так как деталь, закрепленная на рабочем столе, и стол для копиров находятся почти на одном уровне, удобном для обозрения и работы.

Настольный станок устанавливают на одноместном деревянном прочном столе, который рекомендуется покрыть линолеумом. Края стола должны быть ограждены специальным бортиком, чтобы исключить возможность падения инструмента на пол. Вспомогательный инструмент, как то: ключи, запасные бесконечные ремни, наборные цифровые и буквенные шаблоны и т. п. должен храниться в ящике, изготовленном для этой цели в столе, на котором установлен и закреплен станок.

При установке и подключении к электросети станок должен быть надежно заземлен и соединен с общей системой заземления механического граверного участка. В процессе эксплуатации необходимо регулярно производить осмотр электрооборудования и очистку его от пыли и грязи, а также периодически смазывать подшипники электродвигателя, предварительно промывая их в бензине.

Поверхность рабочего стола пантографа должна быть проверена по уровню, который следует расположить в средней части верхней плоскости рабочего стола. Для этой операции предусмотрены регулировочные винты. Выверка считается правильной, если уровень, поставленный в продольном и поперечном направлениях, дает нулевые показания. В порядке профилактической проверки правильности установки станка его также выверяют в двух направлениях посредством уровня, и, если требуется, дополнительно регулируют винтами.



24. Производственный рисунок

Граверу очень часто приходится иметь дело со шрифтами, копировать штрихи и рисунки и всевозможные геометрические фигуры, поэтому ему необходимы навыки в рисовании и черчении. Занятия по рисованию обычно начинаются с изображения самых простых шрифтов с постепенным переходом к более сложным. Кроме того, необходимо выполнять сложные и точные работы по углублению фона в целях получения выпуклого изображения и другие работы.

В процессе граверных работ довольно часто приходится производить разметку некоторых геометрических фигур. Для этого будущему граверу необходимо усвоить простые геометрические построения, практикуясь сначала на бумаге.

Разметка заготовок. Для симметричного расположения текстов и других изображений на заготовках надо прежде всего уметь разделить прямую на две или несколько равных частей.

Чтобы разделить отрезок AB (рис. 79) на две равные части, нужно ножку циркуля поставить в точку A и радиусом, несколько большим половины длины прямой, провести дугу CD . Затем тем же радиусом из точки B сделать засечки на дуге в точках C и D . Прямая линия, соединяющая точки C и D , перпендикулярна отрезку AB , пересечет его в точке O и разделит на две равные части AO и OB . Таким же образом можно разделить пополам отрезки AO и OB и т. д.

Нахождение центра и радиуса дуги. Иногда в граверной практике применяют

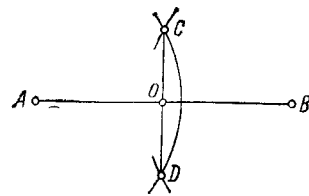


Рис. 79. Деление прямой на две равные части

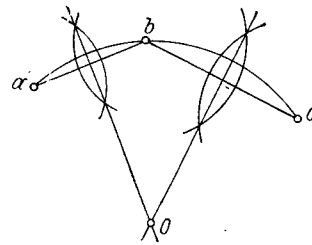


Рис. 80. Нахождение центра и радиуса дуги

дугообразные заготовки, на которые необходимо нанести угловые деления, а центр, нужный для точной установки таких заготовок, не всегда известен. Для нахождения центра и определения длины радиуса любой дуги применяют следующий способ. На заданной дуге отмечают три произвольные точки a , b и c и соединяют их прямыми (рис. 80). Делят отрезки ab и cb пополам и через их середину проводят взаимные перпендикуляры до их пересечения в точке O , которая и явится центром дуги. Расстояние от точки O до дуги будет искомым радиусом.

Для построения квадрата существует несколько способов. Рассмотрим два из них, наиболее простые.

Первый способ — сторона квадрата не обуславливается определенным размером (рис. 81, а). Для построения такого квадрата прежде всего следует вычертить окружность произвольного радиуса. Точки пересечения окружности с двумя взаимно перпендикулярными диаметрами (E , F , M и N) соединяют прямыми, в результате чего получается квадрат, диагонали которого равны диаметру окружности.

Второй способ — построение квадрата по заданной длине стороны (рис. 81, б). На произвольно взятой прямой откладывают отрезок AB , равный заданной длине L . Из точек A и B проводят дуги радиусом, равным заданной длине, которые пересекутся

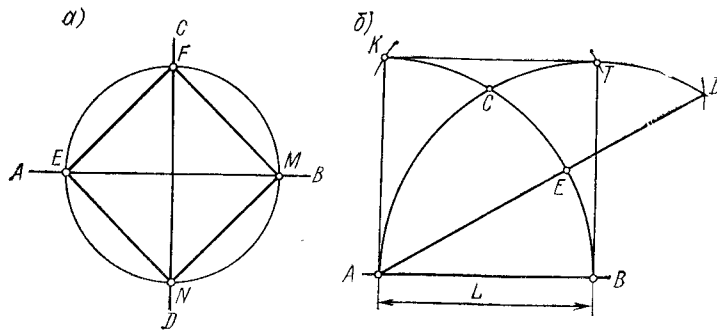


Рис. 81. Построение квадратов

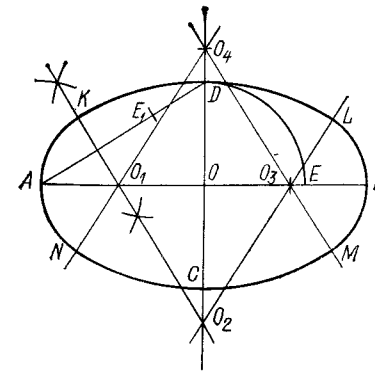


Рис. 82. Приближенное построение эллипса по заданным осям

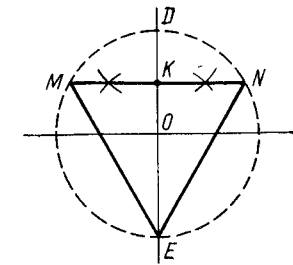


Рис. 83. Построение треугольника, вписанного в окружность

в точке C . Из точки C тем же радиусом делают засечку на продолжение дуги AC и получают точку D . Соединяют точку D с точкой A прямой, которая пересечет дугу BC в точке E . Из точки C радиусом, равным CE , делают засечки на продолжении дуг (в верхней части) AC и BC и получают точки K и T . Соединив точки A и K , K и T , T и B прямыми линиями, получают квадрат требуемого размера.

Если заданы значения горизонтальной AB и вертикальной CD осей (рис. 82), то построение эллипса производят следующим образом. Начертив перпендикулярные прямые, от точки O откладывают на них полуоси. Из точки O радиусом OD проводят дугу вправо до пересечения с горизонтальной осью в точке E . Затем проводят прямую AD , на ней от точки D откладывают отрезок, равный BE (разность между горизонтальной и вертикальной полуосями) и получают точку E_1 . К середине отрезка прямой AE_1 восстанавливают перпендикуляр и продолжают его до пересечения с горизонтальной полуосью в точке O_1 и вертикальной полуосью в точке O_2 . Отрезок O_1O откладывают вправо от точки O на горизонтальной оси и получают точку O_3 , а отрезок OO_2 откладывают вверх от точки O на вертикальной оси и получают точку O_4 . Точки O_1 и O_3 являются центрами концевых дуг, а точки O_2 и O_4 — центрами верхней и нижней срединных дуг эллипса. Радиусами концевых дуг будут отрезки O_1A и O_3B , а радиусами верхней и нижней срединных дуг будут отрезки O_2K и O_4 . Построив все четыре дуги, сопряженные в точках K , L , M и N , получают эллипс.

Для построения правильного треугольника, вписанного в окружность (рис. 83), надо разделить радиус OD пополам и точки пересечения M и N линии деления с окружностью соединить хордами с точкой E , в результате чего получается равносторонний треугольник EMN .

Если даны размеры всех трех сторон треугольника, то построение треугольника с заданными размерами сторон происходит так. Отложив на прямой одну из сторон AB треугольника (рис. 84, а), растворами циркуля, равными последовательно длинам двух других сторон, проводят дуги из концов прямой AB . Точка пересечения C будет вершиной треугольника. После проведения линий AC и CB получится заданный треугольник.

Если даны стороны ромба и его большая диагональ, то ромб можно построить следующим образом. Проводят отрезок AB (рис. 84, б), затем, поставив ножку циркуля в точку A , описывают дуги радиусом, равным стороне ромба, над линией AB и под ней. То же делают и из точки B . Получается пересечение дуг в точках C и D . Соединив точки A , B , C и D , получают ромб.

Шкалы и шрифты, применяемые в гравировании. Основная область применения шкал (штриховых мер) — это приборостроение, контрольно-измерительные приборы и измерительные системы прецизионных станков, агрегатов и машин. Точность отсчета по этим мерам зависит от расстояния между штрихами, соотношения между шириной штриха и интервалом шкалы и качества штриха. Расчет элементов штриховой меры производится с учетом разрешающей способности глаза наблюдателя.

В точном приборостроении шкалы, сетки и подобные им изделия в зависимости от допусков подразделяют на три группы: *точные* — при допуске на линейные размеры менее 0,01 мм, *средние* — при допуске в интервале 0,1—0,01 мм и *грубые* — при допуске свыше 0,1 мм.

В зависимости от ширины штрихов их делят на пять групп: с шириной штриха не менее 20, 10, 5, 1,0 и 0,1 мм (субмикрометрические).

Под *штриховой мерой* понимают деталь, на поверхности которой нанесены отметки (штрихи), изображающие ряд последовательных чисел, соответствующих измеряемой величине. Иногда штриховой мерой называют меру, длина которой определяется расстоянием между штрихами, нанесенными на поверхность заготовки. Штрихи должны быть прямыми, параллельными, одинаковой ширины и располагающимися под прямым углом к краю

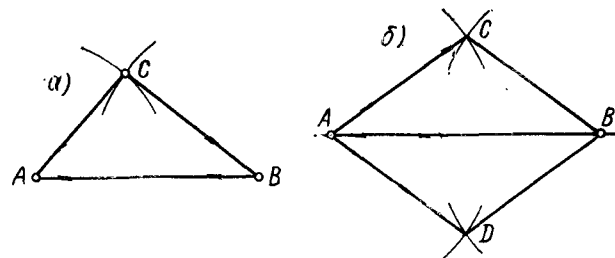
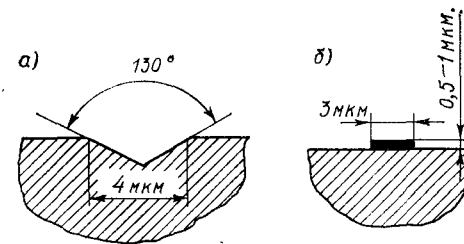


Рис. 84. Построение треугольника (а) и ромба (б) с заданными размерами сторон

Рис. 85. Штрихи штриховой меры треугольной (а) и прямоугольной (б) формы



плоскости шкалы; концы штрихов должны быть острыми, без вмятин и возвышений.

Применяются разнообразные штриховые меры, отличающиеся по виду рисунка, материалу заготовок, точности и конфигурации штрихов. Наибольшее распространение получили брусковые, ленточные и проволоочные штриховые меры.

По назначению штриховые меры подразделяются на *рабочие* и *образцовые*. Образцовые штриховые меры служат для воспроизведения и сохранения единицы измерения длины, а рабочие меры — для непосредственного измерения линейных размеров. Штриховые меры могут иметь различные площади поперечного сечения и различную длину в зависимости от величины контролируемых изделий.

По точности штриховые меры можно классифицировать в зависимости от точности оборудования, на котором они используются. Штриховые меры, применяемые в станкостроении, делятся на три группы: 1) допуски штриховых мер нулевого класса составляют 30—40% допусков станков класса С; 2) допуски штриховых мер первого класса составляют 60—94% допусков станков класса С или 30—50% допусков станков класса А; 3) допуски штриховых мер второго класса составляют 60—83% допусков класса А или 30—42% допусков станков класса В.

Штрихи штриховых мер имеют треугольную (рис. 85, а) или прямоугольную (рис. 85, б) форму. Любая штриховая мера характеризуется следующими показателями: делением — расстоянием между серединами близлежащих штрихов; толщиной штриха и допуском на толщину штриха; длиной штриха.

Требования, предъявляемые к штриховым мерам, используемым в металлообрабатывающих станках, следующие.

1. Штрихи должны иметь постоянную ширину по всей длине и правильную геометрическую форму.
2. Края штрихов должны быть ровными, контрастными и параллельными.
3. Ширина штрихов после увеличения должна быть не менее 0,01 мм.
4. Грани штрихов должны быть матовыми, рассеивающими свет.
5. Поверхность, на которой нанесены штрихи, должна иметь максимальный коэффициент отражения, быть зеркальной и плоской.

6. Коэффициент линейного расширения материала заготовки должен быть близок к коэффициенту линейного расширения материала, на котором крепится шкала.

7. Поверхность со штрихами должна находиться в нейтральном слое заготовки и не должна испытывать напряжения при монтаже на станке.

Основным недостатком металлических штриховых мер является их низкая отражательная способность (50—60%) и трудность оцифровки каждого штриха. К недостаткам стеклянных штриховых мер можно отнести изменение размеров меры во времени из-за старения стекла, сложность монтажа штриховых мер в металлической оправе, трудность получения точных геометрических размеров заготовок.

К стеклянным штриховым мерам, которые обычно состоят из двух пластин (на одной нанесены на одинаковом расстоянии друг от друга штрихи, а другая, покровная, служит для защиты этих штрихов от повреждения во время эксплуатации), предъявляются следующие требования.

1. Пузырность в границах главной рабочей зоны на глубине до 4 мм от поверхности, на которой нанесены деления, должна соответствовать классу 1Б, на глубине от 4 до 8 мм — классу 2Б, на глубине свыше 8 мм — классу 3Б. За пределами главной рабочей зоны пузырность не нормируется. Под *главной рабочей зоной* понимают зону поверхности, прилегающую к штрихам и знакам шкалы.

2. В зоне штрихов и знаков не допускаются царапины и точки.

3. В главной рабочей зоне и вне зоны штрихов допускается не более 10 точек размером до 0,006 мм, не сосредоточенных в одном месте, не более трех царапин толщиной 0,0015 мм и длиной до 1,5 мм и не более двух царапин толщиной 0,002 мм и длиной до 0,5 мм. Все дефекты контролируются приборами, имеющими увеличение не менее 100.

4. Толщина штрихов $(0,005 \pm 0,001)$ мм. Разность по толщине вдоль штрихов допускается до 0,001 мм.

5. Допуск на расстояние между двумя штрихами зависит от длины штриховой меры L и равен $\pm(2 + 0,002)$ мкм.

6. Концы штрихов, обращенные к цифрам, должны лежать на одной прямой, перпендикулярной к штрихам, с отклонением не более $\pm 0,2$ мм.

7. Толщина штриха и шрифта для обозначения марки завода должны быть не более $(0,007 + 0,003)$ мм.

8. Знаки должны быть расположены относительно штрихов симметрично с отклонением не более $\pm 0,02$ мм.

9. Штрихи, цифры и обозначения марки завода должны быть заполнены черной краской.

Иногда для измерения перемещений рабочих органов станков, машин и агрегатов применяют измерительные системы со шкалами, имеющими равные по ширине штрихи, расположенные на одина-

ковом расстоянии друг от друга, или со шкалами, имеющими до тысячи расположенных на равном расстоянии матовых и прозрачных полос или соприкасающихся канавок. Существуют амплитудные шкалы, состоящие из попеременно чередующихся прозрачных и непрозрачных (в проходящем свете) или неотражающих и отражающих (в отраженном свете) линий одинаковой ширины.

Для контроля угловых перемещений применяют круговые штриховые меры, называемые *лимбами*, представляющие собой металлическую или стеклянную заготовку, на одной поверхности которой нанесены на равном друг от друга расстоянии штрихи. Для прецизионных лимбов погрешность деления не должна превышать $2''$. Цена деления и погрешность лимба зависят от области его использования и от диаметра заготовки. Наибольший допуск на угловые деления не должен превышать $1/4$ цены деления. Обычно цена деления лимбов лежит в пределах от 1° до $20'$.

Нониусы, служащие для отсчитывания дробных частей основной шкалы, применяются как для линейных, так и для угловых шкал. Интервал шкалы нониусов в $1/n$ раза больше (нониус с отставанием) или меньше (нониус с опережением) основной шкалы. При необходимости быстрого отсчета нониусы не применяются, а используются индексы. Форма индекса может быть различной, но чаще всего в виде штриха.

Каждый 5-й и 10-й штрихи штриховой меры оцифровываются, а иногда цифры проставляются на каждом миллиметровом штрихе. При рассмотрении шкалы невооруженным глазом высота цифр выбирается равной полутора кратной величине интервала с округлением до 0,5 мм, но не менее 2 мм. При рассмотрении шкалы под микроскопом высота цифр равна 0,6—0,8 длины малого штриха. Так, наименьший размер цифр на серебре 0,2 мм, а на нейзильбере и латуни — 0,3 мм.

Допуски на ширину штрихов, рассматриваемых невооруженным глазом, устанавливают исходя из способности глаза замечать смещение одной линии относительно другой, равное 0,012 мм. При рассмотрении штрихов через микроскоп допуск уменьшается на увеличение системы [4].

Толщина штрихов, интервал шкалы (деление шкалы) и допуски на толщину штрихов выбираются в зависимости от способа отсчета и материала заготовки. Длина же штриха зависит от интервала шкалы. Причем, как правило, штрихи 5-го и 10-го делений должны быть длиннее штрихов других делений. Допуск на расхождение в длинах штрихов допускается не более 5%.

Сетка представляет собой пластинку, на поверхности которой нанесен рисунок в виде отдельных штрихов и цифр или группы штрихов, расположенных в определенной последовательности в зависимости от назначения сетки. Сетки можно разделить на следующие группы: *визирные*, служащие для наведения на измеряемый объект; *измерительные*, по которым производят измере-

ние; *комбинированные*, выполняющие функции визирных и измерительных сеток.

Визирные сетки широко применяются в контрольно-измерительных приборах для наведения на измеряемый объект, на шкалу измерительной сетки и на штриховую меру. Точность наведения зависит от геометрических размеров рисунка, в частности от толщины штриха, контрастности рисунка, симметричности и площади сравнения.

Для определения предела разрешения и качества изображения приборов используются *миры*, которые представляют собой штриховые испытательные таблицы с изменяющимися по определенному закону расстояниями между штрихами.

Мира состоит из 25 элементов; каждый из них в свою очередь включает в себя четыре квадрата, в которых нанесены штрихи в четырех различных направлениях. Штрихи миры должны быть абсолютно черные на белом фоне (или белые на черном фоне), причем ширина светлых промежутков между штрихами одного элемента — величина постоянная.

Обычно для контроля приборов применяется набор мир, различающихся масштабом нанесенного на них рисунка. Кроме рассмотренных элементов на мире нанесены две пары параллельных штрихов, расстояние между осями которых (база миры) определяет ее масштаб.

Качество изображения объективов проверяют по фотометрическим сеткам, которые представляют собой заготовку правильной геометрической формы (квадрат, прямоугольник, круг или шестиугольник) с прозрачными отверстиями на непрозрачном фоне. Размер отверстий обычно бывает одинаковым, а распределение их по полю сетки подчиняется определенной математической функции.

Для оценки качества изображения, воспроизводимого на экранах телевизионных систем, применяют *таблицы*, основные технические требования, к которым следующие: 1) таблицы должны быть выполнены на стекле с непрозрачными покрытиями (лучше всего серебряное покрытие); 2) покрытие не должно иметь дефектов в виде дырок, разводов и включений различных частиц; 3) отклонение ширины и длины штриха от заданного размера должно быть не более $\pm 5\%$; 4) прозрачность штрихов должна составлять не менее 97—99%; 5) края штрихов должны быть ровными с хорошей контрастностью между прозрачными и непрозрачными интервалами; допустимая неровность краев не более 0,001 мм; 6) отклонение углов таблиц от номинальных значений не должно превышать $\pm 10\%$.

Помимо широко известных универсальных таблиц в последние годы применяются все более сложные таблицы, позволяющие проводить измерение характеристик трубок. Существуют и простые таблицы, состоящие из одной, двух и трех групп штрихов. Такие таблицы имеют различные ширину штриха и число штрихов в группе.

А Б В Г Д Е Ж З И К Л М Н О П Р С
Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4

Рис. 86. Брусковый шрифт

Для проверки качества телевизионного изображения на контрольных устройствах и на экранах телевизионных приемников бытового, промышленного и специального назначения в настоящее время существует более 50 различных по своему виду *тестов*. Тесты, состоящие из штрихов, цифр и обозначений, расположенных по определенному закону, служат для разложения изображения на 400, 625, 1200 и другое число строк. При этом каждый элемент теста имеет свое целевое назначение. Так, группа клиньев в центре теста и клинья, расположенные по углам, служат для определения разрешающей способности передающих и приемных трубок телевизионных систем. Четкость горизонтальных рядов определяют по контрастности вертикальных клиньев, а вертикальных рядов — по контрастности горизонтальных клиньев.

При гравировании применяется в основном *брусковый*, *рожковый* и *рукописный* шрифты. Поэтому гравер должен первоначально изучить построение букв и цифр этих шрифтов. Наиболее простой и распространенный из них — брусковый, или, как его иногда называют, палочный или ленточный. Один из видов брускового шрифта изображен на рис. 86. Он имеет буквы, построенные на совершенно ровных, одинаковой толщины линиях — брусках. С изменением ширины букв брускового шрифта в ту или другую сторону изменяется вид этого шрифта.

Вторым по сложности является рожковый шрифт, показанный на рис. 87. Этот шрифт, как и брусковый, имеет несколько разновидностей. Третий и самый сложный из наиболее часто применяемых граверами шрифтов — рукописный, один из вариантов такого шрифта показан на рис. 88. Название шрифта связано с его писанием от руки с закруглениями и утолщениями линий от нажима пера, соединительными линиями между буквами и т. д. Каждый вид шрифта имеет свое назначение, например для золототиснения применяется чаще всего рожковый шрифт, для клеймения завод-

А Б В Г Д Е Ж З И К Л М Н О П Р С
Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я ! ?
1 2 3 4

Рис. 87. Рожковый шрифт

Р
укопись
1234

ских деталей или шильдиком — брусковый, для надверных табличек — рукописный и т. п.

Необходимо практиковаться в изображении как строчных, так и прописных букв. Для твер-

дого усвоения рисования шрифта надо воспроизводить все буквы до тех пор, пока не станет ясно, что рука натренирована в рисовании всех перечисленных шрифтов и любой из них получается каждый раз совершенно одинаковым.

Правила расположения текста. Когда гравером усвоено написание шрифтов и он без особого труда может быстро нарисовать любые цифры и буквы, можно начинать на бумаге упражнения по размещению текста (в данной книге речь идет в основном о производственном гравировании, поэтому в ней не рассматривается процесс создания композиции текста, что вообще является функцией конструктора или художника). В виде оригинала граверу вручают уже готовую композицию текста: в натуральную величину, если нужно перевести его на металл в масштабе 1 : 1, либо с указанием его рабочей площади, размеров знаков (т. е. букв и цифр) или масштаба.

Однако иногда вместо оригинала граверу могут дать текст, написанный от руки или напечатанный на машинке. В данном случае гравер сам должен разрешить ряд вопросов, от которых зависит качество выполняемой гравировки, а именно: какой вид и размер шрифта избрать и в каком расположении произвести разметку текста на гравированной детали.

Рассмотрим следующий пример. Граверу дана для изготовления фирменная таблица к какому-либо станку, где должно быть обозначено название завода, города, номер станка, дата и т. д. Прежде чем приступить к разметке данного текста, следует произвести предварительную разметку таблички и найти центр. Это осуществляется путем пересечения таблички диагональными линиями. Если в тексте всего три строки, то для правильного и симметричного их расположения через центр таблички проводят горизонтальную и вертикальную линии. Верхнюю и нижнюю части таблички делят пополам горизонтальными линиями как показано на рис. 89. Таким образом, верхняя, средняя и нижняя линии являются местом расположения трех строчек текста. Выбрав

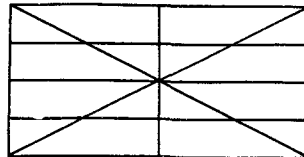


Рис. 89. Разметка таблички на три строки.

брусковый шрифт и определив его размер, приступают к разметке и рисованию текста на заготовке. На верхней строке, как правило, располагают название завода (выделив его более крупным шрифтом), на второй строке — фабричную марку станка и название города, а на третьей — номер станка и дату выпуска.

При разметке любого текста нужно учитывать размер заглавных и ушренных букв, таких как Д, М, Ш, Щ, Ы, Ю и каждую из них по ширине считать за полтора знака. Для симметричной разметки текста считают количество букв в слове и делят их пополам; если слово состоит из 16 букв, то их располагают поровну, по восемь букв с правой и левой сторон от вертикальной центральной линии, отмеченной на табличке. Таким же приемом пользуются и для всех остальных строк.

Нанесение рисунка и разметка текста на металле производится следующим образом. Сначала рисуют карандашом весь необходимый текст (с учетом всех описанных приемов, обеспечивающих правильность и симметричность его расположения), а затем производят разметку шпильстиком или специальной разметочной иглой. Во время разметки окончательно корректируют нарисованное, а также устраняют возможность стирания карандашных линий в процессе гравирования.

Копирование изображения. Копирование какого-либо рисунка, факсимиле или другого изображения является важным звеном в граверной работе. Существует несколько методов копирования. Самое распространенное и простое копирование производят следующим образом. Берут кальку или папиросную (рисовую) бумагу, промасливают ее, равномерно протирая пальцем по всей площади веретенным маслом, и после того как бумага станет максимально прозрачной, накладывают на оригинал. Затем тщательно закрепляют бумагу кнопками, и остро отточенным мягким карандашом точно переводят на нее оригинал. Этот способ копирования применяют в тех случаях, когда требуется сохранить точный размер оригинала в зеркальном (обратном) виде.

При необходимости перевода оригинала на металл в прямом изображении производят так называемое двойное копирование: сначала копируют с оригинала на папиросную бумагу, затем перевертывают ее лицевой стороной вниз и вторично обводят карандашом контур рисунка, после чего переводят его на металл.

Нередко граверу приходится сталкиваться с рисунками, которые должны быть строго симметричны. Для изображения такого рисунка достаточно воспроизвести его правую или левую сторону, затем согнуть бумагу по отмеченному центру и протереть ее сверху твердым предметом. Изображение рисунка переходит на другую сторону и воспроизводит его вторую половину с идеальной симметричностью.

Независимо от способа копирования рисунка приемы перевода его на металл всегда одинаковы. Для изготовления, например,

клише на латунной пластинке, прежде чем приступить к переводу рисунка на металл, нужно лекальной линейкой проверить прямолинейность рабочей поверхности. Убедившись в ее хорошем качестве, поверхность покрывают тонким слоем белой акварельной краски или цинковыми белилами, растирая их круговыми движениями пальца. После высыхания краски к пластине прикладывают папиросную бумагу с рисунком (с учетом прямого или зеркального изображения), и, покрыв ее какой-нибудь плотной бумагой, протирают тыльной стороной рукоятки штихеля. Рисунок воспроизводится на металле. Остается хорошо отточенным шпигель-штихелем произвести разметку рисунка, т. е. его оконтуривание по переведенному графитному рисунку.

Для более четкого перевода рисунка на металл существует еще один способ подготовки его поверхности. Суть его заключается в следующем: заготовку покрывают белой краской уже известным приемом и после высыхания подогревают пластину и прикладывают к ней кусочек чистого пчелиного воска, который, расплавляясь, покрывает всю окрашенную рабочую поверхность тонким слоем. Графит с рисунка на бумаге, приложенной к такой поверхности, особенно хорошо переводится, и копия рисунка получается очень отчетливая. Однако при этом способе, так же как и в первом варианте, необходимо произвести разметку шпигель-штихелем.

В граверной работе нередки случаи, когда граверу приходится пользоваться оригиналом, размеры которого не соответствуют размерам будущего изделия, т. е. когда рисунок оригинала больше или меньше требуемого в граверном исполнении и его необходимо увеличить или уменьшить.

Широко применяется способ увеличения или уменьшения размера оригинала при помощи сетки. Вокруг рисунка, подвергающегося увеличению, вычерчивают рамку карандашом тонкими линиями. Делят площадь в рамке пополам по вертикали и горизонтали, а полученные четверти, в свою очередь, делят линиями на восьмушки, шестнадцатые, тридцать вторые и т. д. Для удобства работы точки деления сторон рамки, в которую заключен рисунок, нумеруют по горизонтали и вертикали цифрами. Затем на бумаге чертят подобную рамку, увеличенную или уменьшенную в нужное число раз относительно оригинала, и делят ее на такое же число клеток. После этого рисунок перерисовывают по частям, перенося поочередно изображение из каждой клетки оригинала в соответствующую клетку на бумаге. Чем больше число клеток в сетке, тем точнее получится переводимый оригинал. На рис. 90 показано изображение, увеличенное в два раза относительно оригинала. Если оригинал необходимо сохранить, рекомендуется скопировать рисунок на бумагу и построение сетки производить по копии.

Для приобретения основных навыков в гравировании штихелями необходимо проделать ряд упражнений возрастающей сложности.

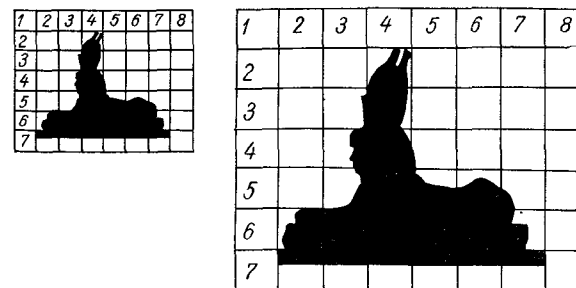


Рис. 90. Оригинал и изображение, увеличенные в два раза

1. Гравирование прямых параллельных линий, заранее размеченных на определенном расстоянии друг от друга (рис. 91, а).
2. Гравирование взаимно перпендикулярных прямых линий в виде квадратной сетки (рис. 91, б).
3. Гравирование углов с заданным интервалом (рис. 91, в).
4. Получение различного тона цвета (от черного до белого) в окружности, разделенной на четыре части путем изменения размера между линиями (рис. 91, г).
5. Гравирование концентрических окружностей определенных диаметров, что еще более закрепляет необходимый практический опыт, накопив который, можно приступать непосредственно к гравированию по гляncy различных текстовых обозначений (рис. 91, д).
6. Гравирование параллельных волнообразных линий, что в значительной степени развивает твердость руки, необходимую при изменении направления резания в сочетании с поворотом детали навстречу режущей кромке штихеля (рис. 91, е).
7. Выполнение обронных работ, к которым приступают после овладения вышеуказанными приемами. Эти работы осуще-

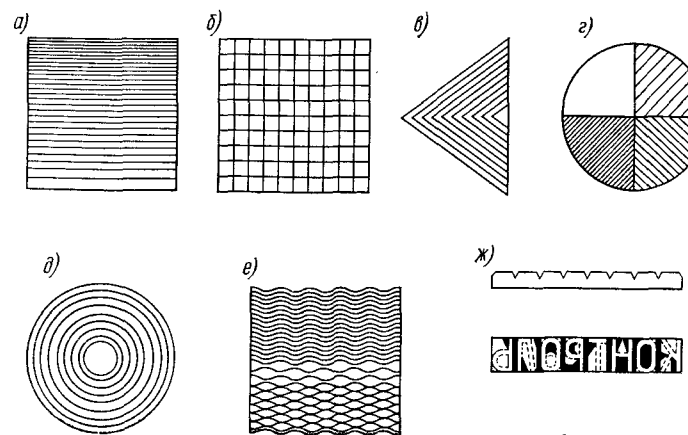
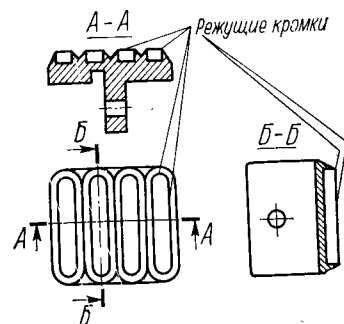


Рис. 91. Рисунки для тренировочных упражнений

Рис. 92. Знаки ножевого типа



ствляются обычно на заготовках из хрупкого материала (латуни ЛС59 или инструментальной стали У8А). Заготовку, выполненную по заданным размерам, размечают в зависимости от числа и размера знаков, т. е. букв и цифр, затем прорезают канавки, определяющие расстояние между двумя буквами. Например, для гравирования слова «контроль» его размечают в зеркальном изображении исходя из количества знаков, и прорезают канавки шпичстиком так, чтобы все прямоугольные площади были одинаковой высоты и ширины. В дальнейшем эти размеры не следует изменять, так как они являются размерами будущих букв. Работа по гравированию ведется штихелем соответствующих профилей в зависимости от гравированной буквы. Так, при гравировании буквы *О* применяется фляхштихель для подрезки и закругления наружных углов, а для выборки внутренней выемки — большштихель. При нанесении буквы *Н* используют шпичштихель и фляхштихель, а буквы *Р* — фляхштихель, шпичштихель и большштихель и т. п. На рис. 91, *ж* видны (на не до конца выгравированных буквах) характерные вырезы, присущие штихелям различных профилей.

Одной из разновидностей гравирования является также изготовление инструмента для вырезания букв, цифр и других изделий из липкой ленты, т. е. специальных буквенных, цифровых и других знаков ножевого типа. Потребность в таких знаках вызвана всевозрастающим развитием электронных устройств, производство которых невозможно без применения печатных плат, куда, в свою очередь, требуется большое число букв, цифр и различных контактных площадок. Инструменты ножевого типа изготавливают из стали марки 4Х18, а процесс гравирования ведется как механическим, так и ручным способом.

Приступая к работе, прежде всего выбирают заготовку, соответствующую габаритным размерам буквы с припуском на обработку 0,6—0,7 мм (рис. 92). Например, если высота знака в готовом виде должна быть 10 мм, то высота заготовки в данном случае берется равной 11,5—12 мм. Затем при помощи резца-фрезы делают выборку соответствующих углублений с внутренней и наружной стороны в зависимости от силуэта буквы или цифры. После завершения машинного гравирования приступают к ручной обработке знака при помощи штихелей, добываясь «остроты знака» (режущая кромка равна 0,05 мм) за счет снятия припуска. Гравирование ведется срезанием припуска на конус к основанию, вследствие чего и получается режущая кромка знака.

Обронные работы. Одним из распространенных видов гравирования являются обронные работы. К ним относятся все гравировальные работы, в которых производят углубление фона, а изображение получается выпуклым. Этим способом изготавливают клише из латуни и других материалов под золототиснение и печатание краской, простые и сложные клейма из стали для клеймения всевозможных деталей, узлов машин и механизмов, буквенные и цифровые пуансоны, зеки и многие другие инструменты.

При изготовлении печати для тиснения краской слова **КРОНШТАДТ** с высотой букв 5 мм и глубиной гравирования 1 мм последовательность технологического процесса такова. Ножовкой отрезают кусок листовой латуни (марки ЛС59) с припуском на слесарную обработку, т. е. опиловку грубым, личным и бархатным напильником до нужного размера, в данном случае 40×40×3 мм. Полученную заготовку закрепляют на деревянной колодке при помощи сургуча или в шаровых тисках и окончательно доводят рабочую поверхность крокусной бумагой с обязательной проверкой плоскостности рабочей части поверхности линейкой на просвет. Затем штангенциркулем на длинной стороне прямоугольной заготовки (в средней ее части) размечают основную ширину строки — 5 мм (согласно заданному размеру букв). Последующую разметку производят шпичштихелем.

Сосчитав число букв в слове **КРОНШТАДТ**, разметку начинают с пятой, средней, буквы **Ш**, которую гравируют на вертикальной линии, делящей заготовку пополам и обеспечивающей симметричное расположение данного слова. Остальные буквы размечают в зеркальном изображении, в правую и левую стороны от буквы **Ш**, после чего размеченное слово гравируют в зеркальном изображении так, как показано на рис. 93.

Размечая верхнюю и нижнюю линии, ограничивающие высоту строки, необходимо учесть высоту заглавной буквы **К**, оставляя для нее соответствующий припуск в верхней части строки, а для буквы **Д** — в нижней части. Заправив нужные штихели, приступают к прорезанию строки в поперечнике шириной, соответствующей ширине промежутков между буквами. При гравировании букв учитывают сближения между буквами **Т** и **А**, прорезая промежуток между ними не прямо, как у всех остальных букв, а под определенным углом. Этот прием используют для сохранения одинаковых расстояний между всеми аналогичными сопряжениями таких букв, как **РА**, **АУ**, **ГА** и т. п. В зависимости от

Рис. 93. Штамп, выгравированный в зеркальном изображении

ТДАТШНОЧЖ

от формы буквы применяются соответствующие штихели. Для выборки внутреннего контура букв О и В используют больштихель, для П, Н — флаштихель и для И, А — шпиштихель. Когда гравирование слова закончено, его проверяют оттиском краски на бумаге, после чего производят чистовую обработку, исправляя все недостатки, замеченные при проверке. Убедившись, что гравирование слова выполнено качественно, флаштихелем удаляют оставшийся материал с фона и грунтуют последний маточником, чем и заканчивается изготовление заданной печати.

В процессе гравирования нужно внимательно следить за сохранением обработанных граней букв, рамок и других обозначений, чтобы при дальнейшей обработке не замазать их. Для предотвращения этого опытные граверы используют в качестве опоры металл, находящийся под гранью штихеля, или те места фона гравлируемого штампа, с которых материал подлежит обязательному удалению при окончании гравирования изделия. При чистовой обработке клейма или штампа применяют картонные или пластмассовые подставки, надежно сохраняющие гравированную поверхность.

Приведем еще один пример обронной работы на латуни. Требуется изготовить штамп для тиснения изображения на мыле. Форма штампа свальная, высота шрифта 5 мм, глубина гравирования 2 мм. Штамп такой формы изготавливают с рамкой, а буквы гравировывают в зеркальном изображении; при этом текст штампа располагают в две-три строчки. Верхнюю строчку размечают и гравировывают обычно дугообразной, среднюю делают прямой, а нижнюю также дугообразной, но с обратной кривизной по отношению к верхней строчке. На куске латуни (марки ЛС59) толщиной 5 мм по заданным малой и большой осям эллипса производят построение и разметку и по полученному контуру опиляют наружный профиль. Штангенциркулем размечают дугообразные строчки в верхней и нижней частях овала, используя в качестве базы кривизну самого эллипса. Строчку размечают при помощи масштабной линейки, и после разметки всего текста приступают к гравированию штампа.

Существенным отличием процесса гравирования такого штампа по сравнению с гравированием слова КРОНШТАДТ является то, что он по форме значительно сложнее, глубина гравирования больше (2 мм), и наконец гравирование граней букв и других знаков производится почти без конуса. Весь остальной процесс гравирования такой же, как и в предыдущем примере, с применением тех же инструментов. Когда работа по гравированию подойдет к концу и останется удалить материал с фона, то в данном случае весьма эффективно применить фрезерный станок с пантографом, благодаря которому работа по выборке фона может быть ускорена в несколько раз. После окончания гравирования к штампу для удобства его применения прикрепляется деревянная ручка. С этой целью на обратной относительно букв стороне

штампа высверливают небольшое углубление, в которое запаивают головку шурупа и приворачивают к нему деревянную ручку.

Отличие обронных работ на стали от таких же работ на латуни заключается в том, что необходима затрата значительных усилий гравера, так как сталь тверже любых цветных металлов и сплавов. В качестве примеров обронных работ на стали можно указать на гравирование клейма с одним-двумя знаками в круглой или треугольной рамке, клейма прямоугольной формы с несколькими знаками, гравирование всевозможных сложных клейм для тиснения при помощи пресса или удара молотка. Стенки рамки, цифр и других знаков на стальных клеймах и штампах должны иметь конусность от 45 до 60° для повышения их механической прочности. Ширина штриха букв, цифр и рамок стальных штампов, клейм и т. п. обычно находится в пределах 0,1—0,3 мм в зависимости от назначения штампа или клейма и размера самих знаков. Методы и приемы гравирования стальных штампов и клейм такие же, как и при любой обронной работе.

На стальных заготовках удаление материала с фона большого размера рационально производить на фрезерно-копировальном или на обычном фрезерном станках. Для ускорения производственного процесса граверных работ на стали применяют и другие вспомогательные приемы, облегчающие труд гравера. К ним относятся слесарная обработка опилением по наружному контуру (при изготовлении клейм под удар), сверление на сверлильном станке различных углублений с целью выборки лишнего металла, вырубка фона зубильцами и т. п.

Условия эксплуатации всех штампов, клейм и других изделий, изготовленных из стали, требуют их повышенной стойкости и прочности, что должно быть обеспечено качественной термической обработкой (закалкой с последующим отпусканием).

Для стальных заготовок применяют инструментальную сталь марок У8 и У12. Перпендикулярность сторон заготовки для клейма или штампа и плоскостность ее рабочей поверхности тщательно выверяются под угольник, а также проверяются на просвет при помощи лекальной линейки. Края заготовки для клейма не должны иметь завалов, так как лишь идеально доведенная ровная поверхность клейма способна дать ясный и отчетливый оттиск. Глубина гравирования букв, цифр и других знаков на клеймах и штампах из стали, предназначенных для тиснения по металлу, должны быть в пределах 0,3—0,6 мм. Это очень важно для повышения механической прочности и износоустойчивости клейма или штампа.

Изготовление клише для тиснения золотом, серебром или краской по сути также является обронной работой, как на латуни, но требования, предъявляемые к нему, значительно выше, чем требования к обыкновенным клеймам или штампам. Гравирование под золототиснение производится аналогично вышеописан-

ным работам. Однако если при обронных работах знаки могут быть несколько расширены к основанию (а для стальных клейм это является обязательным условием), то в работе под золототиснение конусность штриха является недопустимой и даже вредной. Клише требует чистой и тщательной обработки. Все буквы текста надо выполнить так, как будто они были изготовлены отдельно и закреплены на пластинке клише. Глубина гравирования должна быть не менее 2—3 мм, так как в большинстве случаев тиснение золотом производят на картонных переплетах книг, альбомов и на других эластичных материалах, на которых при малой глубине гравирования, а также при наличии конусности в буквах клише не может быть получен чистый и четкий оттиск. При несоблюдении этих требований во время тиснения золото закроет те места, где поле должно быть чистым, и изделие будет испорчено. Такие же результаты могут получиться и при использовании этого клише для печатания краской на бумаге, краска даст оттиск в ненужных местах, в результате чего возникнет брак.

Во время изготовления клише под золототиснение граверу трудно выбрать металл внутри букв О, В, Р, Ф и т. д. Такую выборку невозможно быстро произвести штихелями, тем более что требуется большая глубина и отсутствие конусности. Поэтому весьма эффективным приемом является применение сверления заранее подобранными сверлами нужных диаметров, соответствующих внутренним очертаниям гравированных букв. Иногда для получения наметки необходимого контура внутри букв используют зеки различных профилей. Хорошие результаты получаются при изготовлении клише на фрезерно-копировальном станке с пантографом. В этом случае производительность увеличивается в десятки раз, так как механическая обработка и возможность заточки резца фрезы без конуса обеспечивают чистоту гравирования, отсутствие конусности у букв и практически любую глубину выборки металла в клише.

Особое внимание необходимо обращать на подготовку рабочей поверхности. Она должна быть идеально ровной, отполированной и без закруглений по краям. При отсутствии плоскошлифовального станка необходимая чистота достигается припиловкой заготовки бархатными напильниками и последующей полировкой наждачной и крокусной бумагой. После этого клише обрабатывают матиком для придания товарного вида.

Гравирование для вида. Распространенным видом граверных работ является гравирование различных надписей на машинах, станках, приборах, а также дарственных надписей и рисунков на портсигарах, часах и т. п. Все эти работы носят общее название — гравирование для вида. Если в обронных работах удаляют металл с фона и выпуклым остается текст или рисунок, то в гравировании для вида работа заключается в удалении металла из линий букв текста или рисунка, а фон полируют до получения глянцевого покрытия. Эта гравировка может быть выпол-

нена с особым блеском прорезанием линии (под глянец) или с зачернением их.

Главным в гравировании для вида является придание изделию красивого внешнего вида. Поэтому к таким работам не предъявляются требования особой точности, а лишь соблюдается красивое расположение надписей и рисунков, подлежащих гравированию.

Гравирование различных надписей с последующим заполнением углублений черным сургучом или каким-нибудь другим веществом называют гравированием под *чернение*. Граверные работы под чернение производятся на различных металлах, сплавах и некоторых пластмассах. Особенно пригодна для этих работ латунь марки ЛС59. В подавляющем большинстве гравирование под чернение применяют при изготовлении всевозможных нагрудных знаков (например, знаков для носильщиков, сторожей, кондукторов на транспорте), фирменных табличек и марок на станках, надверных табличек и т. п.

К заготовке предъявляется требование правильности геометрической формы очертаний и поверхности. Перпендикулярность сторон заготовки проверяют под угольник, а плоскостность поверхностей — при помощи лекальной линейки (на просвет). Опиливают ее со всех четырех сторон, сверлят отверстия под винты и полируют рабочую поверхность, затем покрывают белой акварельной краской и после того, как краска высохнет, наносят заданный текст или рисунок. Например, на надверной доске большим шрифтом гравировывают фамилию, а имя и отчество — шрифтом соответственно меньшего размера; в доске с наименованием учреждения выделяют наименование учреждения, название главка, министерства, а другой текст гравировывают шрифтом меньшего размера и т. п.

Прежде чем приступить непосредственно к процессу гравирования, необходимо закрепить рисунок, наметив его шпигельным или покрыв слой поверхности бесцветным лаком. Без применения этих мер предосторожности во время работы может стереться еще не отгравированная часть рисунка, на восстановление которой уйдет лишнее время. Для удобства заготовки закрепляют на деревянном прямоугольном бруске, соответствующем по форме самой заготовке. Применяют в основном два способа закрепления: 1) приворачивают шурупами через заранее высверленные отверстия или прибавляют гвоздями (со всех четырех сторон шляпками к фасету); 2) приклеивают сургучом путем нагрева заготовки. После ее закрепления приступают к выполнению основного задания.

В гравировании под чернение применяют все профили штихелей в зависимости от рисунка или вида шрифта и толщины гравированных линий. Например, утолщенные линии пропального шрифта в местах нажима не ра на прямой гравировывают фляхштихелем или большштихелем, закругление линий — только большштихелем,

а тонкие соединительные линии и линии для украшения гравировать шпичстихелем. После того как черновая работа закончена, гравировку необходимо подвергнуть чистовой обработке, при которой в большей или меньшей мере используются штихели всех профилей. Однако чаще всего при чистовой обработке применяют шпичстихель.

В тех случаях, когда надлежит произвести гравировку букв больших размеров, для выборки металла в широких линиях текста или рисунка применяют зубильца. Зубильце, как и штихель, поворачивают и направляют по размеченному контуру текста. Для удобства работы с зубильцем гравированную заготовку следует прочно закрепить на ровной металлической плите с упорами, чтобы заготовка не перемещалась от ударов молотка по зубильцу. Такое крепление необходимо еще и потому, что во время гравирования штихелем обычных деталей средней величины левой рукой поддерживают и направляют заготовку, а правой — гравировать. В данном же случае обе руки заняты инструментом, так как в одной зубильце, а в другой — молоток.

При гравировании букв с широкими линиями их сначала рисуют, затем по нарисованному размечают шпичстихелем и им же производят оконтуривание букв. По полученным контурам осуществляют выборку металла фляхштихелем, номер которого соответствует ширине штриха заданных букв. По окончании гравирования поверхность заготовки зачищают мелким шлифным напильником и крокусной бумагой, после чего производят окончательную чистовую обработку — подрезание углов, закруглений и выравнивание линий.

Когда гравирование закончено, углубления заполняют («запускают») черным лаком или черным сургучом. Делают это следующим образом. Изделие нагревают до тех пор, пока положенный на него сургуч не начнет плавиться, заполняя выемки. Когда все выгравированные углубления заполнены, берут металлическую линейку и снимают с поверхности заготовки излишки сургуча. После остывания заготовки ее необходимо второй раз зачистить и отшлифовать; при этом сургуч, оставшийся в углублениях, теряет свой блеск и черноту, потому что при шлифовании на нем образуется налет латунного цвета. Чтобы восстановить цвет сургуча и получить требуемую контрастность, заготовку следует слегка нагреть, и размягченный сургуч опять примет свой первоначальный вид, так как мельчайшие частицы латуни при нагреве оседают.

При гравировании *под глянец* наносимым линиям стараются придать особенный блеск, тогда как при гравировании *под чернение* не только допускается, но и считается полезным, если выборка линий шероховата, потому что в таких углублениях еще лучше держится сургуч или краска.

Если в работах *под чернение* разность глубин гравирования и другие недостатки скрываются под покрытием, то при гравиро-

вании *под глянец* все дефекты остаются на виду. Поэтому чистота линий и аккуратность выполнения штриха в данном случае являются первостепенными требованиями. При этом виде гравирования чаще всего применяется рукописный шрифт. Заготовку изготавливают из латуни или других материалов, доводят до нужной чистоты ее поверхность, покрывают акварельной краской и рисуют текст или орнамент с последующим покрытием бесцветным лаком.

Ведущим инструментом при гравировании тонких линий является шпичстихель наибольшего номера, а штриховых рисунков — штихель с различной шириной и плотностью насечки (рифления). Обводка по контуру рисунка производится обычно шпичстихелями 1-го и 2-го номеров. Во время работы шпичстихелем тонкие линии гравировать, держа его прямо, а при необходимости получения утолщения делают соответствующий наклон вправо или влево в зависимости от того, в какой стороне желательно его иметь, причем величина этого утолщения зависит от угла наклона шпичстихеля. Линии наносить без отрыва инструмента от рисунка, так как на стыках линий могут образоваться заусенцы и нежелательные угловатости у плавных закруглений. При гравировании закруглений заготовку направляют навстречу штихелю. Опытный гравер, правильно владеющий шпичстихелем, не только достигает плавных переходов в линиях, но и корректирует в процессе гравирования недочеты размеченного рисунка.

Гравирование *под глянец* часто производят на заготовках с матовой поверхностью, что еще более подчеркивает красоту выполняемых граверных работ. Если во время гравирования возникает необходимость выделить какие-то участки на матовой поверхности заготовки, сделав их блестящими, применяют специальные полировальники. Этот инструмент изготавливают из стальной проволоки диаметром до 5 мм и длиной от 100 до 120 мм. Рабочий конец полировальника закругляют и после термической обработки полируют пастой ГОИ. Перемещением этого инструмента по нужным местам заготовки получают отполированную глянцевую поверхность.

Рельефное гравирование. Одним из самых сложных видов граверных работ являются рельефные работы. Отличительная особенность их заключается в том, что удаление металла производят, как говорят, «в нутро», т. е. углубленно, часто в обратном изображении. Глубина гравирования при изготовлении одного и того же изделия может быть весьма различной и зависит от оригинала. В остальном же при рельефных работах используются те же инструменты и предъявляются такие же требования тщательности, аккуратности и правильности выполнения рисунка, что и при других видах гравирования. Рельефное гравирование используется при изготовлении пресс-форм для игрушек, фигурного печения, шоколада, изделий мыловаренной промышленности и т. п.

Особенности рельефных работ можно изучить путем разбора процесса изготовления штампа. Для изготовления какой-либо формы граверу дают оригинал в виде готовой детали или чертеж со всеми необходимыми размерами будущего изделия. Допустим, что для изготовления выпуклого орнамента на железном корпусе карманного фонаря требуется сделать штамп (матрицу и пуансон). Матрица «оформляет» орнамент, т. е. придает орнаменту правильную форму, поэтому и гравировку ее в точном соответствии с оригиналом, но в обратном изображении. Пуансон гравировку с приближенным рельефом, причем учитывают толщину материала изделия. Матрицу изготавливают следующим образом. Прямоугольную заготовку нужного размера из стали марки У8 подвергают нормализации и шлифуют рабочую поверхность. После покрытия заготовки медным купоросом на ней производят зарисовку и разметку контура рисунка. Металл удаляют при помощи зубильцев и стихелей. При изготовлении рельефа в соответствии с оригиналом гравер часто должен проверять свою работу «на воск», отпечатывая выгравированные места на пластилине или на пчелином воске (пчелиный воск смешивают с сажой, вследствие чего он принимает черный цвет, на котором значительно лучше видны все недочеты гравирования). Чтобы воск не приставал к металлу, последний предварительно смачивают.

Убедившись, что работа выполнена правильно, приступают к доводке и полированию рисунка до глянцевої поверхности. Специально заправленными палочками, изготовленными из твердой породы дерева (дуб, груша), растирают разведенную на керосине пасту ГОИ по поверхности изделия до полного исчезновения царапин и рисок, т. е. до зеркального блеска. После полирования матрицу подвергают термообработке (закалке, отпуску). Если после термической обработки матрица потемнеет, производят вторичное легкое полирование, при котором гляцевитость быстро восстанавливается.

Пуансон часто отштамповывают под прессом с матрицы. После снятия с него металла, соответствующего толщине материала изготавливаемого изделия, пуансон закачивают, чем и заканчивается изготовление матрицы и пуансона.

При рельефных работах по стали наилучшие результаты получаются при использовании маточников, т. е. стальных пуансонов с определенным рисунком (лепестком, орнаментом). Инструменты этого вида получили настолько широкое распространение, что изготовление рисунка не отдельными элементами, а полным изображением стало обычным явлением. Инструмент для оттиска рельефа в заготовке матрицы с полным рельефным (верховым) изображением орнамента называется *мастер-пуансоном*. Несмотря на то что изготовление мастер-пуансона является сложной художественной работой, применение и эффективность этого инструмента очевидны. Изготовить мастер-пуансон значительно легче, чем гравировать «в нутро» непосредственно какую-либо матрицу

или форму. Это объясняется тем, что рельефная работа «в нутро» производится в зеркальном изображении, связана с частой проверкой «на воск» и применением специальных инструментов.

Правила пользования мастер-пуансоном очень просты. Его закрепляют в подвижной части прессы, на подушке которого устанавливается заранее изготовленная шлифованная и полированная заготовка будущей матрицы или формы. Затем заготовку матрицы центрируют, окончательно закрепляют и производят давление прессом. Мастер-пуансон оставляет оттиск на заготовке. Глубина оттиска при этом должна соответствовать глубине рельефа оригинала плюс 5—6 мм на наплыв металла во время тиснения, который после проверки качества оттиска удаляется с матрицы фрезерованием с последующей шлифовкой с учетом, однако, указанной глубины матрицы или формы. Когда матрица готова, ее подвергают термообработке и затем слегка полируют, так как после термической обработки рельеф рабочей поверхности темнеет. Для предохранения от окисления и коррозии рабочие поверхности форм, изготовленных из цветных металлов и из сталей любых марок, хромируют. Мастер-пуансон после употребления смазывают тавотом, который предохраняет его от коррозии.

Хорошо изготовленный и правильно термически обработанный мастер-пуансон может быть использован для производства большого числа матриц или форм. При этом форма, полученная с помощью мастер-пуансона, часто не требует никакого дополнительного полирования и граверной обработки, так как при качественно отполированной поверхности заготовки после оттиска мастер-пуансоном сохраняется чистота поверхности ее рельефа. На плохо отполированной поверхности заготовки формы или матрицы, имеющей риски или царапины, после тиснения мастер-пуансоном последние не исчезают, а остаются почти в том же виде и удалить их в готовой форме нелегко.

Иногда формы изготавливают без орнамента, с одним только текстом. В этом случае используют те же инструменты с добавлением обработки рифлевками. Перед началом гравирования все поле внутри формы доводят рифлевками до нужного профиля кривизны, и только после этого по гладкому фону формы рисуют буквы, обводят их шпигштихелем. Затем приступают непосредственно к процессу гравирования. Буквы гравировку изогнутыми стихелями и зубильцами; в некоторых случаях применяют набивку буквенными пуансонами.

Конгревное гравирование. Гравирование штампов, предназначенных для печатания красками и тиснения рельефа, называется конгревной работой (по имени изобретателя многокрасочного печатания Конгрева).

В процессе гравирования штампов для конгревных работ гравер должен действовать с максимальной тщательностью.

Конгревные работы бывают как верховые, так и «в нутро» и выполняются по стали и латуни. Иногда изготавливают штамп для печатания красками с одновременным тиснением и вырубкой изделия. Конгревные работы применяются в переплетном деле и для изготовления различных этикеток, реклам и многих других изделий. Печатание производится на прессах или специальных машинах. Если штамп предназначен для одновременного печатания и вырубки (например, по контуру этикетки), то его выполняют из стали, так как для изготовления вырубающих элементов штампа, т. е. ножей, латунь слишком мягка.

Предварительную слесарную обработку заготовки для конгревной работы необходимо производить очень тщательно. Толщина заготовки во всех своих точках должна быть одинаковой, рабочая поверхность под гравирование — абсолютно ровной и проверена на просвет при помощи лекальной линейки. На плохо обработанной и доведенной заготовке невозможно качественно выгравировать текст или рисунок, и все дефекты выявляются в оттиске на бумаге. Конгревные работы производятся обычно теми же приемами, что обронные и рельефные работы. Как при любой обронной работе, заготовка покрывается белой акварельной краской и на нее переводят или воспроизводят на ней заданный рисунок, причем если при печатании требуется одновременная вырубка, то для этой цели размечают также и контур ножей.

Конгревные работы могут состоять из нескольких видов гравирования (обронные, рельефные и многокрасочные работы), которые выполняются последовательно. Последними изготавливаются ножи. Ножи гравируют, как обычную рамку в верховых работах. Высота рамки делается вровень с общей высотой всего текста. С обеих сторон рамки производится выборка поля флях-штихелем (или зубильцем). С внутренней стороны выборка поля (фона) делается под прямым углом, а наружная сторона спиливается на конус под углом 45° с последующей подправкой флях-штихелем, благодаря чему верхняя часть ножа получается острой и при печатании обрубаёт рисунок по намеченным линиям. Высота элементов рисунка и ножей должна быть в одной плоскости. Для того чтобы при печатании одновременно производилась и вырубка, штамп устанавливают в машину и кладут против ножей на плоскости прижима специальные бумажные подкладки, обеспечивающие больший нажим на ножи и способствующие вырубанию.

Исправление брака. В процессе граверных работ в результате низкого качества металла часть изделий с выгравированным на нем рисунком или текстом выкрашивается. Во время слесарной обработки возможно появление и других дефектов заготовки: пористость, наличие раковин и т. д. Поэтому необходим тщательный подбор металла для той или другой граверной работы. Следует иметь в виду, что эти дефекты чаще всего встречаются в сплавах.

Несмотря на принятые меры предосторожности по подбору качественной заготовки иногда все же раковины обнаруживаются тогда, когда работа подходит к концу и выгравирована большая часть рисунка или шрифта. Необходимо принять меры по своевременному устранению этих дефектов, так как недопустимо выбрасывать всю работу из-за порчи одной или двух букв. Возможны дефекты и по ошибке гравера: снятие штихелем большего количества металла чем это требовалось, соскакивание штихеля (вследствие поломки его режущей кромки), в результате чего штамп или клеймо будут испорчены глубокими царапинами и т. д.

Независимо от причин возникновения брака и его характера в практике гравирования выработались способы и приемы его устранения. В местах брака при помощи большштихеля или керна подготавливают углубление под сверление и высверливают отверстие глубиной 4—5 мм. Сверло при этом подбирают так, чтобы его диаметр охватывал площадь забракованного места. Затем изготавливают штифт из однородного с гравиремым металлом и запрессовывают его ударами молотка с таким расчетом, чтобы штифт имел припуск под опилование. Как запрессовку, так и опилование следует делать осторожно, чтобы не испортить ранее произведенную гравировку. Если хорошо запрессованный штифт припилить заподлицо с плоскостью штампа и тщательно зачистить крокусной бумагой, то он делается почти незаметным. Когда металл на забракованном месте восстановлен, на полученной гладкой поверхности снова гравировается утраченный в результате выкрашивания или ошибки рисунок или шрифт.

Бывают случаи, когда бракуется большая часть поверхности гравирваемой заготовки и запрессовкой штифта невозможно охватить дефект такого размера. В этом случае можно поступить следующим образом. Забракованное место углубляют немного ниже оснований гравированных знаков и затем изготавливают пластинку, по форме соответствующую выбранному дефектному месту, а по толщине равную глубине выемки на заготовке плюс 0,2—0,3 мм для припиливания под общую плоскость последней. После предварительной подгонки пластинки по месту ее впаивают с последующим припиливанием к общей плоскости заготовки и полностью восстанавливают испорченный текст.

Иногда для устранения мелких дефектов на штампах или клише (из цветных металлов), предназначенных для печатания под краску, производят так называемый подъем металла флях-штихелем, например в местах завалов на краях букв или цифр.

26. Изготовление буквенных и цифровых стальных пуансонов

Цифровой или буквенный пуансон представляет собой кусок стали квадратного сечения определенного размера с запиленным концом, на торце которого выгравирован знак. Для клеймения

различных металлических изделий, рабочих и других номеров, кондукторов, набивки шильдиком и для многих других работ применяются буквенные и цифровые стальные пуансоны. В рельефных и обранных работах также часто возникает необходимость в тех или других пуансонах, заменяющих ручное гравирование. В рельефных работах для ускорения процесса гравирования и улучшения качества производимой работы очень часто пользуются маточниками (разновидность пуансонов), на которых изображены не буквы или цифры, как на обычных пуансонах, а части какого-либо орнамента. Пуансоны изготавливают из инструментальной стали марок У8А и У10А. Для буквенных или цифровых пуансонов с размером знака от 1 до 3 мм применяют прутковую квадратную сталь 6×6 мм, так как для жесткости и обработки конуса необходимо иметь лишние 3—4 мм против нужного размера букв или цифр. Пуансоны из такой стали делают длиной не более 65 мм, а из стали 8×8 и 10×10 мм — длиной 75—80 мм. Изготавливать пуансоны большей длины не рекомендуется, так как они будут менее устойчивы в работе. При ударах молотка от продольного изгиба пуансона может появиться вибрация, из-за чего набиваемые буквы или цифры получаются сдвоенными, т. е. маркируемая деталь придет в полную негодность.

Изготовление пуансонов зекой. Для будущих пуансонов нарезают заготовки требуемой длины. Затылок пуансона зашлифовывают так, чтобы боковая поверхность его и плоскость затылка составляли угол 90°, после чего снимают фаски со всех четырех сторон плоскости затылка. Рабочую поверхность пуансона, предназначенную для гравирования буквы или цифры, тщательно полируют. Закрепив заготовку в тисках вертикально до упора, торцом затылка вниз, и приставив к центру заготовки зеку, производят легкий удар молотком по ее вершине, в результате чего на пуансон переводится рисунок, изображенный на зеке.

При пользовании зекой нельзя сразу набивать изображение сильными ударами молотка, так как торец заготовки может осесть и раздаться («поплыть»), в пуансоне возникнут внутренние напряжения, значительно понижающие его механическую прочность. Набивку изображения зекой производят постепенно, сначала лишь намечая рисунок. После проверки правильности оттиска рисунка удары зекой повторяют для получения более четкого оттиска, затем выемки углубляют штихелями и окончательно калибруют зекой.

Проверив правильность выполнения рабочей поверхности пуансона, рабочий торец его опиливают до необходимого размера, затем наружный контур буквы или цифры отделяют надфилем и оформляют грани штихелями, чем и заканчивается изготовление пуансона при помощи зеки.

При опиливании конуса заготовки ее закрепляют в тисках рабочей поверхностью вверх с небольшим наклоном для удобства обработки. Поворачивая пуансон, снимают напильником

металл со всех четырех сторон, в результате чего у пуансона образуется нужный конус. Иногда заправку конуса рабочей части, а также и затылка пуансона производят на заточном станке. Последовательно поворачивая и прижимая к абразивному кругу, постепенно стачивают металл на конус. После грубой обдирки конуса пуансона его наружные грани обрабатывают на чисто надфилями и штихелями, при помощи которых удаляют лишний металл вокруг намеченного зекой рисунка; при этом букве или цифре придают необходимый внешний вид.

Буквы или цифры на пуансонах изготавливают как в прямом, так и в зеркальном изображении. Например, для набивки сургучной печати они должны быть в зеркальном изображении, а при оттиске с печати — снова в прямом изображении. Пуансоны же для набивки шильдиком и клеймения всевозможных других деталей должны иметь буквы и цифры в зеркальном изображении, так как, будучи набитыми на деталь, они получают в прямом изображении. Зеки соответственно также делают с двумя изображениями — прямым и зеркальным.

При изготовлении пуансонов для набивки пломбиров, сургучных печатей и на пресс-формах конус делается более отлогим, чем у обычных пуансонов. Это необходимо для того, чтобы при оттиске букв на сургуче или при изготовлении деталей из пресс-порошка обеспечивался свободный съем детали.

Изготовление пуансонов штихелями. Пуансоны, предназначенные для клеймения краской, а также для клеймения по дереву, делают совершенно без конуса, поэтому для их изготовления зеки не применяются, а работа выполняется путем высверливания и гравирования вручную штихелями. При ручном изготовлении пуансонов начинают также с предварительной обработки заготовки. На отполированной поверхности рабочей части будущего пуансона рисуют с последующей разметкой букву или цифру. В зависимости от формы знака подбирают напильники и надфили соответствующих профилей.

Наружную поверхность буквы по граням конуса пуансона тщательно обрабатывают надфилями, придавая ей надлежащий вид. Остальное гравирование ведут штихелями так же, как при любой обральной работе. Изготовление пуансонов указанным приемом является одним из видов обральных работ. Когда пуансон делается без конуса, то фон вокруг букв грунтуется матиком или зашлифовывается бархатным напильником; выгравированные буквы должны иметь высоту (над фоном) 2 мм.

Изготовление пуансонов матрицей. Цифровые, буквенные и другие пуансоны могут быть изготовлены при помощи матрицы. Для этого обычно применяют объединенные матрицы на несколько знаков в одной заготовке. Для матрицы берут заготовку прямоугольной формы из инструментальной стали марки У8 или У10 размером 150×100×20 мм и шлифуют ее со стороны рабочей поверхности. Затем производят разметку знаков на матрице с уче-

том их размера и числа. Знаки на матрице набивают стальными пуансонами, на которых эти же знаки изготовлены в зеркальном изображении. Набивку выполняют постепенно, в несколько приемов, так как после каждой операции производят удаление части материала штихелями. Делают это для того, чтобы при набивке не возникал наклеп, а набитый знак не получился бы искаженным. После окончательной калибровки матрицы имеющиеся на ее рабочей поверхности незначительные наплывы сглаживают бархатным напильником и зачищают наждачной бумагой. Готовую матрицу подвергают соответствующей термической обработке.

Изготовление пуансонов при помощи матрицы ведется следующим образом. Полностью подготовленная заготовка пуансона прикладывается перпендикулярно к наружной букве в матрице торцом рабочего конца; по затылку пуансона производят удары молотком, как бы вбивая его в матрицу. От ударов молотка металл пуансона заполняет выгравированную или набитую «в нутро» букву матрицы, принимая на себя изображение последней. Изготовленный таким методом пуансон также нуждается в дополнительной чистовой гравёрной обработке и в последующей термообработке.

Приведенные выше методы получения стальных буквенных и цифровых пуансонов имеют свои достоинства и недостатки. Пуансоны, изготовленные с применением зек, имеют преимущество перед изготовленными гравированием: работа до некоторой степени ускоряется, так как оформление внутренних очертаний букв получается быстрее, чем при гравировании вручную, и конфигурация совершенней. Однако при употреблении зек неизбежны вредные напряжения материала, уменьшающие износоустойчивость таких пуансонов.

Метод изготовления пуансонов при помощи матрицы является еще более производительным, однако, эти пуансоны ниже по качеству из-за большого напряжения материала при их набивке и поэтому обладают недостаточной прочностью.

Самым лучшим способом изготовления стальных пуансонов является гравирование их вручную. Несмотря на более медленный процесс их получения (что следует считать единственным недостатком этого способа), такие пуансоны, безусловно, обладают лучшими качествами, более высокой механической прочностью, чем пуансоны, изготовленные другими приемами. Поэтому они могут быть рекомендованы для особо сложных и ответственных работ.

Более простые работы следует производить стальными пуансонами, изготовленными при помощи зек и матриц.

27. Изготовление трафаретов и монограмм

Для маркировки различных видов тары (бочек, ящиков, тюков и многих других предметов) применяются буквенные и цифровые трафареты, представляющие собой металлический лист

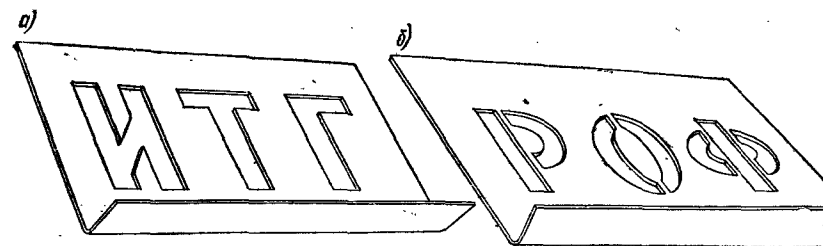


Рис. 94. Трафареты без перемычек (а) и с перемычками (б)

толщиной 0,2—0,3 мм с вырезанными в нем знаками или текстом (рис. 94, а).

Трафареты изготовляют из тонкой листовой латуни, цинка, оцинкованного железа, но чаще всего из белой жести. Белая жечь не ржавеет, хорошо обрабатывается любым механическим способом и рихтуется. Для нанесения знаков на трафаретах применяют четыре основных способа: выпиливание лобзиком, вырубка зубильцами различных профилей, ручное и машинное на фрезерном станке с пантографом гравирование.

Выпиливание трафаретов. По этому способу изготовление производится следующим образом. Из листовой белой жести вырезают заготовку нужного размера и формы. Затем так же, как это делают при гравировании, наносят необходимый текст. Буквы нарисованного шрифта обводят шпигштихелем для сохранения контура при выпиливании. Рисунок знаков и шрифтов для трафаретов существенно отличается от обычных знаков, употребляемых в гравировании. В трафаретах буквы вырезаются насквозь, поэтому такие буквы, как О, В, Б, Ф и другие, аналогичные им, могут не получиться вовсе, так как ничем не закрепленная середина этих букв вываливается. Для того чтобы этого не произошло, их рисуют и вырезают, оставляя в них специальные перемычки, как это показано на рис. 94, б.

Когда разметка закончена, необходимо в каждом замкнутом контуре буквы просверлить отверстие диаметром 1—1,5 мм для ввода пилки лобзика. Число отверстий в каждой букве зависит от того, на сколько частей она разделена перемычками, и определяется формой самой буквы. После сверления всех отверстий приступают к выпиливанию букв по частям. При этом надо внимательно следить за правильностью направления пилки по размеченным линиям букв и цифр. Выпилив первую цифру или букву, освобождают пилку лобзика, вынимают ее из законченной вырезки и вставляют в отверстие следующей для продолжения операции. Последовательно буква за буквой выпиливают весь текст, после чего трафарет рихтуют на гладкой плите и зачищают наждачной бумагой края обреза. На одном из краев трафарета загибают узкую полосу под углом 90°, для того чтобы во время маркировки было удобно держать его в руке.

Вырубка трафаретов. Для вырубки трафаретов необходимо иметь набор зубильцев различных профилей и размеров. Лезвия зубильцев должны быть остро заточены. Для ускорения вырубки букв зубильца делают иногда двойными, в результате чего с одного удара металл прорубают сразу в двух местах. Применение таких зубильцев весьма целесообразно, так как при их использовании вырубленные буквы получаются с одинаковой шириной штриха. Текст рисуют и размечают так же, как и для выпиливания. В данном случае нет надобности сверлить отверстия под пилку, и к вырубке приступают сразу после разметки. Зубильце прикладывают к линии размеченной буквы и ударами молотка по его затылку (с перестановкой после каждого удара вдоль линии контура) вырубает букву. Таким образом вырубает весь текст.

После окончания вырубки получившиеся на краях детали заусенцы зачищаются надфилями и наждачной бумагой, и трафарет подвергается рихтовке. Вырубленные трафареты значительно труднее рихтовать, чем выпиленные, так как при этом способе жесть сильнее деформируется. Вырубку трафаретов следует рекомендовать в тех случаях, когда текст небольшой, а трафарет изготовлен из тонкого материала. Если в трафарете много слов и располагаются они на близком расстоянии друг от друга, то лучше всего изготовлять его методом выпиливания, при котором почти нет необходимости в последующей рихтовке.

Гравирование трафаретов. Изготовление трафаретов методом гравирования вручную заключается в том, что после разметки текста заготовку закрепляют на доске и при помощи спицшителя гравируют линии контура знаков. Глубина гравированной линии должна быть близка к толщине листа, и, когда гравирование текста трафарета закончено, части букв, подлежащие удалению, должны легко отрываться при небольшом нажиме. Такой способ по сравнению с первыми двумя является более производительным, качество работы — более высоким, и трафарет получается почти ровный, не требующий рихтовки.

Однако наиболее совершенным и производительным будет процесс изготовления трафаретов с помощью копировально-фрезерного станка с пантографом. При этом способе не требуется такой детальной разметки листового металла, как это нужно в первых трех случаях. Следует произвести лишь разметку, показывающую расположение строк и расстояние их друг от друга.

Процесс изготовления трафаретов заключается в следующем. Размеченный лист белой жести устанавливают на пластину из мягкого материала (гетинакс, плексиглас и т. д.), положенную на рабочий стол станка, закрепляют и производят сквозное фрезерование по линиям вырезов. Мягкая подкладка под трафаретом необходима для предохранения от повреждения поверхности рабочего стола станка при фрезеровании вращающимся резцом-фрезой. Надобность в разметке каждой из букв отпадает, так как фрезерование трафаретов производится непосредственно по на-

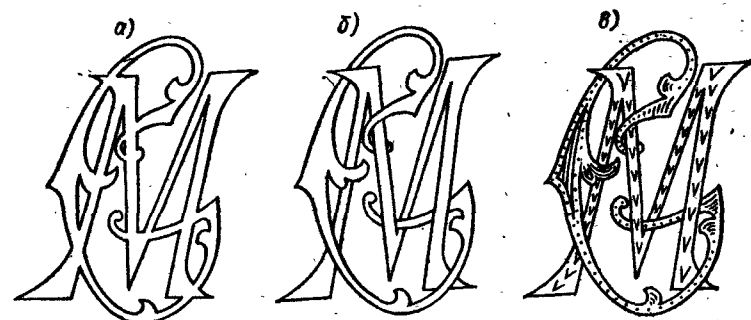


Рис. 95. Последовательность изготовления монограммы

бору буквенных или цифровых шаблонов, применяемых при обычном гравировании. Согласно чертежу и с учетом размера букв шаблонов, плечи пантографа настраивают в нужном масштабе и набирают текст необходимой строки с последующим закреплением ее на копирном столе станка. Проверив правильность настройки станка, закрепления детали и буквенных шаблонов, приступают к фрезерованию на просвет. При этом перемычки у букв появляются в результате своевременного опускания и подъема резца в шпинделе пантографа и одновременных задержек копировального пальца в нужных местах.

При ручном гравировании отпадает необходимость в рихтовке, в расходе пилок и правке зубильцев, так как весь процесс производится лишь одним спицштителем. Практика изготовления трафаретов машинным способом (на копировально-фрезерном станке с пантографом) дала очень хорошие результаты, в особенности при нанесении знаков с небольшой высотой. При фрезеровании на просвет металл не подвергается напряжениям и деформациям, вследствие чего изделия после изготовления не нуждаются в рихтовке. К тому же при этом способе нет надобности производить трудоемкую разметку текста, необходимую при первых трех способах.

Недостатком изготовления трафаретов на станке с пантографом является то, что в переходах линий прорези (особенно в острых углах) получаются скругления от вращающегося инструмента. Для получения острых углов требуется их дополнительная опилка.

Монограммы. Монограммы представляют собой переплетение двух или нескольких фигурных букв в различных вариантах. В создании изящных художественных монограмм не существует специальных правил и указаний по их компоновке. Выполнение наиболее удачных переплетений букв в рисунке зависит от вкуса и мастерства художника.

Монограммы обычно гравируют на сплавах цветных или драгоценных металлов; чаще всего для этой цели берут латунь, сплавы

серебра или золота. Сначала готовят металлическую пластинку необходимой величины толщиной от 0,5 до 1 мм. Переводят на нее рисунок монограммы и производят разметку. Во всех внутренних просветах будущей монограммы сверлят отверстия диаметром 1 мм для пропуска пилочки, после чего лобзиком выпиливают просветы (соответственно разметке), а затем — монограмму по наружному контуру, чем и заканчивается изготовление так называемого скелета монограммы (рис. 95, а). Переходят ко второму этапу — полировке «скелета». После закрепления его сургучом на деревянной колодке гравировать детали монограммы штихелями, придавая им вид переплетения (рис. 95, б). Завершающим этапом работы является украшение монограммы всевозможными штрихами и другими элементами, которые выделяют каждую букву в монограмме, как показано на рис. 95, в. По окончании гравирования к обратной стороне монограммы припаивают штифты для ее закрепления.



Глава 8

ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ ШТРИХОВ И ЗНАКОВ

28. Нанесение штрихов и знаков резанием

Нанесение штрихов, линий, знаков и обозначений резанием производится удалением материала заготовки резцом или фрезой при перемещении резцового суппорта в направлении, перпендикулярном большей стороне заготовки. Геометрические параметры штриха или линии (глубина, ширина, углы наклона граней и т. д.) зависят от геометрических параметров инструмента, нагрузок на инструмент и других факторов.

На точность исполнения профиля штриха в сильной степени влияют материалы заготовки, параметры резания, точность установки инструмента и динамические процессы, возникающие при резании. Резец должен быть установлен таким образом, чтобы заусенцы на краях штрихов, образующиеся вследствие деформации материала, были небольших размеров. Размер нагрузки на резец выбирают на пробных нарезках такой, чтобы штрих имел ровные края, достаточную глубину и необходимую шероховатость боковых поверхностей. Резец не должен раскалывать поверхность заготовки и колебаться во время работы, иначе штрих теряет свою форму.

Границы устойчивости движения резца при нанесении штриха определяются параметрами суппорта, формой резца, скоростью нанесения штриха и механическими свойствами материалов покрытия и подложки. Кроме того, качество штрихов и линий зависит от нароста, образующегося на инструменте в процессе нанесения штрихов и линий.

На процесс наростообразования влияют геометрические размеры инструмента, ше-

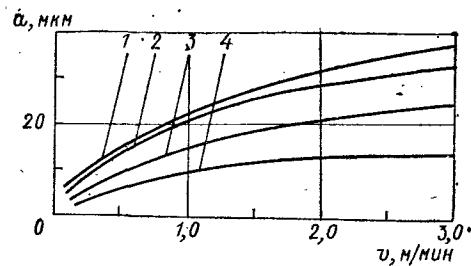


Рис. 96. Зависимость высоты нароста α от скорости резания на различных материалах

роховатость его поверхности, материал заготовки и сорт смазочно-охлаждающих жидкостей (веретенное масло, масла НП-410,

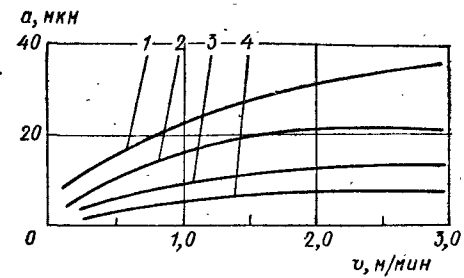
смеси олеиновой кислоты со спиртом и керосином и т. д.). Нарост располагается на режущих поверхностях резца и величина его не стабильна; следовательно, штрих смещается от нормально нанесенного в любую сторону. При этом штрих искривляется по длине, что несомненно сказывается на точности отсчета. Нарост на боковых поверхностях инструмента возникает, при работе на всех материалах. Высота нароста изменяется в зависимости от скорости перемещения, подачи, ориентации инструмента относительно направления его перемещения, материала заготовки, шероховатости боковых поверхностей инструмента и т. д. Наростообразование сопровождается изменением температуры в зоне формирования штриха; причем для каждого материала существует вполне определенный интервал температур, при котором образуется и исчезает нарост. Изменение скорости перемещения инструмента приводит к изменению высоты нароста на его боковых поверхностях; по мере увеличения скорости резания высота нароста α увеличивается (рис. 96). Такая закономерность наблюдается при профилировании штрихов на многих материалах.

Наибольшая высота нароста имеет при нанесении штрихов на заготовках из материала марки Д1АТ (кривая 1), на инварстабиле (кривая 2) и на латуни марки Л67 (кривая 3); наименьшая высота нароста получается при нанесении штрихов на заготовках марки ЛС59-1 (кривая 4). Появление нароста сказывается на качестве штриха, а следовательно, и на точности штриховой меры. Увеличение скорости резания приводит к росту высоты нароста. Изменение глубины резания при фиксированной скорости резания также приводит к изменению величины нароста: с увеличением глубины резания нарост увеличивается.

Геометрические размеры инструмента оказывают влияние на высоту нароста. С увеличением переднего угла инструмента уменьшается высота нароста. Увеличение радиуса закругления при вершине резца приводит к увеличению высоты нароста, поэтому лезвие резца, служащего для нанесения штриха, должно быть острым.

Материал инструмента незначительно влияет на процесс наростообразования. В сильной степени высота нароста зависит от шероховатости боковых и передней поверхностей резца (рис. 97). Наибольшая высота нароста наблюдалась на резцах, имеющих

Рис. 97. Зависимость высоты нароста α от скорости резания при различных классах шероховатости боковых поверхностей резца



8-й класс шероховатости боковых и передней поверхностей (кривая 1), а наименьшая — на резце (кривая 4), изготовленном

из кристалла алмаза, боковые поверхности которого доводились до зеркального блеска на специальном прецизионном доводочном станке. Из графических зависимостей видно, что по мере увеличения класса шероховатости боковых и передней поверхностей резца (кривая 2 — 10-й, кривая 3 — 12-й) высота нароста уменьшается. На металлографических шлифах видно, что нарост на алмазном резце меньше, чем на резце из стали марки Р18. Таким образом, для уменьшения нароста необходимо тщательно доводить боковые и переднюю поверхности резца.

Для устранения наростообразования необходимо применять смазочно-охлаждающие жидкости, причем состав жидкости выбирается в зависимости от материала заготовки. Обнаружено, что жидкости типа керосина и смеси его с веретенным маслом уменьшают нарост при нанесении штрихов на заготовку из алюминия и его сплавов, а жидкости типа вазелиновых и сурепных масел и их смеси со скипидаром препятствуют образованию нароста при нанесении штрихов на латуни и почти не влияют на процесс наростообразования при нанесении штрихов на инварстабиле.

На рис. 98 приведены графические зависимости влияния смазочно-охлаждающих жидкостей на процесс наростообразования при нанесении штрихов на заготовку из инварстабиля. Жидкости, широко применяемые при резании металлов — типа нитрита натрия (кривая 2), 5%-ного рассола имульсола (кривая 3) и лимонной кислоты (кривая 4), — несколько снижают высоту нароста при нанесении штрихов. Нанесение же штрихов без смазочно-охлаждающих жидкостей сопровождается увеличением высоты нароста (кривая 1). Жидкость, состоящая из олеиновой кислоты, спирта и бескислотного керосина, совсем устраняет нарост, и штрихи имеют блестящий вид.

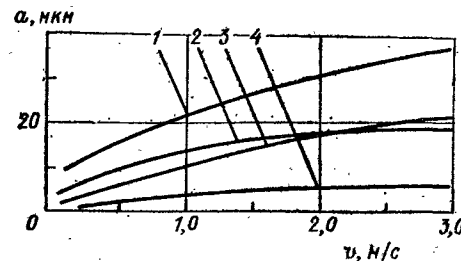


Рис. 98. Зависимость высоты нароста α от скорости резания при различных смазочно-охлаждающих жидкостях

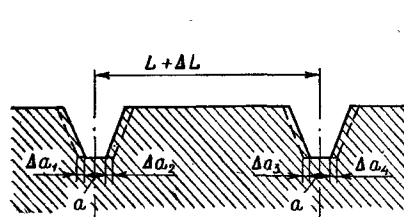


Рис. 99. Схема расположения штрихов

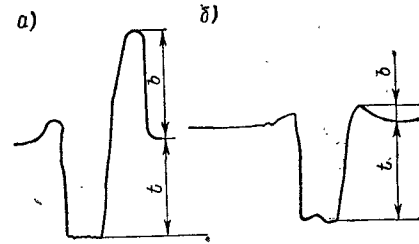


Рис. 100. Профилограммы поперечного сечения штриха. Увеличение вертикальное 500*, горизонтальное 100*

Появление нароста на инструменте изменяет его геометрические параметры, а значит изменяется и геометрия штриха, так как процесс образования штриха есть процесс копирования на поверхности заготовки головки инструмента.

При нанесении штриха возникает сложная и значительная деформация металла у боковых режущих поверхностей резца, а следовательно, в этих местах на поверхности инструмента появляется нарост, который увеличивает ширину штриха. Причем нарост может появиться с одной или с двух сторон; во втором случае ширина штриха будет увеличена в обе стороны, а ошибка деления определяется по формуле $\Delta L = 0,5 (\Delta a_1 - \Delta a_2) + 0,5 (\Delta a_4 - \Delta a_3)$, где $\Delta a_1, \Delta a_2, \Delta a_3, \Delta a_4$ — увеличение и уменьшение деления шкалы из-за нароста первого и второго штриха (рис. 99).

При $\Delta a_2 = \Delta a_3 = 0$ ошибка будет максимальной, а при $\Delta a_1 = \Delta a_2$ и $\Delta a_3 = \Delta a_4$ — минимальной.

Профилограммы поперечного сечения штриха показывают наличие бугорков у края штриха (рис. 100, а). Высота этих бугорков зависит от физико-механических свойств материала, нароста на инструменте и ряда других причин. При отсутствии нароста на инструменте высота бугорков становится во много раз меньшей (рис. 100, б).

Определение величин $\Delta a_1, \Delta a_2, \Delta a_3, \Delta a_4$ почти невозможно из-за постоянного изменения месторасположения нароста и его размеров, поэтому необходимо создавать также условия резания материала заготовки, при которых отсутствует нарост на инструменте.

Точность штриховых мер зависит от качества работы приводного устройства машины, служащего для поступательного перемещения заготовки на шаг нарезаемой шкалы. Анализ динамической и статической точности приводных устройств машины позволит дать рекомендации по рациональному конструированию делительных машин, служащих для нанесения штрихов резанием и строганием.

При гравировании штрихи и знаки наносят на делительных машинах удалением слоя металла со стеклянных заготовок или слоя грунта и лака. При нанесении штрихов по лаковым поверхностям или грунтовым покрытиям они вытравляются химическим способом на поверхности заготовки или наращиваются катодным или вакуумным напылением. При гравировании можно получить прозрачные штрихи на темном (непрозрачном) основании или непрозрачные штрихи на прозрачном основании.

Гравирование по металлическим покрытиям необходимо производить сразу же после нанесения металла, когда он имеет мелкозернистую структуру, которая со временем, особенно при нагревании, переходит в крупнозернистую. Нанесение штрихов на старых пленках приводит к растрескиванию их краев, которые становятся рваными, и пленка легко отдирается от подложки. Тонкие штрихи получаются при гравировании по полупрозрачному слою серебра, нанесенному на заготовку химическим путем.

Опыт изготовления шкал гравированием показывает, что тонкие и высокого качества штрихи можно получить на свежеприготовленных пленках, но процесс нанесения штрихов и знаков не должен быть длительным. Если необходимо изготовить сложные, с большим числом линий сетки, когда процесс гравирования занимает не один день, то нанесение в разное время штрихи будут иметь различное качество. Такие сетки и шкалы можно изготавливать на адсорбированных аморфных пленках, которые состоят из частиц, не связанных между собой силами сцепления, но расположенных плотно одна к другой.

При гравировании по металлическим покрытиям (рис. 101, а) с помощью алмазного или металлического резца 1 прорезают пленку 2 из алюминия или серебра, нанесенную на стеклянную заготовку 3. Полученную шкалу необходимо защитить от повреждений, для чего на нее наносят тонкий слой лака или кремнезема.

Гравированием по металлическим покрытиям можно изготовить оригинал сетки, которая затем служит для получения контактной печатью любого числа копий. На качество вырезаемых линий сильно влияет установка резца относительно направления его перемещения, а также колебания резца. При неправильной установке резца, ошибочно выбранном его переднем угле и неправильно установленном положении его режущей кромки на дне штриха остаются

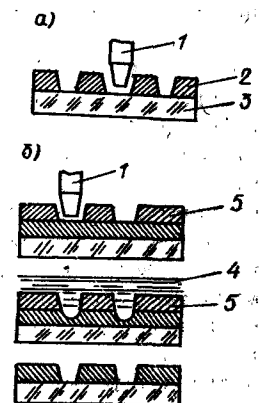


Рис. 101. Гравирование прозрачных штрихов и обозначений на темном фоне по металлическому слою (а) и по покрытию с последующим травлением (б)

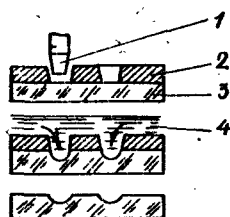


Рис. 102. Гравирование штрихов и обозначений по лаковым покрытиям с последующим травлением

следы защитного слоя в виде островков. Для устранения следов металла на пробных нарезках проверяют точность установки инструмента. Для уменьшения влияния износа инструмента на качество штриха необходимо

применять алмазные резцы, изготовленные из ориентированных по вектору твердости алмазов, и устранить колебательное движение резца применением специальных демпфирующих устройств.

Кроме того, чистые и прозрачные штрихи на темном фоне можно получить нанесением на металлическое покрытие 2 грунта 5, по которому на делительных машинах гравировать штрихи резцом 1 (рис. 101, б), а затем осуществляют травление кислотой 4 до образования прозрачных штрихов. После этого смывают кислоту и грунт с заготовки.

Перед гравированием по лаковым покрытиям на стеклянную заготовку наносят слой полимеризующихся покрытий, т. е. покрывают бакелитовым, асфальтовым или масляным лаком. При этом лак должен прочно удерживаться на поверхности заготовки. Бакелитовый лак, слегка подкрашенный анилиновой краской, хорошо удерживается на заготовке, но быстро твердеет. Поэтому гравирование необходимо проводить по слабозатвердевшему лаку резцом, имеющим высокий класс шероховатости боковых поверхностей.

Шкалы, лимбы и сетки с непрозрачными штрихами на светлом фоне (рис. 102) наносят алмазным резцом 1 по слою 2 покрытия на стекле 3 с последующим травлением плавиковой кислотой 4 и заполнением штрихов соответствующей краской.

Гравированием по покрытиям с последующим наращиванием можно получить тонкие, высокого качества штрихи при изготовлении линейных и угловых мер. Перед нанесением штрихов заготовки контролируют и протирают тампоном, смоченным жидкостью, состоящей из 85% спирта и 15% эфира. Затем заготовку устанавливают на центрифугу и покрывают ее поверхность лаком движением кисточки от центра к периферии. После часовой выдержки при комнатной температуре контролируют качество лакового покрытия. В случае обнаружения дефектов осуществляют регулирование.

Для выполнения гравировальных работ широко используют в качестве грунта пчелиный воск, сирийский асфальт и канифоль, которые способны защищать поверхность стекла от воздействия паров фтористоводородной кислоты. Причем воск, подвергнутый термической обработке, хорошо наносится и снимается с поверхности заготовки и имеет мелкозернистую структуру. Пчелиный воск позволяет получать штрихи шириной от 4 мкм и выше,

а для получения более тонких штрихов (шириной 2—3 мкм) необходимо применять сирийский асфальт в сочетании с канифолью.

В последние годы на многих заводах наносят штрихи по покрытиям с последующим вакуумным напылением хрома, а грунты типа пчелиного воска и сирийского асфальта гравировались с образованием стружки, которая в большинстве случаев мешает процессу напыления металла в риски; кроме того, сирийский асфальт является дорогостоящим импортным товаром, поэтому можно применять лаковые покрытия, которые хорошо гравировались, дают мало стружки, теплоустойчивы к парам фтористоводородной кислоты и позволяют получать высококачественные штрихи шириной 1—2 мкм.

Основу этих лаков составляют полимеры стиролов (полистирол, полимоноклорстирол, полидихлорстирол и сополимер стирола с α -метилстиролом САМ), модифицированные хрупкими агентами (канифоль, копалы и др.) с добавлением красителя. Приготовление лаков осуществляется простым смешиванием растворов, соотношение которых выбирается из расчета получения хорошо гравировемого лака. Лаки наносятся на тщательно обезжиренную поверхность обычными методами, при этом не требуется температурная сушка. На этих лаках можно гравировать штрихи и линии через 30—40 мин после нанесения.

Для получения штрихов шириной 6 мкм и выше можно использовать воск, состоящий из 1200 г пчелиного и 10 г карнаубского воска, сваренных при $t = 200^\circ\text{C}$ в течение 120 ч. Для штрихов шириной 2—6 мкм применяют лак, который готовят из следующих компонентов: 1) 100 г сирийского асфальта растворяют в 100 см³ бензола; 2) 10 г мастика растворяют в 100 см³ бензола. Перед употреблением в 100 см³ первого раствора добавляют 10 см³ второго раствора и 10 капель олифы или 5 капель кедрового масла. Для получения штрихов шириной 1—2 мкм можно применять грунт, состоящий из 300 см³ бензола, 15 г мастика и 23 г венецианского скипидара, которые после смешивания сушатся 5 мин при $t = 120^\circ\text{C}$.

Подготовленную заготовку устанавливают на делительной машине и после часовой выдержки приступают к гравированию штрихов или линий. При изготовлении лимбов сначала наносят центровочную окружность, а затем штрихи.

Осуществив контроль качества штрихов и точности их расположения, шкалу или лимб переносят на вакуумную установку, предварительно закрыв лаком нерабочие места. После хромирования шкалу или лимб укладывают в кювету и заливают толуолом для снятия лака. Напыление хрома осуществляется в вакуумной установке его испарением с вольфрамовой спирали; толщина хрома на спирали составляет примерно 10 мкм. Затем детали промывают вдоль штрихов спирто-эфирной смесью.

Для оцифровки деталь покрывают воском. Деталь нагревают на плите до температуры 90—100 $^\circ\text{C}$ и устанавливают на центри-

фуге. На вращающуюся деталь кистью наносят разогретый до температуры 100 °С воск, перемещая кисть от центра к краю. Затем деталь охлаждают на металлической плите и производят ретуширование дефектных участков с помощью разогретой металлической шпильки. Гравировку осуществляют на пантографе, после чего травят цифры в парах плавиковой кислоты, подбирая режимы травления на бракованных деталях. Время травления ориентировочно равно 1 с и зависит от концентрации кислоты, толщины слоя и требуемых размеров цифр и знаков. Перед травлением незащищенные места покрывают медицинским вазелином.

Травление осуществляют в специальных винипластовых ваннах, установленных в вытяжных шкафах. Перед травлением незащищенные места обмазывают вареным вазелином и заготовку укладывают на планшайбу приспособления, установленного в ванне с плавиковой кислотой. Крышку ванны закрепляют, а деталь с планшайбой вращают.

После травления деталь промывают в проточной воде, бензине и растворе, состоящем из спирта и эфира. Затем осуществляют запуск цифр черной или белой краской, пальцем втирая краску в углубления. Краску предварительно растирают в ступе с олифой. После запуска детали для удаления остатков краски с поверхности протирают олифой. Затем детали сушатся в термостате или на плите при температуре 180—200 °С до тех пор, пока бумага, на которой установлены детали, не приобретет цвет соломы.

Нанесение штрихов и знаков по грунтам с последующим травлением используется в практике изготовления шкал, сеток, лимбов и подобных им изделий на заготовках из твердых материалов типа оптического стекла, сталей и т. д. Травлением трудно получить штрихи малых геометрических размеров. В качестве грунтов используют пчелиный воск и сирийский асфальт. Штрихи наносятся по грунту на делительных машинах алмазным или металлическим резцом. В процессе нанесения штрихов заготовка остается неподвижной.

Заготовки под сетки и шкалы смазывают ватным тампоном, смоченным лаком. Заготовки под лимбы покрывают асфальтным лаком с помощью центрифуги; для этого лимб зажимают с помощью самоцентрирующего патрона и приводят во вращение с определенной частотой. Во время вращения на поверхность лимба опускают несколько капель асфальтного лака, который благодаря большой частоте вращения лимба равномерно распределяется по его поверхности. Поверхности детали, покрытые асфальтным лаком, не должны иметь точек, ворсинок, оголенных мест. Если поверхность покрылась ровным слоем без посторонних включений, то деталь отстаивается в течение 15—20 мин. Шкалы и лимбы отстаиваются прямо на машине, на которой производится деление этих деталей. В результате такого отстаивания детали приобретают температуру окружающей среды, что способствует получению четкого, с ровными краями штриха. Деление производят

металлическими резцами. Затачивают резцы, добиваясь ширины лезвия 0,005—0,007 мм. Заточку производят на агатовом камне с применением окиси хрома и машинного масла. Качество заточенного резца проверяют под микроскопом с большим увеличением. Длину штриха на лимбах, шкалах и сетках настраивают с помощью упоров или винтов. Деление лимбов производят на круговых делительных машинах.

Для получения сеток химическим способом заготовку покрывают лаком или воском в зависимости от толщины штриха, цены деления и требований, предъявляемых к сетке. После нанесения штрихов по поверхности лака или воска риски на шкалах, лимбах и сетках проверяют под микроскопом. Просматривают каждый штрих. Если встречаются штрихи с неровными краями, то деталь промывают, снова покрывают лаком или воском и производят деление. И так до тех пор, пока все штрихи не будут выполнены хорошо.

Полученные детали должны отстаиваться около 10—15 мин перед травлением плавиковой кислотой, так же как и перед делением. В зависимости от толщины штриха, покрытия, условий работы детали в оптической системе и требуемой точности травление штрихов производят в парах плавиковой кислоты или непосредственно в кислоте (обычно в парах кислоты — травление шкал и лимбов, а непосредственно в кислоте — травление сеток толщиной более 0,03 мм). Для травления шкал используют специальные травильные установки. Вся установка перед травлением продувается сжатым воздухом, чтобы при закреплении шкалы на ее поверхность не могли попасть капельки воды, масла и других примесей.

Травление лимбов производят на специальных оправках, которые вручную раскручивают над парами 56%-ной плавиковой кислоты. При толщине штрихов 5—6 мкм время выдержки 1—1,5 с. Далее оправка вместе с лимбом опускается в бак с водой. После нейтрализации паров кислоты водой деталь промывают эфиром, а затем 3%-ной азотной кислотой. Качество штрихов также проверяют под микроскопом. Протравленный штрих представляет собой пустотелую канавку с матовым основанием.

Чтобы в поле зрения протравленный штрих был более четким, его следует запустить цветной краской (в большинстве случаев — черной). Для более прочного заполнения канавки краской, наделенные поверхности вначале смазывают газовой сажей, а затем сухой порошок запуска подушечками пальцев втирают в вытравленные канавки. Запущенные таким образом детали просушивают в термостате при температуре 120—140 °С в течение 4 ч. После просушки просматривают качество заполнения штрихов краской. Если штрихи не полностью запустились, их запускают еще раз и снова просушивают в термостате. После второго запуска детали промывают азотной кислотой для удаления грязевых точек с поверхности, а затем всю поверхность подчищают цинковыми бели-

лами. В результате такой подчистки прозрачная поверхность детали получается совершенно чистой, а штрих по-прежнему остается черным.

На деталях с запущенными штрихами гравировать надписи. Для этого детали подогревают на плите до 100°C и покрывают воском, который при соприкосновении с нагретой деталью расплавляется по поверхности. Чтобы получить более равномерный слой воска, его выравнивают батистовым тампоном, а в случае изготовления сеток малых диаметров — папиросной бумагой, сложенной в несколько рядов. После покрытия детали охлаждают на специальной плите. Поверхности деталей, покрытые воском, не должны иметь точек, ворсинок, оголенных мест. Качество восковой поверхности можно оценить невооруженным взглядом.

Гравировку производят на пантографах специальными резцами. Гравированные надписи перед травлением тщательно просматривают под микроскопом. Режим травления гравированных деталей отличен от наделенной, так как гравировка производится не по лаку, а по воску; толщина гравированных надписей в 1,5—2 раза шире толщины штриха.

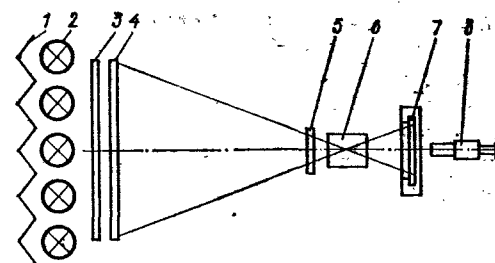
30. Нанесение штрихов и знаков по фотографическим эмульсиям

Изготовление шкал, сеток, лимбов и подобных им изделий на фотографических покрытиях начинается с вычерчивания вручную или на координатографе в укрупненном масштабе точного оригинала, с которого однократным или многократным фотографированием получают в уменьшенном масштабе негатив. Затем контактной печатью производят требуемое количество копий с оригинала. Фотографические методы изготовления необходимо применять в случае получения сложного и трудоемкого рисунка.

Вопросам развития и совершенствования фотографических методов изготовления шкал, лимбов и подобных им изделий посвящены многочисленные работы канд. техн. наук В. А. Вейденбаха и его учеников. В этих работах указывается, что для успешного использования фотографических методов необходимо особое внимание уделять выбору объективов (которые должны иметь минимальные дисперсию и искривление поля), репродукционных камер и светочувствительных слоев, а также разработке необходимых требований к чертежу.

Чертеж оригинала наносят на координатографах на стеклянные или пленочные подложки, покрытые специальной легко удаляемой непрозрачной для белого света тонкой пленкой, которая имеет минимальные коэффициенты расширения при изменении внешних условий. Рекомендуется применять полиэфирные пленки, которые имеют одинаковые коэффициенты поперечного и продольного расширения, но изменяют свои размеры с изменением климатических условий. Пленки должны храниться в специальных ста-

рис. 103. Принципиальная схема редуционной камеры



билизованных климатических условиях. Для изготовления чертежей оригиналов можно применять пленки толщиной 0,05—0,2 мм. Для устранения усадки пленки желательно выдерживать после изготовления в течение трех-четырех месяцев.

Стеклянные заготовки нарезаются из листового стекла толщиной 6—10 мм при допустимой неплоскостности не более 100 мкм. Это стекло изготавливается методом огневой полировки, обладает необходимой прочностью и удовлетворительной плоскостностью и должно иметь определенный спектр пропускания, т. е. должно быть прозрачным для света, к которому чувствительна фотографическая эмульсия. Перед нанесением рисунка на пробных нарезках выбирается оптимальная глубина и усилие резания. При этом необходимо обращать внимание на то, чтобы острие инструмента не царапало подложку.

Оборудование для фотографирования. Полученный на координатографе или ручным способом оригинал, содержащий топологию рисунка шкалы, сетки или подобной им детали, с помощью специальных высокоточных редуционных камер уменьшается до размеров рабочего изделия. Только иногда при больших размерах оригинала осуществляют двойное уменьшение.

Принципиальная схема редуционной камеры показана на рис. 103. Свет от источника 2, отразившись от экрана 1, через рассеивающее стекло 3 освещает оригинал сетки, расположенный в специальном держателе 4. Изображение рисунка оригинала, минуя фильтр 5, объективом 6 проецируется на фотопластинку 7, расположенную в кассете. Для наблюдения за оригиналом во время настройки камеры, фокусировки и изменения масштаба в приборе имеется микроскоп 8 с окуляр-микрометром.

Общий вид редуционной камеры показан на рис. 104. На литой станине 1, установленной на амортизаторах 2 и 3, располагается экран 4 и кассетодержатель с фотопластинкой 6. Освещение экрана осуществляется стержневыми люминесцентными лампами, управляемыми с центрального пульта 5. В приборе имеются специальные механизмы, позволяющие манипулировать перемещением кассеты с помощью маховичков 7 и 8. Объектив на резкость наводится вращением маховичка 9. Для фокусировки и измерения имеется микроскоп 10. При налаживании работы редуционной камеры особое внимание уделяется выбору наиболее подходящего объектива, который должен иметь минимальные

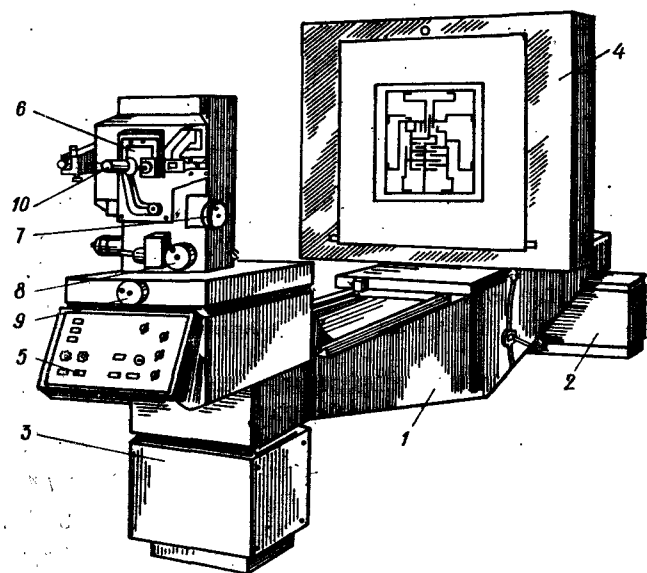


Рис. 104. Общий вид редуционной камеры

дисперсию и искривление поля. Поэтому объективы представляют собой сложные дорогостоящие многолинзовые планехроматы.

При изготовлении эталонных сеток, фотошаблонов и подобных им изделий используются системы мультипликации, которые служат для уменьшения изображения структуры до требуемого размера. Часто осуществляют одновременно съемку и мультипликацию единичного изображения с помощью линзовых растров или последовательную мультипликацию на фотоповторителях. Кроме того, рисунок фотошаблона (рис. 105, а) можно получить многоступенчатым уменьшением изображения с использованием специального оборудования, позволяющего обеспечивать наименьший элемент размером 5 мкм на поле 2,5—4,0 мм с нечеткостью края 0,5—1 мкм. Общая кратность уменьшения, выполняемая в две ступени, составляет 250—500, причем мультипликация осуществляется на последней ступени уменьшения.

Одноступенчатое уменьшение с мультиплицированием микроизображений можно осуществлять с помощью линзово-растровой оптики (рис. 105, б). Этот способ позволяет получить минимальное изображение элемента (10—15 мкм) на поле 0,7—0,8 мм с нечеткостью края менее 1 мкм. Для осуществления обоих методов мультипликации имеется специальное оборудование. Наиболее перспективным является метод, совмещающий процессы шагового размножения отдельного изображения с окончательным уменьшением на фотоповторителях, которые представляют собой камеру проекционной печати промежуточного фотошаблона на

Рис. 105. Схема технологических процессов многоступенчатого (а) и одноступенчатого (б) уменьшения оригинала:

1 — оригинал — единичное топологическое изображение слоя схемы с увеличением в 250—500×; 2 — оптическое устройство для первичного уменьшения в 25—50×; 3 — промежуточный фотошаблон — единичное изображение слоя схемы с увеличением в 5—10×; 4 — оптическое устройство для окончательного уменьшения в 5—10× и мультипликации; 5 — эталонный фотошаблон; 6 — рабочий фотошаблон, полученный контактным перепечатыванием с эталонного; 7 — линзово-растровая оптика, служащая для одноступенчатого уменьшения в 250—500× и оптического мультиплицирования

пластину со светочувствительным слоем. Пластина устанавливается на рабочем органе (столе), который перемещается в заданную координату специальными серводвигателями, управляемыми по программе от ЭВМ. Контроль перемещения рабочего органа производится прецизионными измерительными системами.

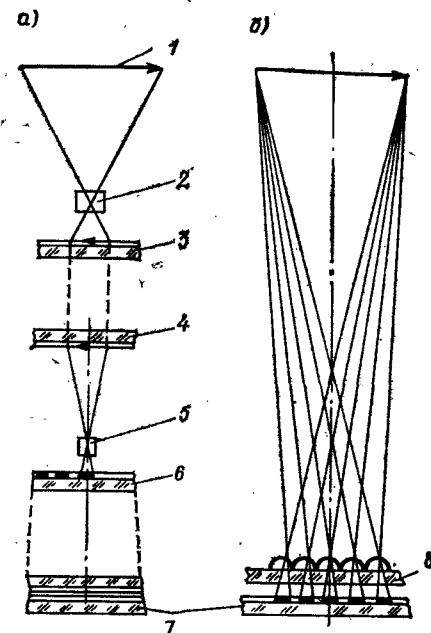
Схема однопозиционного фотоповторителя показана на рис. 106, а, для повышения производительности изготовления фотошаблонов используются многопозиционные фотоповторители (рис. 106, б).

Существуют разнообразные по принципу действия и конструктивным особенностям приборы, позволяющие методом фотолитографии получать фотошаблоны. Наиболее распространенным является метод проекционного печатания с уменьшением оригинала, изготовленного в увеличенном виде.

Как показано на рис. 107, а, с помощью редуционной камеры 2 уменьшается до размера 25×25 мм оригинал 1 единичного изображения, увеличенный в 500 раз. Полученный промежуточный негатив 3 с помощью фотоповторителя с прецизионным объективом 4 уменьшается до натуральной величины. Перемещая столик фотоповторителя 5, можно получить фотошаблон 6 с размноженным изображением, имеющим размер 25×25 мм.

Затем на стадии совмещения 7 фотошаблон 6 перемещают относительно подложки 8 с фоторезистом, чтобы их элементы совпали, после чего осуществляются операции экспонирования, проявления, травления и удаления фоторезиста с напыленной на нем металлической пленкой.

Кроме того, можно получить фотошаблон без фотоповторителя в мультипликации увеличенного оригинала фотошаблона 9



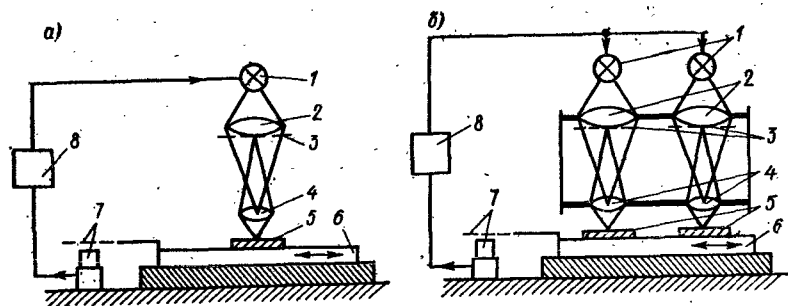


Рис. 106. Схемы однопозиционного (а) и многопозиционного (б) фотоповторителей:

1 — источник; 2 — конденсор; 3 — промежуточный оригинал; 4 — объектив; 5 — фотопластинка; 6 — координатный стол; 7 — измерительная система; 8 — система управления работой блока экспонирования

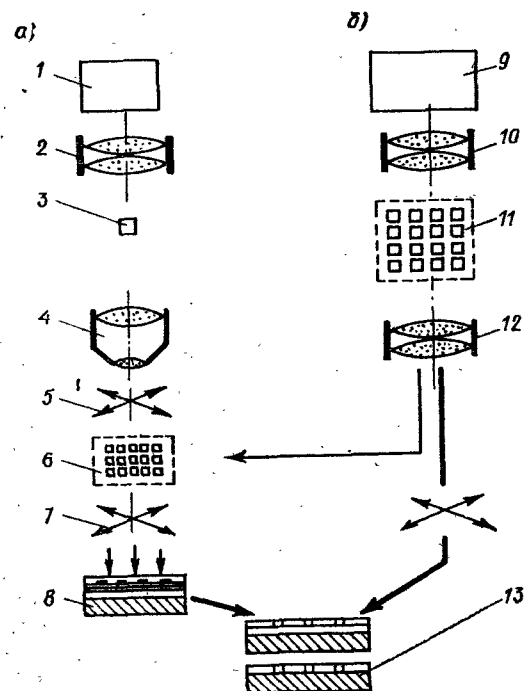


Рис. 107. Схемы проекционного изготовления шкал и сеток

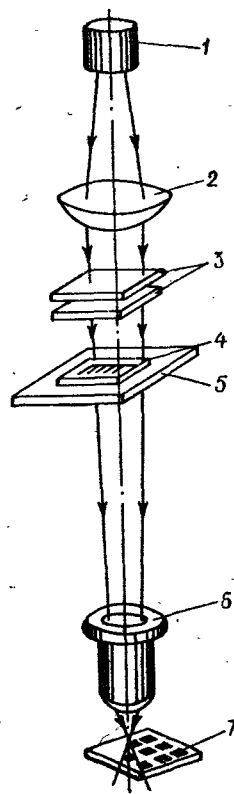


Рис. 108. Проекционная система фотоповторителя

и уменьшением его без фотоповторителя. Использование растрового объектива 10 (рис. 107, б) позволяет иметь в увеличенном размере промежуточный шаблон 11, содержащий все множество элементов. Изображение элементов промежуточного фотошаблона проектируется объективом 12 непосредственно на подложку. Обычное совмещение фотошаблона с подложкой заменяется совмещением элементов подложки с фотошаблоном 6. С эталонного фотошаблона контактным печатанием получают рабочие фотошаблоны 13.

Весьма важным узлом фотоповторителей является проекционная система (рис. 108), состоящая из осветителя 1, конденсора 2, светофильтра 3, промежуточного фотошаблона 4, базировочной рамки 5, объектива 6 и фотопластинки 7. Выбор источника света и объектива в сильной степени зависит от марки светочувствительных материалов, но источник света должен иметь достаточную мощность, стабильное во времени и пространстве светящееся тело и т. д.

При выборе проекционной системы необходимо особое внимание уделять техническим характеристикам объективов и методам их фокусировки. Имеется несколько конструктивных решений механизмов подфокусировки и автоподфокусировки фотоповторителей.

Объективы характеризуются высокой разрешающей способностью, достигаемой 500—1000 лин/мм в зависимости от требуемой минимальной ширины линии и минимальной абберации в центре изображения, минимальными потерями разрешающей способности по полю изображения, плоскостью изображения и т. д. Оценка качества объективов производится на оптической скамье, на которой производят оценку качества сборки и юстировки оптической системы дифракционным методом, измерение визуальной разрешающей способности и другие испытания.

Оценка основных параметров фотоповторителей осуществляется по специальной методике с получением фотошаблонов с заданными характеристиками. Разрешающая способность оптической проекционной системы проверяется по специальным тестам.

Фотографические материалы. Светочувствительные слои должны позволять получать изображения миниатюрных размеров элементов с высокой резкостью и точностью воспроизведения и должны быть чистыми, т. е. не иметь вкраплений (черных точек на прозрачном фоне или светлых точек на черном фоне). Все светочувствительные слои созданы на основе соединений серебра (преимущественно галогенидосеребряных хромированных) и полимеров или их композиций (фоторезистов) и их можно отнести к двум группам: микрокристаллические (высокодисперсные) и субмикрокристаллические. Из большого количества микрокристаллических светочувствительных слоев в точной фотографии нашли распространение технические фотопластинки и фотопленки и материалы группы ЛИТ.

По светочувствительности эти материалы распределяются в следующем порядке: более чувствительные фотопластинки фирмы «Агфа-Геверт» (ГДР) марки 23D56, затем репродукционные штриховые сверхконтрастные пленки марок ФТ-41П и фуджилит; менее чувствительны микрорадиографические пластинки и пленки марок ФТ-СК и ФТ-81. Спектросенситометрические испытания этих материалов показывают, что они относятся к ортохроматическим, а технические микрорадиографические фотопластинки относятся к несенсибилизированным. Фотоматериалы группы ЛИТ позволяют получать максимальное расширение линии при относительно малой размытости изображения. Наиболее чистыми являются фотопластинки фирмы «Агфа-Геверт».

При использовании микрокристаллических слоев необходимо помнить, что область их сенсибилизации не совпадает с областью спектра, имеющего наибольшее значение разрешающей способности. Лучшими являются литографические материалы, но они требуют инфекционного гидрохинон-формальдегидного проявителя.

Наибольшее распространение в точной фотографии находят липпмановские слои. Для обеспечения высокой дисперсности эти слои изготавливаются и применяются при температуре 35—40 °С. Иногда создают смешанные хлорбромосеребряные слои, которые после проявления в пирогалловом проявителе имеют разрешение 250 лин/мм. Заменяя хлористый натрий на литий и проявляя в глинциновом проявителе, получают разрешение 800 лин/мм. Разнообразные светочувствительные липпмановские слои выпускает фирма «Кодак» (Великобритания). Эти слои не дают искажения штриха в зависимости от времени проявления. В целях повышения чувствительности слоев рекомендуют высокодисперсный слой хлористого серебра. Для приготовления этого слоя наносят на подложку декстриновый раствор с колларголом и очувствляют его в растворе соли двухвалентной меди.

Интересный метод получения светочувствительных слоев, названный адсорбционной фотографией, основанной на светочувствительности кремниекислого серебра, образующегося в пленке кремниевой кислоты на специально обработанной стеклянной подложке, предложил Ф. Л. Бурмистров [2].

В фотографической технике широко используются слои сухого коллодиона. Сначала готовят бромосеребряные соли, которые затем переводят в йодосеребряные с избыточной адсорбцией катионов серебра, что позволяет получать мелкозернистые слои. Негативы шкал, получаемые на слоях сухого коллодиона, имеют высокие качества: размытость края линий минимальная, отсутствуют вуали, имеется высокая контрастность линий, после сушки слои свободны от липкости, и фотошаблоны могут долго сохраняться. Кроме рассмотренных фоточувствительных слоев в практике точной фотографии иногда применяют для грубых работ хромированный желатин, клей и шеллак.

В последние годы природные хромированные вещества заменяются синтетическими, такими как хромированные поливинилловый спирт и полиамидные смолы. Но эти слои вытесняются светочувствительными слоями, называемыми фоторезистами, которые бывают позитивными, когда под действием облучения происходит сшивание молекул вещества в полимерные структуры, и негативными, когда под действием облучения происходит разрушение межмолекулярных связей. В позитивных слоях в местах облучения под воздействием проявителя происходит переход вещества из нерастворимого состояния в растворимое, т. е. под действием растворителя облученные места вымываются, образуя окошки, а для негативных фоторезистов происходят обратные явления.

В позитивных фоторезистах носителями светочувствительности являются диазо- и азидные группы, представляющие собой композиции, состоящие из высокомолекулярного синтетического соединения: эпоксидной смолы, новолака и светочувствительного диазосоединения. К негативным фоторезистам относятся поливинилициниамат, его гомологи и производные, циклоаучук, кремнийорганические соединения и т. д.

Позитивные фоторезисты после облучения светом с длиной волны 460—480 мкм хорошо растворяются в щелочных проявителях, а негативные, облученные ультрафиолетовым светом, растворяются в органических растворителях: смеси толуола с хлорбензолом, ацетата метиленгликоля с метансиолом и др.

Разрешающая способность фоторезистов зависит от толщины слоя и при толщине 0,2—0,3 мкм равняется 1200—2000 лин/мм, что позволяет воспроизводить линии толщиной менее 1 мкм. Для контроля разрешающей способности светочувствительных слоев используется универсальный резольвометр.

Часто фотопластинки, покрытые фоторезистом, подвергаются воздействию соляной, азотной и плавиковой кислот, а для повышения кислотостойкости в состав фоторезиста вводят наволочные смолы, представляющие собой сложную смесь продуктов с различной молекулярной массой.

Так как позитивные фоторезисты обладают высокой чувствительностью на длинах волн порядка 450 мкм, то можно в качестве материала для подложки использовать стекло марки СВВ вместо дорогостоящего оптического стекла марки КВ.

Технология изготовления сеток и шкал. Рассмотрим последовательность процесса изготовления сеток, штриховых мер, испытательных таблиц и подобных им изделий фотографическим способом на слое сухого коллодиона. Технологический процесс состоит из следующих операций.

1. Подготовка деталей.

А. Химическая обработка детали. Заготовки в течение двух или более часов подвергают окислению в хромовой кислоте. Если на поверхности заготовок имеются жировые или восковые пятна, следы пальцев и т. д., то заготовки обрабатывают в растворе едкой

щелочи, а затем после промывания переносят в хромовый раствор.

Б. Чистка деталей. Промытые после химической обработки детали вытирают фланелевой салфеткой, затем салфеткой, пропитанной спиртом, до полной чистоты. Иногда применяют чистку мелкоотмученным крокусом и салфеткой, пропитанной спиртом.

2. Полив подслоем. Подслой представляет собой тонкий слой каучука или желатина, наносимый на стеклянную заготовку на центрифуге. Большие заготовки поливаются подслоем вручную. Подслой необходим для обеспечения связи коллоидного слоя с поверхностью стекла.

3. Полив коллодием. Полив светочувствительным слоем заготовки осуществляется вручную со сливом излишков или с застуденением на горизонтальной поверхности. Коллодион выливается из специальной склянки с капельником при свете темного фонаря, так как полив осуществляется одновременно с очувствлением ранее политых деталей.

4. Очувствление. Эта операция осуществляется в ваннах, наполненных раствором азотнокислого серебра. Особое внимание уделяется проблемам опускания заготовки в кювету. Заготовка должна быть сразу облита вся раствором, так как в противном случае на слое будут пятна и разводы.

5. Промывка после очувствления. Детали из кюветы вынимаются фарфоровой палочкой и переносятся в кювету с дистиллированной водой, а затем в бак с проточной водой. Промывка производится в течение 3/4 ч.

6. Обработка таннином. На этой операции осуществляется разрыхление волокон коллодия, что обеспечивает проникновение проявителя в глубь слоя. Обработка заготовок в свежем растворе должна быть не менее двух минут, а затем заготовка слегка ополаскивается и закрепляется на центрифуге для сушки. Сушка слоя производится при вращении детали на центрифуге для сушки. Сушка слоя производится при вращении детали на центрифуге с подогреванием электрической грелкой до температуры 40—50 °С сверху. Затем сушка продолжается в специальных сушильных шкафах.

7. Засветка светочувствительного слоя. Засвечивание осуществляется контактным или проекционным способами. Время засвечивания зависит от многочисленных факторов и выбирается экспериментально.

8. Проявление. Перед проявлением пластину размачивают в дистиллированной воде, а затем опускают в проявитель, в который перед работой прибавляют несколько капель 5%-ного раствора азотнокислого серебра. В процессе проявления скрытые изображения превращаются в видимые.

9. Фиксирование. Проявленную деталь с помощью целлулоидных щипчиков переносят в кювету с проточной водой и промывают в течение одной минуты. Затем переносят в кювету,

заполненную 5%-ным цианистым калием или фиксажем из гипосульфита для фиксирования. Для получения тонких штрихов пользуются гипосульфитом, так как цианистый калий растравливает тонкое изображение. После фиксирования деталь промывают в проточной воде. Время фиксирования зависит от состава фиксажа.

10. Контрастное ослабление. Эта операция применяется тогда, когда прозрачные места изображения получились не вполне чистыми — на изображении имеется вуаль. Ослабление осуществляют йодоцианистым или фермеровским ослабителем. В йодоцианистый калий добавляют несколько капель раствора йодистого калия. Время ослабления длится несколько секунд, а затем пластинку промывают в проточной воде и контролируют под микроскопом.

11. Физическое усиление. Усиление изображения осуществляют в растворе проявителя, разбавленного раствором азотнокислого серебра. Плотность изображения, контролируемого на глаз, можно увеличить, если применить медные растворы. При достижении требуемой плотности деталь промывают в течение 10—15 мин в проточной воде.

12. Ретушь. Детали после физического усиления и тщательного промывания устанавливаются в сушильный шкаф, где они сушатся в течение 15 мин. Небольшие детали сушатся на центрифуге. Затем негативное изображение и изображение, имеющее непрозрачные фигуры, подвергают ретушированию, просматривая деталь через бинокулярный микроскоп. При ретушировании прозрачные точки замазываются акварельной краской или китайской тушью.

13. Покрытие детали защитным слоем. Для удержания изображения на поверхности детали ее покрывают желатином или лаком. Составы растворов, применяемых при фотографическом изготовлении негативов шкал, сеток и подобных им изделий на слое сухого коллодиона, можно найти в руководящих нормалях.

31. Комбинированные методы изготовления штрихов и знаков

Основным недостатком фотографического нанесения штрихов и знаков является необходимость закрытия нежного слоя с изображениями штрихов защитным стеклом или пленкой и невозможность получения абсолютно прозрачных штрихов.

При комбинированном методе изготовления шкал и подобных им изделий серебро фотографического изображения на коллодионе или альбумине превращается благодаря химической реакции в другие вещества. При нагревании органические продукты выгорают, а вещества, заменившие собой серебро, разъедают поверхностный слой стекла, заполняя полученные углубления

продуктами разложения. Штрихи, линии и знаки получаются четкими, шириной 2—3 мкм.

При изготовлении ослабителей света к установкам, измеряющим высокие яркостные температуры, на очищенную металлическую фольгу толщиной 30—50 мкм наносится светочувствительный слой (поливиниловый спирт, позитивный фоторезист на основе нафтохинондиазидов), качество которого тщательно контролируется. Экспонирование рисунка негатива производится источником света от лампы СВДШ-50, а проявление светочувствительного слоя осуществляется в 0,4%-ном растворе едкого кали, после чего слой при температуре 140 °С в течение часа термически дубится и затем незащищенные фоторезистом участки фольги гальванически покрываются никелем, служащим защитой при травлении. Удалив 20—30%-ным раствором едкого натра слой фоторезиста и защитив кислотостойким лаком обратную сторону фольги, приступают к химическому и анодному травлению. Медь и ее сплавы подвергаются химическому травлению при температуре 60 °С в растворе хромового ангидрида с серной кислотой (CrO_3 — 450 г/л, H_2SO_4 — 50 г/л) при перемешивании раствора, а стальная фольга подвергается анодному травлению в ванне с раствором следующего состава: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 100 г/л, NaCl — 20 г/л, CH_3COOH — 40 г/л, вода до 1 л при плотности тока 4—8 А/дм² и температуре 20 °С. После удаления защитного лака и чернения сетка монтируется в оправу.

Схема последовательности выполнения операции изготовления сеток и трафаретов наращиванием металла на токопроводящие изображения показана на рис. 109. В качестве светочувствительного слоя используют светочувствительное вещество — поливинилинамаз (ВВЦ — эфир поливинилового спирта и коричной кислоты), которое экспонируется со стороны подложки и через трафарет-оригинал. Затем наращивают металл (медь, никель). Этот метод позволяет получать одиночные трафареты, сквозные сетки и таблицы с толщиной линий до 25—30 мкм с размером элементов до 30 мкм.

Для получения сложного рисунка на деталях из тонколистовых металлов технологический процесс начинают с изготовления чертежа оригинала в увеличенном виде. При этом особое внимание уделяется компактному расположению элементов по полю чертежа с учетом растравления металла. С оригинала обычным фотографическим методом изготавливают негатив, а затем путем контактного копирования на фотопленку марки ВТ-30 печатают нужное число рабочих позитивов. Технологический процесс изготовления деталей из стальной фольги включает следующие операции: приготовление копировального слоя; изготовление копий (подготовка фольги, полив, копирование, проявление); подготовка копий к травлению (химическое и тепловое дубление, ретушь, нанесение токопроводящей массы и защита обратной стороны заготовки); электрохимическое травление и снятие защит-

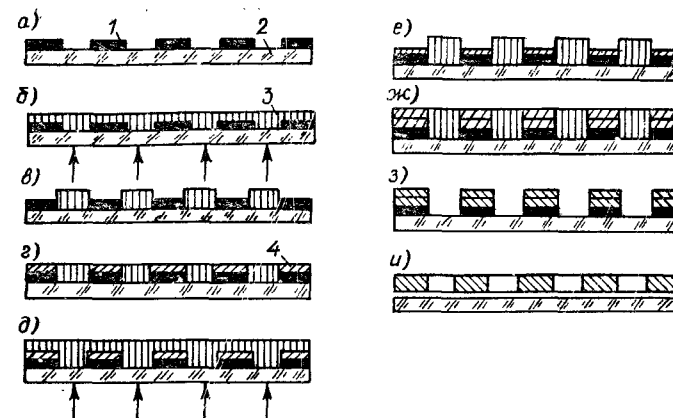


Рис. 109. Технологическая схема последовательности изготовления трафаретов: а — получение проводящего изображения 1 на стекле 2; б — полив ПВЦ 3 и экспонирование через стекло; в, г — проявление изображения и наращивание металла 4; д — повторный полив ПВЦ и экспонирование; е — проявление; ж — повторное наращивание металла; з — удаление ПВЦ; и — снятие трафарета со стекла

ного слоя; контроль готовых деталей. Фольгу нарезают пластинками нужного размера и приклеивают клеем БФ-4 к стеклу. Для плотного прилегания к стеклу заготовку из фольги резиновым роликом прикатывают, а затем механическим и химическим способами чистят поверхность, на которую будет нанесен светочувствительный слой (эмульсия). Экспонирование осуществляется под ртутно-кварцевой лампой СВДШ-1000, расположенной на расстоянии 500—700 мм от светочувствительного слоя.

Для придания эмульсионному слою кислотостойкости копии подвергают химическому и тепловому дублению. Для теплового дубления промытые и высушенные детали помещают в муфельную печь и нагревают до температуры 290—310 °С, пока цвет слоя эмульсии не станет золотисто-коричневым. Подвод тока для осуществления операции травления производят по токопроводящему слою, которым приклеивают детали к стеклу. Токопроводящую массу получают смешиванием мелкодисперсного графита с клеем БФ-4 до консистенции, удобной для пульверизаторного напыления.

При травлении отверстий в стальных деталях происходит электрохимическое растворение стали. Края протравленных мест становятся очень острыми, поэтому для выравнивания отверстий время травления увеличивается. Размер растравки детали учитывают при изготовлении оригинала.

В телевизионных передающих трубках типа суперортikon и видикон применяют металлические сетки с мелкой структурой, имеющие 8—60 отверстий на миллиметр с толщиной кружка 4—12 мкм и прозрачностью 50—85%. Такие сетки бывают медные,

медно-никелево-палладированные и медно-никелевые с шагом 0,016—0,2 мм, натянутые на кольца диаметром 10—80 мм и имеющие 30—200 тыс. отверстий. Неравномерность сеток на шагу не должна превышать $\pm 0,8$ мкм, а для некоторых сеток неравномерность должна быть не более $\pm 0,1$ мкм.

Технологический процесс изготовления мелкоструктурных сеток состоит из следующих операций: выбор и заточка алмазных резцов, изготовление матриц растров и мелкоструктурных сеток, монтаж и натяжение сеток на кольца. Для деления матриц сеток применяют делительные машины повышенной точностью с автоматической подачей стола и резца. Прежде чем приступить к делению таблицы растров, производят тщательную отладку делительной машины, которая сводится к проверке отсутствия люфтов в местах сопряжения деталей. Проверяется качество работы микровинта и маточной гайки, ход каретки с резцедержателем, автоматический узел подачи стола. По окончании отладки на машине закрепляется алмазный резец, режущей кромкой к делимой заготовке, после чего на предметный стол машины устанавливается контрольная пластина с нанесенным покрытием. Вращая алмазный резец по часовой стрелке или против, находят такое положение последнего, когда вся ширина режущей кромки будет касаться заготовки и равномерно снимать слой серебра. Одновременно с настройкой резца производят подбор нагрузки на резец. Нагрузка должна быть подобрана так, чтобы резец не царапал стекло и одновременно чисто снимал слой покрытия. По окончании настройки резца необходимо нанести несколько контрольных штрихов для определения качества перемещения стола.

Контрольные штрихи должны иметь ровный край и ширину 1,5—2,5 мкм. Скорость вращения резца 1—4 см/с, давление до 2 МПа, затем машина настраивается на заданную длину штриха и шаг. Штрих должен быть чистым, слой покрытия полностью снят, края ровными по всей длине штриха, а ширина штриха 2—3 мкм.

Убедившись в хорошем качестве штриха, стеклянную заготовку с металлическим покрытием укрепляют на столике делительной машины и производят деление в одном направлении. Поделив пластинку на заданную величину, машину останавливают и разворачивают пластину на 90° относительно первоначального положения и ведут деление в новом направлении.

Полученные после деления стеклянной пластины риски имеют незначительную глубину. Более глубокую риску с ровным однородным без сколов краем делением по стеклу получить невозможно из-за различных размеров нагрузок алмазного резца на единицу поверхности покрытия. Для получения ровной и глубокой риски поделенное стекло протравливается в парах фтористоводородной (HF) кислоты. Серебряное покрытие стекла хорошо выдерживает действие плавиковой кислоты и предохраняет не вскрытую резцом поверхность стеклянной пластины. Травление ведут в парах

70—80%-ной фтористоводородной кислоты. За время травления образуется риска глубиной 0,3—0,8 мкм. Глубина и ширина годной риски зависит от концентрации паров кислоты и времени травления.

Установка для травления представляет собой две винипластовые емкости, соединенных между собой винипластовым патрубком. В один бачок наливается фтористоводородная кислота, другой бачок служит для смешивания паров с инертным газом. Инертный газ—азот—подается в бачок с фтористоводородной кислотой с определенным давлением. Азот вытесняет пары кислоты HF во второй бачок к конусообразному выходу с решеткой. На решетку рисунком вниз устанавливается пластинка и производится травление в парах кислоты.

При концентрации фтористоводородной кислоты 70—80 % время травления составляет 0,5—2 с; процесс проводят при комнатной температуре. Приведенный режим травления позволяет получать сетки с наименьшим блеском и фоном. Травлением в течение 1—4 с в парах 40%-ной плавиковой кислоты получается блеск и фон сеток наибольший.

После травления в парах плавиковой кислоты заготовки для нейтрализации промываются в 2%-ном растворе едкого натрия, а затем в проточной воде. Слой серебра снимается концентрированной азотной кислотой, и растры вновь промываются в проточной воде, а затем в дистиллированной воде; после промывки растры сушатся обеспыленным чистым воздухом. Готовые растры контролируют под микроскопом при 100 $\times$ или 400 $\times$ увеличении. При образовании на стекле растра микроцарапин, растр подполируются в течение 2—3 мин и направляется на следующую операцию — металлизацию рисок.

При прогревании металла в вакууме до 300—500 °С палладий выделяет адсорбированный водород. Твердый палладий способен поглощать до 940 объемов водорода по отношению к своему объему. Напыление палладия в риски производится на вакуумной установке. Расстояние между растром и палладиевой пластиной, расположенных горизонтально, должно составлять 30—50 мм. Можно производить напыление палладия на растры, расположенные вертикально по обе стороны от палладиевой пластины. Расстояние растров от палладиевой пластины подбирается экспериментально в зависимости от необходимой плотности слоя.

Напыленный на растр тонкий слой палладия стирают под углом в 45° по направлению к штрихам чистой оленьей замшей, смоченной в спирте. По краям матрицы оставляют слой палладия шириной 5—7 мм, который служит контактной рамкой при электролитическом осаждении металлов. При затирании напыленного слоя оленьей замшей палладий залегает в рисках. Для получения нужного заполнения рисок процесс напыления повторяется 2—3 раза. Давление в вакууме, электрический ток и время напыления поддерживаются так, чтобы слой палладия был светло-серого цвета

и имел среднюю плотность. Толщина напыленного слоя палладия составляет 0,001—0,003 мкм.

Нанесенный слой палладия служит как укрепляющее вещество для электролитического наращивания сетки. При получении сеток гальванопластикой не безразлично, какова будет в рисках толщина слоя палладия, его сопротивление и прозрачность.

32. Клеймение деталей

Клеймение штамповкой. Иногда в граверном производстве возникает необходимость в изготовлении всевозможных пуансонов, штампов и клейм для тиснения товарных знаков, фабричных марок и других обозначений. Операцию потиснения производят обычно на прессах различных систем (рис. 110).

В верхней части колонны пресса смонтирована кулачковая головка, имеющая специальное отверстие для хвостовика, в котором с помощью винта устанавливается и закрепляется тот или другой штамп. Вертикальные перемещения головки в верхних

направляющих осуществляются контрприводом, связанным через системы зубчатых колес с электродвигателем, а рабочего стола — винтом. Отсчет величины перемещения рабочего стола производится по метрической линейке, которая закреплена на передней части стола (параллельно валу). Вращением маховика по часовой стрелке рабочий стол пресса перемещается в верхнее положение, вследствие чего заготовка быстро подводится до соприкосновения с рабочей частью клейма. До пуска пресса включают местное освещение, состоящее из электрической лампы, закрепленной в верхней части станины, гибкий шланг которой дает возможность устанавливать ее в любом удобном для работы положении. Затем включают электродвигатель и оставляют его в этом состоянии на все время работы пресса. Пуск пресса производится при помощи ножной педали с рифленой поверхностью. Для удобства и ускоре-

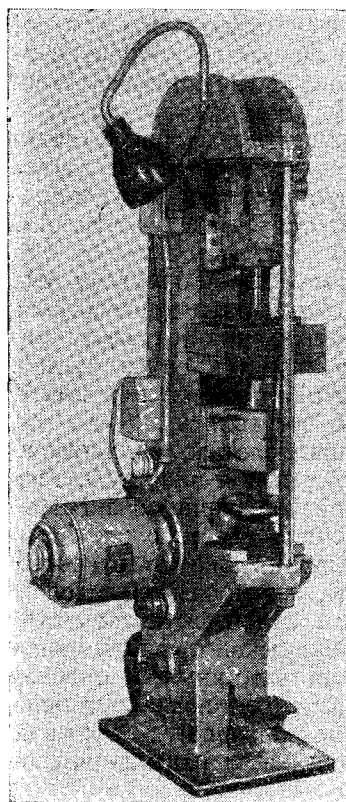


Рис. 110. Кулачковый пресс с универсальной оснасткой

ния настройки пресса на его рабочем столе смонтировано и закреплено универсальное приспособление для установки деталей различных профилей, размеров и толщины. Конструкция этого приспособления позволяет при необходимости передвигать закрепленную на нем деталь в продольном или поперечном направлении и вокруг своей оси, что очень важно для ускорения настройки пресса при маркировке сложных деталей.

На этом прессе можно получить изображение на шильдиках, шкалах и т. д. углубленным «в нутро» и выпуклым (рельефным). Углубленное изображение штрихов, букв, цифр и знаков наносится на заготовку путем оттиска со специально изготовленного для этой цели стального штампа, имеющего соответствующее выпуклое изображение.

Шкалы, шильдики и другие детали с выпуклым изображением, изготавливаемые методом штамповки, получаются недостаточно хорошего качества, так как изображения имеют не резко очерченные овальные границы. Значительно лучшее изображение может быть достигнуто при изготовлении шкал и шильдиков травлением или механическим путем на пантографе. Однако изготовление грубых шкал, шильдиков, различных марок и товарных знаков из мягких алюминиевых сплавов путем штамповки (методом уплотнения материалов) дает хорошие результаты и может быть рекомендовано к внедрению на заводах. Этот метод особенно приемлем при серийном выпуске продукции.

Приведем пример изготовления деталей путем уплотнения материалов (штамповки). Прежде всего для штамповки какой-нибудь фабричной марки изготавливают стальной штамп с выборкой рисунка «в нутро»; при этом следует обращать внимание на чистоту и резкость контура рисунка и поверхности штампа. Убедившись, что штамп изготовлен правильно, его подвергают термической обработке и шлифуют будущие выпуклые части. Таким образом, при штамповке деталей методом уплотнения материала сам рисунок фабричной марки получится матовым, а поле — глянцевым, что придает детали, изготовленной таким методом, красивый внешний вид.

Накатывание знаков на детали. Накатывание и вальцевание применяют в технике при изготовлении ряда изделий. Методом накатывания можно наносить на заготовках штрихи, цифровые и буквенные обозначения и т. д. Делается это с помощью специальных приспособлений и вальцевальных машин. Иногда приспособлениями для накатывания пользуются, применяя их на обычном токарном станке. В этом случае приспособление с цилиндрической цифровой матрицей устанавливают и закрепляют на суппорте станка (вместо резца), а деталь — на соответствующей оправке в патроне. При сближении матрицы в детали (оси которых должны быть параллельны) путем поперечного перемещения суппорта на необходимую величину происходит процесс накатывания знаков на детали.

Особенно эффективен метод накатывания при применении металлических цифровых колес (барабанов) на предприятиях массового производства, например на заводах, где изготавливают кассовые аппараты. Для накатывания некоторых деталей, изготовленных из мягкого металла, иногда применяют плоские матрицы. Деталь надевается на ролик соответствующего диаметра, свободно вращающийся на цилиндрической оси. Матрица устанавливается на салазках на высоте, необходимой для заданной глубины накатки, и закрепляется болтами. Во время перемещения матрицы элементы ее вдавливаются в поверхность заготовки, одновременно вращая ее.

Электроискровое клеймение деталей. Кроме механического, химического и других методов гравирования и клеймения различных деталей за последнее время находят применение электроискровое клеймение некоторых стальных, латунных и других деталей путем применения специальных электроискровых установок. Метод электроискрового клеймения различных деталей является эффективным на предприятиях крупносерийного и массового производства, где требуется производить клеймение большого числа деталей с одинаковыми рисунками или обозначениями. В деталях же, в которых надо клеймить порядковые номера или другие сменные знаки, электроискровой метод теряет свой смысл и является непродуктивным из-за частой смены электрода-инструмента.

Для клеймения порядковых или сменных номеров, букв или цифр электроискровым методом применяют электроискровой карандаш. Пользование этим прибором требует от рабочего известного навыка и аккуратности, так как четкость, правильность и красота надписи полностью зависят от его умения. Электроискровой карандаш состоит из диэлектрического корпуса размером $100 \times 200 \times 300$ мм с верхней гладкой латунной поверхностью толщиной 100 мм, которая служит для установки гравированной детали. Внутри корпуса смонтированы детали электрической схемы. Ручка с электродом-инструментом связана с прибором эластичным шлангом, имеющим на своем конце цанговый держатель-зажим для закрепления заостренного медного электрода-инструмента (карандаша). Недостатком электрического карандаша является быстрое нагревание во время работы его ручки с электродом-инструментом, вследствие чего необходимо частое охлаждение, замедляющее процесс электрогравирования.

Работа с прибором производится следующим образом. Прибор включается в сеть переменного тока напряжением 127 или 220 В. Гравированная деталь плотно устанавливается на его поверхности для осуществления контакта, необходимого для надежной работы прибора. После проверки и, если требуется, заправки электрода-инструмента приступают к нанесению букв или цифр. Иногда для симметричности расположения знаков на деталях делают предварительную разметку штангенциркулем или черным карандашом. С приближением электрода-инструмента к поверхности обрабаты-

Рис. 111. Электроискровая установка

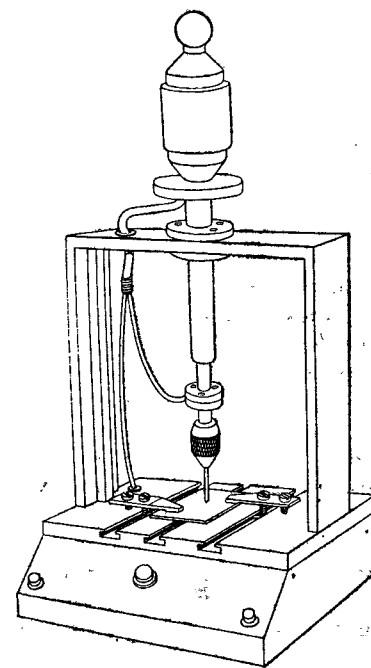
ваемой детали происходит непрерывное обильное искрение, вследствие чего при передвижении инструмента по контуру знака на детали происходит выжигание темного следа.

Повышения производительности труда и улучшения качества электрогравирования добиваются закреплением электроискрового карандаша в шпинделе пантографа вместо резца. При этом гравирование производится обычными приемами по наборным буквенным и цифровым шаблонам или по копиям без вращения шпинделя. Такой способ применения электроискрового карандаша эффективен, во-первых, потому что при нагревании ручки электрода-инструмента исчезла необходимость затраты времени на ее

охлаждение; во-вторых, качество электрогравирования резко улучшилось за счет механизации данного процесса. Это обстоятельство в какой-то мере устранило зависимость качества электрогравирования от квалификации рабочего. Знаки, получаемые при помощи пантографа и набора шаблонов, приобрели необходимую симметричность и не требуют для этого разметки.

В процессе электрогравирования рабочий конец электрода-инструмента, зажатого в патроне приспособления, от непрерывного искрения обгорает и требует частой заправки. Для этого нет необходимости вынимать его из патрона, а достаточно лишь отвести ручку электроискрового карандаша от приспособления, включить привод шпинделя и, приложив к вращающемуся электроду напильник, заправить его рабочий конец. После заправки электрода-инструмента на приспособлении к нему подключают питание от прибора и продолжают электрогравирование.

Электроискровые установки представляют для предприятий известный практический интерес. Электроискровой метод клеймения деталей простыми знаками с помощью описанных установок позволяет снизить трудоемкость операций по клеймению. Электроискровая установка (рис. 111) состоит из корпуса, в котором смонтирована электрическая часть, стола и шпиндельной головки. На передней панели корпуса расположены две кнопки и сигнальная лампа. Установка включается только при одновременном на-



жиме на обе кнопки, которые удалены одна от другой настолько, что не могут быть включены одной рукой. Этим обеспечивается безопасность при работе (в момент включения установки обе руки заняты). На столе установлено приспособление, в котором закрепляется обрабатываемая деталь. Корпус, стол и крепежное приспособление заземляются, что обеспечивает безопасность прикосновения к ним во время работы.

Электрод-инструмент зажимают в патроне, соединенном через изолирующий фланец со штоком. Шток имеет скользящую посадку во втулке, которая находится на верхней полке рамки. Шток, выполненный из малоуглеродистой стали, служит якорем электромагнита, закрепленного на втулке. Для ручного подъема штока имеется эбонитовый шарик. Электромагнит при работе установки вызывает вибрацию электрода-инструмента: при этом между последним и деталью протекают электрические разряды. Искра разряда плавит и вырывает малую частицу металла, производя этим сьем металла с поверхности детали. Электрод-инструмент может иметь в сечении форму цифры, буквы или сложного клейма с наружной рамкой.

Электроды-инструменты для электронского клеймения изготавливают из листовой латуни марки Л62 или красной меди. Из листа вырезают полосы определенной ширины и протягивают через фильеры, имеющие форму нужного знака. Фильеры изготавливают путем выпиливания лобзиком в металлической пластинке профиля нужного знака. Некоторые виды электродов-инструментов можно изготавливать на пантографе (применяя резец без конуса) с последующей подправкой штихелями вручную; при этом глубина гравирования должна быть в пределах 2—5 мм, без конуса, как это делается в штампах для золототиснения.

Клеймение изделий методом нагрева. В граверном производстве существуют различные штампы и клейма, рабочую часть которых нагревают. Горячие буквы штампа выжигают на материале изделия. Такой вид гравирования лучше всего производить на эластичных материалах — пластмассе, коже, дереве и т. д. В зависимости от материала изменяется и форма гребней (штриха) букв или цифр штампа. Например, для горячего тиснения на коже рекомендуется изготавливать буквы штампа заостренными, а для работы по дереву — с плоской поверхностью гребня.

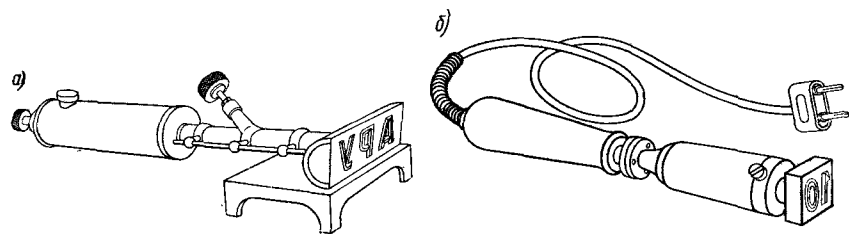


Рис. 112. Штампы для клеймения выжиганием

Прежде клеймение нагретыми штампами производилось весьма примитивным способом. Штамп с обозначениями вставляли в специальную державку и нагревали на раскаленных углях. С развитием техники и приобретением опыта в этой отрасли граверного производства для штампов вместо простых державок были сконструированы более совершенные приспособления, улучшающие качество выжигания, значительно ускоряющие работу и повышающие производительность труда. Некоторые из них изготовлялись в виде портативной керосиновой форсунки (рис. 112, а).

Однако самое широкое распространение получило приспособление с электрическим нагревом (рис. 112, б). Конструкция этого приспособления отличается простотой, выполнена по типу электрического паяльника с нихромовой намоткой для нагрева от электрической сети напряжением в 127 или 220 В. Из наружного конца ручки выходит электрический шнур с вилкой для включения в штепсельное гнездо сети, а на рабочем конце приспособления имеется зажимной винт для закрепления штампа. Конструкции электрических державок и державок с другими методами обогрева штампов выполняются универсальными, вследствие чего в них могут быть установлены штампы или клейма различных размеров и форм.

Наряду с описанными выше конструкциями приспособлений для клеймения методом выжигания появились новые более современные и прогрессивные устройства, представляющие собой системы с повышенной универсальностью и надежностью в эксплуатации. Эти устройства резко отличаются от предыдущих тем, что электрический шнур от конца ручки до штепсельной вилки выполнен спирально, что очень удобно в работе. Кроме того, вместо нихромовой намотки применен унифицированный керамический термоэлемент, который при необходимости легко и быстро может быть заменен. Питание подается от электросети напряжением 127 или 220 В и регулируется при помощи реостата в широком диапазоне. Необходимость регулировки напряжения вызвана тем, что детали, подлежащие тепловому клеймению, изготавливаются из различных материалов, в том числе из пластмасс, а следовательно, степень нагрева клейма или штампа должна соответственно изменяться в зависимости от материала детали. Например, если для детали из полистирола необходима температура нагрева штампа 50—60 °С, то для дерева она составляет 100—120 °С, а для карболита — 120—150 °С. Для нормальной работы и экономии электроэнергии при длительной эксплуатации устройства для клеймения выжиганием его оснащают автоматическим термовыключателем.



КОНТРОЛЬ ШКАЛ, СЕТОК И ПОДОБНЫХ ИМ ИЗДЕЛИЙ

33. Методы аттестации линейных и угловых мер

Шкалы, сетки, кодовые диски и подобные им детали подвергают проверке, в процессе выполнения которой контролируют качество поверхности с нанесенными на ней штрихами, четкость штрихов, линий, обозначений, расстояние между штрихами, их ширину и глубину и т. д.

Весь процесс контроля можно разделить на два этапа. На первом этапе производят *внешний осмотр*, а на втором — контроль *геометрических параметров* штриховой меры. Осматривают штриховые меры в проходящем отраженном или косом пучке света, для чего на контролируемую поверхность под углом направляют пучок света от лампочки с зеленым фильтром. Наблюдение дефектов ведется на темном фоне.

При предварительном контроле, выполняемом при налаживании выпуска серии продукции, проверяют ширину штриха, его глубину и т. д. По результатам контроля корректируют работу машины или устройства, добиваясь необходимой точности в нанесении делений и обозначений.

Интервал штриховой меры проверяется как наикратчайшее расстояние между осями двух штрихов, которые сравнивают с образцовой величиной, т. е. в большинстве случаев процесс измерения сводится к измерению малой разности длин.

Техническим контролем (или просто контролем) называется проверка соответствия продукции или процесса, от которого зависит качество, установленным техническим требованиям (ГОСТ 16504—74). В зависи-

мости от функции и технологической готовности объекта контроля в производственном цикле различают: *входной контроль* — контроль продукции поставщика, поступившей к потребителю (заказчику) и предназначенной для использования при изготовлении, ремонте или эксплуатации продукции; *операционный контроль* — контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения определенной операции; *приемочный контроль* — контроль готовой продукции, по результатам которого принимается решение о ее пригодности к поставке и пользованию.

Контроль называется *слوшным*, если контроль каждой единицы продукции осуществляется с одинаковой полнотой; *выборочным*, когда контролируется выборка или проба из партии или потока продукции; *летучим*, когда контроль производится в случайные моменты, выбираемые в установленном порядке. В зависимости от характера поступления информации о контролируемых признаках различают *непрерывный* и *периодический* контроль.

Наиболее важное значение среди различных видов контроля занимает *измерительный контроль*, осуществляемый с обязательным применением средств измерения. Такие средства измерения называются контрольно-измерительными приборами.

Совокупность правил применения определенных принципов для осуществления контроля называется *методом контроля*, а совокупность средств контроля и исполнителей, взаимодействующих с объектом контроля по правилам, установленным соответствующей документацией, называется *системой контроля*. Система контроля, в которой контроль осуществляется с частичным непосредственным участием человека, называется *автоматизированной системой контроля* в отличие от *автоматической системы контроля*, в которой контроль осуществляется без непосредственного участия человека.

Измерение есть нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств (ГОСТ 16263—70).

Под *физической величиной* понимается свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта. Любая физическая величина имеет шкалу физической величины, представляющую собой последовательность значений, присвоенную в соответствии с правилами, принятыми по соглашению. *Истинным значением* физической величины называется значение физической величины, которое идеальным образом отражало бы в качественном и количественном отношении соответствующее свойство объекта. *Действительным значением* физической величины называется значение физической величины, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него.

С точки зрения общих способов получения результатов измерения их разделяют на прямые, косвенные, совокупные и совмест-

ные. *Прямые* — это измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных. *Косвенные* — это измерения, при которых искомое значение величины определяют на основе известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям. *Совокупные* — это производимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомые значения получают решением системы уравнений, составленных при прямых измерениях различных сочетаний этих величин. *Совместные* — это производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для нахождения зависимости между ними.

По способу выражения результатов измерений различают абсолютные и относительные измерения. *Абсолютными* называются измерения, которые основаны на прямых измерениях одной или нескольких основных величин или на использовании значений физических констант. *Относительными* называются измерения отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы или принимаемой за исходную.

Основными характеристиками измерений являются: принцип и метод, погрешность, правильность и достоверность измерений. Под *принципом измерения* понимается физическое явление или их совокупность, на которых основаны измерения.

Методом измерения называется совокупность приемов использования принципов и средств измерения.

При проведении измерений практически невозможно получить абсолютно точные результаты. Поэтому, оценивая их, можно говорить лишь о большей или меньшей степени приближения к действительному значению измеряемой величины. Отклонение результата измерения X от истинного значения Q называется *погрешностью измерений*, где результат измерения — значение величины, найденное путем ее измерения. Погрешность измерения Δ определяется по формуле

$$\Delta = X - Q.$$

Под точностью измерений понимается качество измерений, отражающее близость их результатов к истинному значению измеряемой величины. Высокая точность измерений соответствует малым погрешностям всех видов. *Правильность измерения* определяется как качество измерения, отражающее близость к нулю систематических погрешностей в их результатах. *Достоверность* измерений характеризует доверие к результатам измерений и делит их на две категории: достоверные и недостоверные, — в зависимости от того, известны или неизвестны вероятностные характеристики их отклонений от истинных значений соответствующих величин. Наличие погрешности ограничивает достоверность измерений и определяет точность измерения. Сходимость измерений — качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в одинаковых условиях. Воспро-

изводимость измерений определяется как качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполненных в различных условиях.

Абсолютной погрешностью измерительного прибора называется разность между его показанием и истинным значением измеряемой величины. Так как истинное значение измеряемой величины остается неизвестным, на практике вместо него используют действительное значение, полученное с помощью образцового прибора.

Относительной погрешностью измерительного прибора называется отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины. Относительная погрешность может быть выражена в процентах. Отношение погрешности прибора к нормирующему значению называется *приведенной* погрешностью. Нормирующее значение — условно принятое значение, которое может быть равным верхнему пределу диапазону измерений, длине шкалы и др. Приведенную погрешность обычно выражают в процентах. Погрешность прибора, используемого для измерения постоянной величины, называют *статической* погрешностью.

Разность между погрешностью прибора при измерении в динамическом режиме и его статической погрешностью, соответствующей значению величины в данный момент времени, называется *динамической* погрешностью прибора. Статические погрешности имеют место после завершения переходных процессов в элементах прибора. Статические погрешности приборов делятся на систематические и случайные. *Систематическая* погрешность прибора остается постоянной или закономерно измеряется при повторении измерений. *Случайные* погрешности приборов обязаны своим возникновением случайным изменениям параметров составляющих их элементов и случайным погрешностям отсчета.

Для того чтобы проще охарактеризовать случайную погрешность прибора, на практике часто прибегают к определению непостоянства (размаха) показаний прибора, т. е. разности между наибольшим и наименьшим из показаний измерительного прибора, соответствующих одному и тому же значению измеряемой величины. Если эта разность определяется при достижении измеряемой величины некоторого значения при его увеличении и уменьшении, а не при одностороннем изменении, то она называется *вариацией* показаний и включает в себя помимо размаха показаний еще и погрешность обратного хода, возникающую из-за зазоров и трения в сочленениях подвижных деталей механизмов прибора и других гистерезисных явлений, происходящих в его элементах.

Погрешность, свойственная измерительному прибору, находящемуся в нормальных условиях применения, называется *основной*. Основная погрешность прибора нормируется путем задания пределов допускаемой основной погрешности. Если прибор работает в условиях, отличных от нормальных, то возникает *дополнительная* погрешность, увеличивающая общую погрешность прибора.

/ Качество измерительного прибора, отражающее близость к нулю его погрешностей, принято называть *точностью* прибора, численной характеристикой которой является класс точности прибора. Класс точности — это обобщенная характеристика прибора, определяемая пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей, а также другими свойствами приборов, влияющими на точность, значения которых устанавливаются стандартами на отдельные виды приборов. Государственные стандарты определяют нормы на значения суммарных погрешностей, их составляющих, способы их представления, обозначения и задания. Значения суммарных погрешностей устанавливаются отдельно для нормальных условий применения приборов и для случая отклонения влияющих величин от значений, имеющих место в нормальных условиях. Основная погрешность приборов нормируется пределом допускаемой основной погрешности. Он задается в виде абсолютных, приведенных или относительных погрешностей. Кроме основной погрешности в стандартах на приборы нормируются пределы допускаемых дополнительных погрешностей. Доля случайных погрешностей прибора в основном характеризуется непостоянством показаний прибора, которое задается допускаемым размахом определенного числа показаний прибора. Допускаемое значение порога реагирования выражают в долях основной погрешности или в долях деления шкалы.

Аттестацию штриховых мер длины (линейных шкал) осуществляют сравнением измеряемой и образцовой величин *разностным методом* на приборах компараторного типа.

Возможности поперечного компарирования ограничены тем, что наименьшая длина измерительных интервалов обусловлена предельным расстоянием L , на которое могут быть сближены микроскопы, и тем, что перед измерением каждого интервала нужно устанавливать новое расстояние между микроскопами, что затрудняет процесс измерения.

В случае продольного компарирования мер большой длины (более 1 м) длина стола компаратора должна более чем вдвое превышать номинальную длину мер; сравниваемые меры при этом могут находиться в различных температурных условиях, что приводит к ошибкам при измерении. От указанных недостатков избавляются, применив схему продольного компарирования с параллельным расположением мер, но такая схема сопряжена с погрешностями первого порядка из-за непрямолинейности перемещения либо микроскопов по направляющей балке, либо каретки с мерами, а поэтому требуется точная коррекция перемещения каретки.

Принцип действия штрихового компаратора заключается в измерении интервала между двумя штрихами путем сравнения его с равновеликими интервалами на образцовой шкале. При контроле шкал проверяют общую длину и миллиметровые интервалы сравнением с длиной соответствующих интервалов образцовых шкал либо

путем калибрования. Сравнение общей длины с образцовой производится не менее четырех раз. При каждом измерении снимают отсчеты по термометру; наблюдают в левый микроскоп компаратора начальный штрих образцовой меры, а в правый микроскоп — начальный штрих поверяемой меры (каждое наблюдение должно сопровождаться тремя наведениями биссектора окулярного микроскопа на штрих с отсчетом по барабану микрометра); продвигают стол компаратора вдоль оси и наблюдают в обоих микроскопах соответственно конечные штрихи контролируемого интервала сначала у образцовой меры, а затем у поверяемой; повторяют наблюдения конечных штрихов; снова наблюдают начальные штрихи поверяемой и образцовой мер; производят отсчет по шкале термометра.

При контроле миллиметровых интервалов наблюдают штрихи на поверяемой и образцовой шкалах сначала в одном направлении (от начального штриха до конечного), а затем поверку ведут в обратном направлении и вычисляют среднее значение контролируемой величины с учетом влияния температуры. За окончательный результат поверки принимают среднее из результатов отдельных приемов измерений. Если во время измерения изменяется температура, то вводится температурная поправка, после чего определяется средняя квадратичная погрешность для шкал первого разряда по четырем измерениям, а для шкал второго разряда по двум измерениям.

Если необходимо определить поправки интервалов штриховых мер с высокой степенью точности, а известна лишь поправка общей длины меры, применяется *метод калибровки*. Существует несколько методов калибровки, которые различаются как по числу возможных комбинаций взаимных сличений интервалов, так и по точности получаемых результатов.

Простейшим способом калибровки является *метод Гей-Люссака*, сущность которого заключается в том, что калибруемые интервалы $0-1$; $1-2$; $2-3$; ...; $n-3$; $n-2$; $n-1$; n последовательно сравнивают со вспомогательным интервалом, длина которого приблизительно равна длине калибруемого интервала. В этом случае получают n условных уравнений с $n+2$ неизвестными. Решение уравнения находят при условии $x_0 = 0$ и $x_n = 0$ [5].

Наиболее точным методом калибровки является *метод Ганзена-Перара*, при котором все контролируемые деления меры сравнивают со вспомогательными интервалами, равными одному, двум, трем и т. д. калибруемым интервалам. При контроле приходится несколько раз снимать показания при наблюдении одного и того же штриха, поэтому точность измерения в сильной мере зависит от точности наводки, шероховатости боковых поверхностей штриха, точности его геометрических размеров (ширины, глубины, длины), ровности края и т. д.

При выполнении контрольных операций необходимо выбрать прибор, точность которого должна быть на порядок выше точности

поверяемой штриховой меры. Кроме того, на точность измерения также влияет характер освещения шкалы. Шкалы и лимбы поверяются от нулевого штриха, а сетки — от центра или середины ее поля. Значение результата измерения получают как среднее 5—8-кратного измерения. Ширину штрихов в силу малого размера поверяют на компараторе до или после запуска штриха краской.

Для измерения глубины штрихов используют *методы аксиального перемещения, стереоскопической, щуповой, отпечатков* и др.

В связи с повышением точности угловых мер и созданием кодовых преобразователей, в которых используются многозарядные информационные диски, имеющие большое число штрихов (градаций), необходимо создавать автоматизированные контролирующие устройства, так как механизированными средствами измерить такие изделия трудно.

Например, 17-разрядный диск на одной дорожке имеет 131 972 штриха.

К погрешностям лимбов относят неточность расположения штрихов и выполнения диаметра делительной окружности, формы центрировочной окружности, длины и ширины штрихов, размера цифр и т. д. (погрешности делений).

При изготовлении лимба появляется ошибка, равная разности между номинальным и действительным размерами делений, измеренными в пределах полной окружности. Эти погрешности являются следствием неправильного расположения штрихов вдоль делительной окружности лимба (погрешности штрихов). Учитывая трудность определения погрешности штрихов, на практике определяют погрешность диаметров, которая является алгебраической суммой погрешностей положения штрихов, расположенных на концах диаметра (диаметром называется прямая, проходящая через внутренние концы двух противоположных штрихов).

Таким образом, погрешности штрихов могут быть использованы для оценки любого деления, а с помощью погрешности диаметра можно определить только суммарную погрешность двух диаметрально противоположных делений. Структура погрешностей штрихов способствует выполнению любых задач контроля точности делений лимба. Структура погрешностей диаметров из-за нечетных гармоник систематической составляющей позволяет осуществлять только косвенную оценку ошибок делений.

Следовательно, необходимо создавать оборудование, принцип действия которого основан на определении погрешности штрихов.

При нанесении штрихов из-за различных причин ширина их отличается от заданной ширины по чертежу, т. е. возникает погрешность в ширине штриха, которая может быть симметрична и асимметрична относительно оси. Методы контроля можно разделить на четыре группы: калибровки; сличения с образцовыми лимбами или многогранной призмой; сравнения с постоянной угловой скоростью; компенсационные.

В зависимости от рода измеряемого объекта компараторы разделяются на штриховые и концевые. Штриховые компараторы служат для измерения расстояния между штрихами, т. е. для контроля и аттестации штриховых мер длины. Они обычно имеют кронштейны, на которых укреплены микроскопы и салазки с установленными на них образцовой шкалой и площадкой для измеряемого объекта. По визирному микроскопу определяется необходимый размер перемещения салазок (или микроскопа) в зависимости от измеряемых параметров объекта, а по отсчетному микроскопу отсчитывается значение перемещения салазок (или микроскопа), равное измеряемой величине.

В поперечном компараторе (рис. 113, а) меры под микроскопами располагаются параллельно, а микроскопы устанавливают на начальный и конечный штрихи измеряемого интервала и поперечно перемещая стол, переходят с образцовой меры на поверяемую. В продольном компараторе (рис. 113, б, в) меры располагают последовательно одну за другой или параллельно, а микроскопы устанавливают на соответствующие штрихи образцовой и поверяемой мер. В процессе измерения перемещают рабочий стол в продольном направлении.

34. Приборы для контроля линейных и угловых мер

Линейные штриховые меры контролируются визуально на компараторах или на высокоточных интерферометрах.

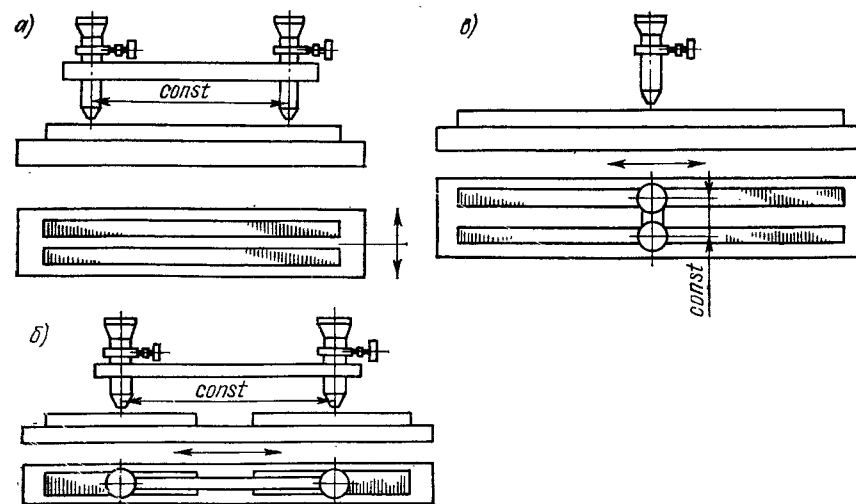


Рис. 113. Компараторы: а — поперечный; б — продольный с последовательным расположением шкал; в — продольный с параллельным расположением шкал

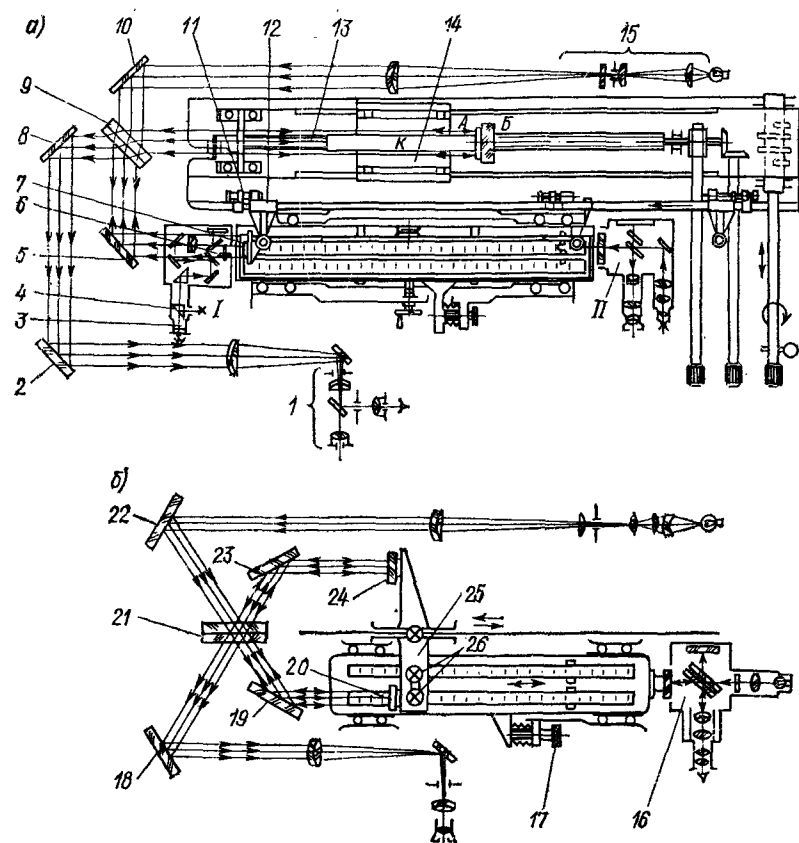


Рис. 114. Принципиальная схема интерференционного компаратора

Для контроля прецизионных штриховых мер применяются высокоточные приборы, принцип действия которых основан на интерференционном методе измерения. Измерение шкал на интерференционном компараторе позволяет значительно увеличить точность по сравнению с измерением на обычном компараторе, так как на нем может производиться компарирование как с образцовых шкал, так и шкал с концевой мерой. Ошибка измерения отсчитывается в длинах световой волны. При измерении шкал с помощью концевой меры используется принцип интерференции двух световых потоков.

В основу универсального интерференционного компаратора положена схема двухлучевого компаратора Майкельсона (рис. 114, а), состоящего из осветительного устройства 15, неподвижных зеркал 10, 8, 5, 2, разделительной пластинки 9 и окуляра 1. Концевая мера К и плоскость зеркала Б, жестко связанные

с подвижной кареткой 14 и микроскопом 11, перемещается при помощи ходового винта 13 в направлении хода лучей. Каретка при перемещении поворачивается в двух плоскостях. Для устранения погрешности от поворотов каретки используют интерференционную коррекцию, для чего из основного пучка света, падающего на разделительную пластинку, выделен пучок света, который вспомогательными зеркалами направляется на дополнительное зеркало. Получаемая интерференционная картина служит для коррекции поворотов каретки. Стол со штриховой мерой имеет плавное перемещение в пределах ± 5 мм.

Отсчетная часть прибора состоит из отсчетного микроскопа 11, интерференционного индикатора II и автоколлимационного индикатора I. Интерференционный индикатор предназначен для точных измерений, а автоколлимационный — для менее точных.

Параллельный пучок от коллиматора 15, отразившись от зеркала 10, разделяется на полупрозрачной пластинке 9. Отраженная часть света падает на плоскость Б зеркала и плоскость А концевой меры, притертой к зеркалу Б. Отражившись от плоскостей А и Б и пройдя пластинку 9, луч попадает в наблюдательный окуляр 1. Другая часть пучка, пройдя пластинку 9, падает на зеркало 7, укрепленное на тубусе микроскопа 11, отразившись от которого также поступает в окуляр 1.

Подвижное зеркало 7 интерференционного индикатора жестко связано с кареткой, и при ее перемещении относительно начального положения (зафиксированного в окуляре интерференционного индикатора) вызовет смещение черной интерференционной полосы, по размеру которого с высокой точностью может быть определено смещение каретки со штриховой мерой.

Автоколлимационный индикатор I соединен с кареткой штифтом, воздействующим на поворотное зеркало 6. Перемещение каретки фиксируется по шкале 4 в окуляре 3. Наблюдатель винтом совмещает бабку 12, на которой укреплено зеркало 7 и тубус микроскопа 11, и нулевой штрих штриховой меры. Затем, перемещая каретку 13 с концевой мерой до появления интерференционной картины от зеркала 7 и плоскости А концевой меры, устанавливает нулевую полосу на перекрестке окуляра. После этого бабку 12 с зеркалом 7 и микроскопом 11 перемещают вдоль оси штриховой меры до появления интерференционной картины от плоскости зеркала Б. Снова совмещают нулевую полосу с перекрестием окуляра. При этом бабка 12 переместится на размер, равный длине концевой меры. Если интервал от нулевого штриха до соответствующего штриха равен размеру концевой меры, то штрих шкалы совместится с перекрестием окуляра микроскопа 11. Если же перекрестие не совпадает с соответствующим штрихом меры, то каретку перемещают винтом до совпадения штриха окулярной сетки микроскопа со штрихом меры, а разность между длиной концевой меры и соответствующим интервалом штриховой меры отсчитывают по индикаторам I или II. Совместив с перекрестием окуляра

микроскопа 11 нулевую полосу интерференционной картины от зеркала 7 и плоскости А концевой меры и нулевой штрих штриховой меры, перемещают бабку 12 с укрепленными на ней зеркалом 7 и микроскопом 11 до совмещения нулевой полосы интерференционной картины от зеркала 7 и 5 с перекрестием окуляра микроскопа. При равенстве интервала от нулевого до соответствующего штриха штриховой меры размеру концевой меры штрих совместится с перекрестием окуляра. При отклонении интервала штриховой меры от размера концевой меры каретку со штриховой мерой перемещают до совмещения штриха меры и перекрестия окуляра микроскопа, а разность отсчитывают по интерференционному или автоколлимационному индикаторам.

В продольном компараторе (рис. 114, б) с параллельным расположением контролируемой и образцовой мер для точной коррекции перемещения рабочего органа применяется двухлучевой интерферометр. Компаратор состоит из подвижной каретки 25, на которой расположены два микроскопа 26 и два зеркала 20 и 24. Эти зеркала совместно со светоразделительной пластинкой 21 и вспомогательными зеркалами 18, 19, 22 и 23 позволяют наблюдать интерференцию двух пучков в белом свете.

Аттестуемую меру устанавливают на каретку параллельно образцовой мере таким образом, чтобы первые штрихи обеих мер были бы совмещены с оптической осью микроскопов. С помощью регулировочных винтов поворачивают в небольших пределах зеркала 26 и 24 до тех пор, пока в поле зрения окуляра не появится интерференционная картина. Зафиксировав в окуляре черную интерференционную полосу, перемещают каретку совместно с микроскопами на размер деления образцовой шкалы. Если в процессе настройки из-за непараллельности направляющих изменится положение микроскопов, то из поля зрения окуляра исчезнет зафиксированная интерференционная полоса, которая восстанавливается при повороте зеркала 20 и 24. Затем перемещением рабочего органа с помощью винта 17 доводят штрих поверяемой шкалы до совмещения с оптической осью другого микроскопа. Рабочий орган со штриховыми мерами имеет свободу движения в небольших пределах. Размер перемещения контролируется интерференционным индикатором 16. Контроль необходимо повторить.

Рассмотренные приборы не могут быть широко применены в условиях серийного производства и для автоматизации процесса измерения, так как они не позволяют исключить наблюдателя в процессе визирования.

В целях повышения производительности контрольных операций широко применяются автоматические контрольно-измерительные приборы и устройства. В этих приборах, построенных на принципе поперечного или продольного компаратора, широко используются фотоэлектрические микроскопы, в которых оптимальное сочетание оптических, механических и электронных устройств позволяет полностью автоматизировать процесс измерения.



Рис. 115. Принципиальная схема автоматического интерференционного компаратора

Для автоматической аттестации линейных штриховых мер длиной до 200 мм служит интерференционный компаратор (рис. 115) с источником монохроматического излучения. Лампа, охлаждаемая дистиллированной водой, возбуждается генератором высокой частоты 2. Свет от источника 1 конденсором 26 фокусируется на входную щель 25, расположенную в фокальной плоскости объектива 23. Для выделения света одной волны в схеме предусмотрен светофильтр 24. Из объектива свет параллельным пучком зеркалом 22 направляется на разделительную пластину 21, которая пропускает часть света на зеркала 18 и 20. Зеркало 20 располагается на вспомогательной каретке 19, а зеркало 18 — на рабочем органе 15, на котором в юстировочном приспособлении находится контрольная шкала 16. Шкала устанавливается так, чтобы нулевой штрих ее располагался по оси фотоэлектрического микроскопа 17. Отраженные от зеркал 20 и 18 лучи, пройдя разделительную пластину, интерферируют, образуя полосы равной толщины, которые вспомогательными зеркалами направляются в объектив коллиматора 27, а затем на фотоэлектрические преобразователи, расположенные за щелями 6. Интерференционную картину можно наблюдать в окуляре 5, для чего используется откидное зеркало 4. Преобразователи 7 и 13, сдвинутые относительно друг друга на 1/4 шага служат для преобразования световой энергии в электрическую. При перемещении рабочего органа от реверсивного электродвигателя 14 на фотоэлементах будут модулироваться электри-

ческие сигналы, которые радиотехнической измерительной системой 8 и 12 преобразовываются в дискретно-цифровую форму. Реверсивный двигатель перемещает каретку на шаг грубо, а точное перемещение осуществляется механизмом тонких подач с пьезоэлектрическим элементом. Дискретные импульсы после формирования 10 поступают в реверсивный декатронный счетчик 11. Для определения направления перемещения каретки используется схема Брайнина, по которой для осуществления реверса необходимо иметь два сигнала, сдвинутых по фазе на 90° . С этой целью используют полупрозрачную пластинку 3, которая разделяет световые лучи на две части, направляя их на фотоэлементы. Сдвиг потоков относительно щелей производят юстировкой зеркала. Точность отсчета повышается за счет использования индикатора 9 дробных частей интерференционной полосы. В качестве индикатора служит электронно-лучевая трубка, на которую от фотоэлектрических преобразователей поступает два синусоидальных сигнала, сдвинутых друг относительно друга на 90° . Принцип определения дробных частей основан на измерении фазы геометрической суммы двух синусоидальных сигналов. Так как размер входных диафрагм оказывает влияние на точность работы прибора, то рекомендуется ширину щели брать равной половине ширины полосы.

В фотоэлектрическом компараторе (рис. 116) контролируемая 4 и образцовая 16 меры устанавливаются на столе 2, перемещение которого по направляющим станины 1 осуществляется электродвигателем 3 грубой передачи. Каретка 11 с фотоэлектрическими микроскопами 16 и 9, механизмом 13 тонкой подачи, двумя системами компенсации измерительных импульсов и с устройством относительного отсчета положений штрихов образцовой и поверяемой мер закреплена на станине на плоских пружинах 10 и 12. Системы компенсации состоят из электродвигателя, управляемого сигналом с микроскопа, редуктора 7 и датчика. С датчика сигнал поступает на фотоэлектрический микроскоп для поворота компенсационной пластины.

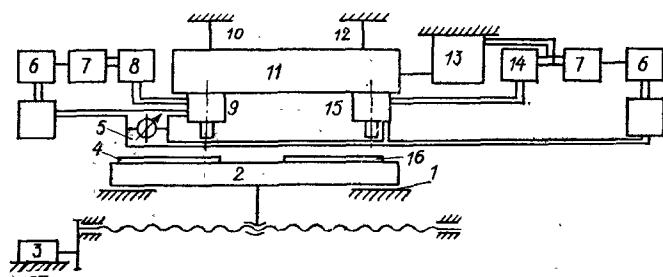


Рис. 116. Фотоэлектрический компаратор для аттестации штриховых мер

В процессе аттестации с помощью механизма грубой подачи рабочий орган перемещается на шаг контролируемой меры, а механизмом 13 тонкой подачи каретка 11 перемещается до тех пор, пока штрих образцовой меры не установится на оптической оси фотоэлектрического микроскопа 15. Разность длин образцовой и поверяемой мер фиксируется с помощью сумматора 5.

Прибор может работать без механизма тонкой подачи, для чего плоскопараллельные пластинки обоих микроскопов необходимо поворачивать.

При отключенном механизме тонкой подачи и периодическом прохождении светового луча поперек штрихов шкалы на фотоэлементах возникают импульсы тока. Если погрешности изготовления контролируемой меры отсутствуют, импульсы появляются через одинаковые промежутки времени при прямом и обратном прохождении световых лучей штриха. Наличие разности времени между импульсами характеризует погрешность штриховой меры. Импульсы тока через электронные блоки 8 и 14 поступают на электродвигатели, управляющие редукторами 7 и датчиками 6, а это приводит к изменению токов, поступающих с компенсирующих блоков и с обмоток, расположенных на плоскопараллельных пластинках микроскопов. Пластинки поворачиваются на угол, пропорциональный размеру ошибки, которая фиксируется сумматором 5. Затем цикл измерения повторяется.

Фотоэлектрический компаратор, у которого измеряемая и образцовая шкалы располагаются параллельно и близко друг от друга имеет меньшую длину (рис. 117). Влияние перекосов при движении салазок компенсируется электронной схемой. Образцовая 3 и поверяемая 2 штриховые меры, расположенные на рабочем органе, освещаются проходящим светом от источника 1. Сиг-

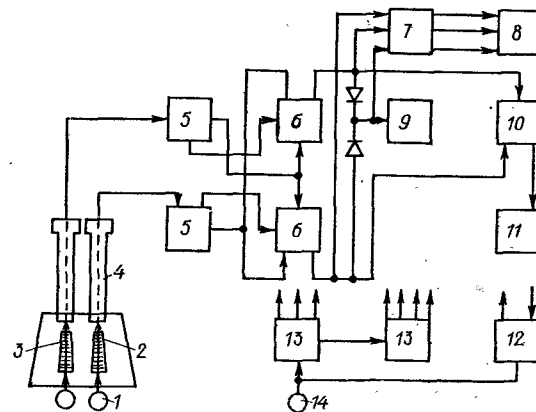


Рис. 117. Принципиальная схема фотоэлектрического компаратора с параллельным расположением мер

налы с фотоэлектрических микроскопов 4 поступают в формирователи импульсов 5, а затем в логическую схему 6 обработки данных, которая запускается по сигналу с формирователя. Логическая схема позволяет определить знак ошибки и подает сигнал в блок 7 измерения интервалов времени и цифровой индикации. В системе имеется автоматическое печатающее устройство 8 для записи на бумажной ленте результатов измерения. Кроме того, предусмотрены устройство 9 для преобразования временного параметра в амплитуду, электрический переключатель полярности 10 и устройство 11 аналоговой индикации и регистрации. Для устранения влияния на результат измерения перекосов при движении каретки служит устройство 12 коррекции перекосов. Система питается от сети 14 через блок печатания 13 с элементами управления и обслуживания.

Учитывая важность проблемы автоматизации контроля штриховых мер, многие фирмы стремятся создать автоматические приборы. При разработке приборов в большинстве случаев используются измерительные системы со счетом интерференционных или муаровых полос в двухлучевых интерферометрах или растровых датчиках. Диапазон измеряемых перемещений в интерференционных приборах в основном определяется источниками излучения. Существующие изотоп-излучатели позволяют аттестовать штриховые меры длиной не более 200 мм. В качестве источника излучения в последние годы применяют оптические квантовые генераторы. Для точной установки рабочего органа по штриху поверяемой шкалы применяют фотоэлектрический микроскоп, а для контроля размера перемещения каретки служит интерферометр Керстера с электрическим счетно-вычислительным устройством. Результат контроля представляют на перфорированной ленте, на которой записаны сведения о температуре и влажности воздуха и атмосферное давление в момент контроля.

В компараторе фирмы СИП (Швейцария), служащем для проверки штриховых мер длиной до 1 м, сравниваемые меры в процессе всего контроля остаются неподвижными, а два фотоэлектрических микроскопа установлены на подвижной каретке. В этом компараторе используется импульсный фотоэлектрический микроскоп, позволяющий осуществлять контрольные операции с погрешностью не более 0,1 мкм. На точность измерения влияют непостоянство положения диафрагмы микроскопа, изменение ширины ее изображения, наличие вторичных отражений и смещение центра сканирования ее изображения щели.

Фотоэлектрические компараторы с микроскопами фирмы «Иоганнес Хайденхайн» (Франция), разработанные в Федеральном физико-техническом институте, аналогичны по принципу действия компаратору фирмы СИП и имеют погрешность измерения, не превышающую $\pm 0,16$ мкм. На таком же принципе работает компаратор, разработанный на народном предприятии «Сезимово усти» (Чехословакия).

Существует несколько визуальных приборов для контроля круговых штриховых мер. Процесс контроля на этих приборах утомителен и требует много времени, поэтому естественно стремление ученых разработать автоматические контрольные устройства, позволяющие определять угловые ошибки и ошибки диаметров без участия наблюдателя.

Принцип работы этих устройств основан на фотоэлектронных методах измерения разницы расположения штрихов на контролируемой и образцовой мерах.

При визуальном контроле круговая штриховая мера устанавливается на бесшкальный или со шкалой стол измерительной машины. Для аттестации используются две пары микроскопов-микрометров, контролируемая мера устанавливается в юстировочном приспособлении, позволяющем нивелировать ее относительно оптической оси микроскопов-микрометров. Во избежание влияния на точность аттестации эксцентриситета установки поверяемой шкалы необходимо отсчет снимать по двум диаметрально противоположным штрихам. Погрешности штриха можно найти аналитическим методом в зависимости от угловых погрешностей, но расчеты трудоемки, и для определения погрешностей диаметра с необходимой точностью требуется много времени. Поэтому в практике аттестации круговых мер погрешности диаметров не определяют, а производят измерение угловых погрешностей в некоторых угловых секторах.

В Ленинградском институте точной механики и оптики разработаны устройства, служащие для контроля лимбов с компенсацией погрешностей делений образцового лимба. Принципиальная схема такой установки показана на рис. 118.

Вращение вала 2, находящегося в подшипниках качения 3, от электромотора 1 передается образцовому 4 и поверяемому 13 лимбам. У образцового лимба располагаются две считывающие системы CC_1 и CC_2 , состоящие из лампы накаливания 5, конденсатора 6, сетки 7, микрообъективов 8 и фотоэлектрического умножителя 9. Сетка состоит из S штрихов, аналогичных штрихам образцового лимба, и служит для устранения случайной составляющей погрешности штрихов образцового лимба. Вторая считывающая система, расположенная через 180° относительно первой, предназначена для компенсации погрешности от эксцентриситета образцового лимба и части систематической составляющей погрешности штрихов.

При вращении вала световые потоки модулируются и на фотоэлементах возникают импульсы фототока, которые направляются для суммирования в устройство $УУ$. В конструкцию введена система выявления установочного эксцентриситета $ИУ$, имеющая импульсную лампу 10, конденсор 11 и микрообъектив, который освещает участок центрирующей окружности, концентричной штрихам лимба. Освещенный участок масштабным преобразователем $МП$ проецируется в виде синусоиды, амплитуда и фаза кото-

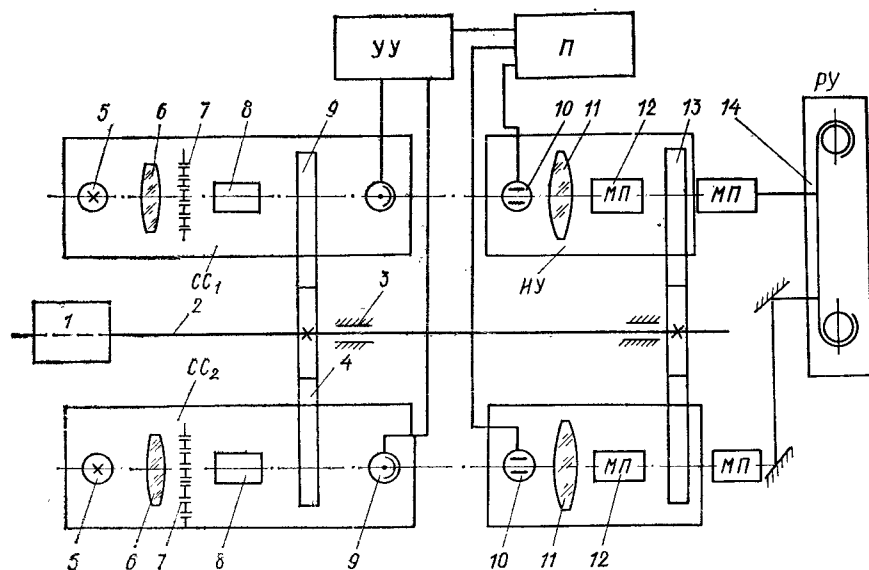


Рис. 118. Установка для контроля лимбов с компенсацией погрешностей

рой отражает размер и направление установочного эксцентриситета, на фотопленку 14 регистрирующего участка РУ.

Суммарное напряжение поступает на вход преобразователя П, где отсекаются опорные напряжения, которые после усиления и деления поджигают импульсную лампу 10. Эта лампа через конденсор 11 и микрообъектив 12 проецирует участок контролируемого лимба на масштабный преобразователь. Если в момент вспышки лампы 10, характеризующей угловое положение штрихов лимба 4, штрих измеряемого лимба займет определенное положение относительно оси НУ, то вспышка лампы от следящего сигнала осветит второй штрих лимба 13. Если измеряемый лимб имеет погрешности, то выявленная разность с помощью масштабного преобразователя проецируется на плоскость фотопленки 14. Отсчет погрешности производится от нулевой линии, которая образуется на пленке специальной оптической системой. На пленке фиксируются две кривые, одна из которых характеризует погрешность штрихов, а вторая — появляется из-за эксцентриситета. Определение погрешности штрихов не представляется сложным. В приборе используется дорогостоящий образцовый лимб.

Контроль лимбов осуществляется фотоэлектрическими микроскопами методом сравнения расположения делений на контролируемом и образцовом лимбах. Для этого на столе прибора в специальных юстировочных приспособлениях закрепляют образцовый и контролируемый лимбы, так что пояски их делений располагаются концентрично оси вращения (рис. 119, а). Фотоэлектро-

ческие микроскопы 2, 3, 5 и 6 устанавливают над лимбами таким образом, что микроскопы 2 и 6 располагаются над диаметрально противоположными штрихами образцового лимба 1, а микроскопы 3 и 5 — под соответствующими штрихами поверяемого лимба 9. Лимбы в приспособлениях нивелируются в целях обеспечения перпендикулярности осей фотоэлектрических микроскопов к плоскости лимба, на которой нанесены деления. В начальный момент микроскоп 6 располагают над нулевым градусным штрихом образцовой шкалы, а поворотом плоскопараллельной пластинки сервомотором 12 устанавливают оптическую ось микроскопа 2 на штрих, расположенный под углом 180° . Для этого напряжение с фотоэлементов микроскопов 2 и 6 для проверки точности их установки после усиления подается на электронный коммутатор, а затем на однолучевой осциллограф, на экране которого можно наблюдать две осциллограммы с противоположных микроскопов. Поворотом от сервомотора 12 плоскопараллельной пластинки добиваются совмещения осциллограмм. Совпадение осциллограмм указывает на то, что оптические оси микроскопов 2 и 6 располагаются по противоположным штрихам образцового лимба. Затем подключаются последовательно к измерительному устройству микроскопы 5 и 3. Вращением оси сервомотора 10 плоскопараллельной пластинки добиваются совпадения штриха поверяемого лимба с осью микроскопа 5. Сигнал об угле поворота пластинки, пропорциональный угловой ошибке поверяемого лимба, подается после усиления в усилителе 13 на измерительное устройство 4. После этого сервомотор 11 поворотом коррекционной пластинки переводит изображение штриха в диафрагму микроскопа 3. Сигнал, пропорциональный углу рассогласования, подается на измерительное устройство. Среднее из отсчетов по шкале измерительного устройства позволяет определить ошибку диаметра. Затем подается команда на серводвигатель 7, который поворачивает рабочий орган 8 с лимбами на угол, заданный программой испытания, и процесс повторяется.

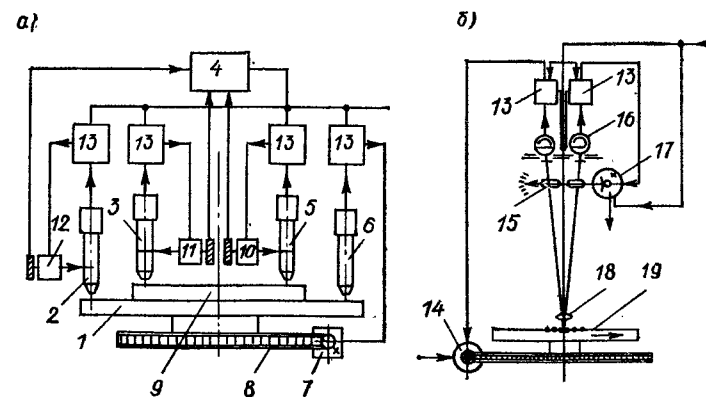


Рис. 119. Схемы автоматических приборов для контроля лимбов

Кроме того, контролировать лимбы можно на бесшкальных машинах (рис. 119, б), для чего испытательный лимб 19 закрепляется на столе машины в юстировочном приспособлении. Два близлежащих штриха объективом 18 проецируются в плоскость выходных щелей микроскопа. Щели с помощью специального контрольного устройства устанавливаются относительно друг друга на расстоянии, равном точному расстоянию между штрихами. У щелей располагаются два фотоэлемента, включенных в измерительную систему.

При контроле по сигналу со следящей системы включается серводвигатель 14 и поворачивает рабочий орган с поверяемым лимбом на одно деление. В момент заполнения штрихом левой щели сигналом с фотоэлемента 16 после усиления в усилителе 13 отключается серводвигатель и подается команда на включение серводвигателя 17, который поворачивает плоскопараллельную пластинку 15 до тех пор, пока соседний штрих поверяемого лимба не установится в правой щели микроскопа. Угол поворота, пропорциональный ошибке контролируемого лимба, фиксируется в специальном печатающем устройстве или может быть сосчитан на измерительном устройстве. Для контроля штриховых мер можно применять цифровые двух- и трехкоординатные измерительные машины, в том числе и машины с программным управлением.



Список литературы

1. Бурмистров Ф. Л. Делительное дело. Л.: Машгиз, 1947. 320 с.
2. Бурмистров Ф. Л. Точная фотография. М.: Оборонгиз, 1939. 324 с.
3. Улановский О. О. Механизация граверных работ. Л.: Машиностроение, 1971. 148 с.
4. Федотов А. И. Автоматизация делительных работ. Л.: Машиностроение, 1969. 319 с.
5. Федотов А. И. Технология автоматизированного нанесения штрихов и знаков. Л.: Машиностроение, 1977. 302 с.

Оглавление



Предисловие	3
Введение	5

Глава 1

Организация граверио-делительного участка

1. Рабочее место гравера	7
2. Помещение	9
3. Техника безопасности	19

Глава 2

Инструменты и приспособления

4. Инструмент для гравирования	25
5. Инструмент для нанесения штрихов и линий	30
6. Алмазообрабатывающие приспособления	33
7. Инструмент для пантографов	39
8. Приспособления и разметочный инструмент для гравирования	43

Глава 3

Материалы заготовок

9. Металлы и сплавы	48
10. Пластмассы	51
11. Заготовки из оптического стекла и керамики	54
12. Заготовки с металлическим покрытием	57

Глава 4

Копировальные устройства, копиры и шаблоны

13. Копировальные устройства	69
14. Копиры	71
15. Шаблоны	75
16. Настройка пантографов	80
17. Примеры применения пантографа	82

Глава 5

Универсальные приспособления

18. Оснастка для копирного стола	90
19. Оснастка для рабочего стола	104
20. Оснастка для производства печатных плат	122

Глава 6

Оборудование для делительно-граверных работ

21. Продольные машины	134
22. Круговые машины	148
23. Копировально-фрезерные станки	149

Глава 8

Гравировальные работы

24. Производственный рисунок	159
25. Основные виды гравирования	173
26. Изготовление буквенных и цифровых стальных пуансонов	183
27. Изготовление трафаретов и монограмм	186

Глава 8

Технология нанесения штрихов и знаков

28. Нанесение штрихов и знаков резанием	191
29. Гравирование по покрытиям	195
30. Нанесение штрихов и знаков по фотографическим эмульсиям	200
31. Комбинированные методы изготовления штрихов и знаков	209
32. Клеймение деталей	214

Глава 9

Контроль шкал, сеток и подобных им изделий

33. Методы аттестации линейных и угловых мер	220
34. Приборы для контроля линейных и угловых мер	227
Список литературы	238

ИБ № 2997

Алексей Иванович ФЕДОТОВ
Оскар Оскарович УЛАНОВСКИЙ

Граверное дело

Редактор Н. А. Жукова
Художественный редактор С. С. Венедиктов
Технический редактор И. В. Буздалева
Корректор И. Г. Жукова
Переплет художника С. С. Венедиктова

Сдано в набор 13.07.81. Подписано в печать 26.10.81.
М-29083. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 2.
Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 15,0. Уч.-изд. л. 15,7.
Тираж 110000 экз. Заказ 635. Цена 50 коп.

Ленинградское отделение издательства
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

191065, Ленинград, Д-65, ул. Дзержинского, 10

Ленинградская типография № 6
ордена Трудового Красного Знамени
Ленинградского объединения «Техническая книга»
им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР
по делам издательства, полиграфии и книжной торговли.
193144, Ленинград, ул. Монсеенко, 10.