

В. И. СТЕБЛЮК, В. Л. МАРЧЕНКО,
В. В. БЕЛОВ, А. Г. ГРИВАЧЕВСКИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

курсовое проектирование

Допущено Министерством высшего и среднего
специального образования СССР
в качестве учебного пособия для студентов вузов,
обучающихся по специальности «Машины
и технология обработки металлов давлением»

КИЕВ
ГОЛОВНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ИЗДАТЕЛЬСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «ВИЩА ШКОЛА»
1983

Технология листовой штамповки. Курсовое проектирование. Стеблюк В. И., Марченко В. Л., Белов В. В., Гривачевский А. Г.— Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1983.— 280 с.

В учебном пособии изложены методические основы проектирования технологических процессов и конструирования штампов для холодной листовой штамповки в объеме курсового проектирования. Приведены сведения о некоторых методах ускоренного и автоматизированного проектирования технологических процессов и штампов с использованием ЭВМ, а также об экономической эффективности внедрения технологических процессов листовой штамповки. Даны типовые примеры технологических процессов и конструкций соответствующих штампов.

Нормативные материалы приведены по состоянию на 01.01.82.

Для студентов вузов, обучающихся по специальности „Машины и технология обработки металлов давлением“, также может быть использовано инженерами-конструкторами и технологами.

Табл. 59 Ил. 93 Библиогр.: 31 назв. Прил. 15

Рецензенты: д-р техн. наук проф. В. Г. Кононенко и канд. техн. наук доц. В. Е. Семенов (Харьковский авиационный ин-т), д-р техн. наук проф. Я. М. Охрименко (Московский ин-т стали и сплавов)

Редакция литературы по машиностроению и приборостроению

Зав. редакцией О. А. Добровольский

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года предусмотрено значительное увеличение выпуска продукции во всех отраслях народного хозяйства. Намечено опережающее развитие машиностроения и металлообработки. Выпуск продукции машиностроения и металлообработки увеличится не менее чем в 1,4 раза*. Будет обеспечен опережающий рост выпуска кузнечно-прессового оборудования, одним из видов которого являются машины для листовой и объемной штамповки.

Листовую штамповку широко применяют практически во всех отраслях промышленности, связанных с металлообработкой,— от микроэлектроники до ракетостроения и атомного энергомашиностроения.

Курсовое проектирование по листовой штамповке — завершающий этап изучения одной из профилирующих технологических дисциплин для студентов специальностей «Машины и технология обработки металлов давлением» и «Обработка металлов давлением».

За последние годы появилось много перспективных направлений в технологии, штамповой оснастке и методах проектирования. Соответственно этому возросли требования к курсовому проектированию и возникла необходимость в издании учебного пособия, в котором были бы изложены «классические» методы проектирования технологических процессов и штампов, современные методы ускоренного и автоматического проектирования с использованием ЭВМ.

Особенностью настоящего пособия является его построение: в первом разделе изложены методические указания по разработке технологических процессов и проектированию штампов, приведены основные зависимости и табличные данные для выполняемых расчетов; во втором разделе даны примеры проектирования технологических процессов и штампов с использованием материалов первого раздела, причем графическая часть примеров для удобства пользования вынесена в приложения. Третий раздел посвящен вопросам ускоренного и автоматизированного проектирования технологических процессов и штампов.

Предисловие, введение, гл. 6 и прил. 9, 10, 15 написаны В. И. Стеблюком, гл. 7 и прил. 11...14 — А. Г. Гривачевским, гл. 1...5 и прил. 1...8 — В. А. Марченко и В. В. Беловым.

Отзывы о книге просьба направлять по адресу: 252054, Киев-54, ул. Гоголевская, 7, Головное издательство издательского объединения «Вища школа».

Технический прогресс охватывает не только непосредственно материальное производство, но все больше распространяется также на сферу его инженерного обеспечения. Однако возросший уровень технического оснащения инженерной деятельности — от чертежных приборов и приспособлений до ЭВМ — сам по себе не обеспечивает соответствующего повышения производительности труда конструкторов и технологов.

Возникла необходимость в перестройке всего комплекса требований к инженерно-технической документации как основной форме представления результатов инженерной деятельности. Были разработаны единые системы конструкторской и технологической документации — ЕСКД и ЕСТД. Отличительной особенностью этих нормативных документов является то, что они широко используют понятия унификации и классификации, позволяющие выделить типовую часть конструкторско-технологической информации независимо от конкретных условий производства и, таким образом, значительно формализовать описание технологических процессов и оснастки.

Систематическое применение и последовательное развитие принципов, заложенных в ЕСКД и ЕСТД, создают предпосылки для разработки систем ускоренного проектирования и как завершающий этап — систем автоматизированного проектирования технологических процессов и оснастки. Поэтому глубокое усвоение основных принципов и положений, терминов и определений ЕСКД и ЕСТД — важный этап в подготовке инженерных кадров, что возможно только в процессе приобретения навыков самостоятельного проектирования технологических процессов и оснастки в рамках курсового проекта. Этим определяется содержание, объем и последовательность проектирования.

Исходные данные для проекта — чертеж детали, указания о характере и условиях предполагаемого производства (годовой программе, наличии специального оборудования, сравнительной стоимости отдельных штампов и т. п.).

Выполнение проекта начинается с анализа задания, при котором определяются конструктивно-технологические особенности детали по элементам и в целом, принадлежность ее к классификационной группе, устанавливаются принципы кодирования конструкторско-технологической документации. Для деталей, изготавливаемых с использованием формоизменяющих операций, на этом этапе разработки технологи-

ческого процесса рассчитываются размеры и определяется форма заготовки, подбирается исходная заготовка для последующего выбора схемы раскроя. Особенно большое значение имеет анализ технологичности элементов детали, требований к точности и состоянию поверхности.

В результате анализа устанавливается структура технологического процесса — последовательность основных (штамповочных) и вспомогательных операций и методов межоперационного контроля, а также выбирается схема раскроя и рассчитывается ее экономичность. При разработке этой части курсового проекта следует руководствоваться материалом первой главы, а также примерами типовых технологических процессов четвертой главы.

В соответствии со структурой технологического процесса намечаются типы штампов, которые могут быть использованы для его реализации. За небольшим исключением необходимая по структуре технологического процесса последовательность операций может быть выполнена в различных типах штампов, т. е. возможны несколько вариантов технологического процесса. Поэтому следует наметить два-три варианта штамповки и в последующем по технологической себестоимости выбрать наиболее рациональный вариант. При разработке этой части проекта можно руководствоваться материалом второй и, особенно, третьей главы и соответствующими примерами из четвертой, пятой и шестой глав.

После выбора варианта технологического процесса детально рассчитывают основные технологические параметры процесса и штампов: технологические усилия, зазоры между пуансоном и матрицей, их исполнительные размеры, коррекцию на пружинение, допустимые скорости деформирования и т. д.

Полученные результаты служат основой для разработки сборочного чертежа штампа. При этом производится выбор стандартных деталей и сборочных единиц по ГОСТам, расчет и выбор параметров съемников и выталкивателей, проверочные расчеты на прочность и жесткость отдельных деталей. Материалы для разработки этой части проекта изложены в первой, второй и третьей главах и в соответствующих примерах из четвертой, шестой глав и в приложениях 1...8.

Чтобы усвоить методику и приобрести устойчивые навыки проектирования технологических процессов и штампов холодной листовой штамповки, необходимо разработать подобным методом не менее двух конструкций штампов, сборочные чертежи которых занимают два-три листа формата А1 и не менее одного листа того же формата чертежей деталей по разработанным конструкциям. Чтобы усвоить основные положения и приемы прогрессивных методов проектирования технологических процессов и штампов (ускоренного и автоматизированного), необходимо один лист формата А1 выполнить указанными выше методами.

При автоматизированном проектировании технологических процессов и штампов содержание листа и соответствующей части записки определяется конкретными программами подсистем систем автоматизированного проектирования (САПР) технологии и штампов листовой штамповки.

Раздел первый
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Глава 1

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

1. Операции листовой штамповки

Под технологическим процессом (ГОСТ 3.1109—73) понимают часть производственного процесса, содержащую действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства. Обработка давлением — часть технологического процесса (по методу выполнения), заключающаяся в пластическом деформировании или разделении материала заготовки без образования стружки.

Листовая штамповка — один из видов обработки давлением. Она осуществляется с помощью штампа и, как правило, применяется для изготовления деталей (изделий), у которых толщина материала несоизмеримо мала по сравнению с их габаритными размерами (лист, угловой прокат и т. п.). В технологической документации и практике листовой штамповки применяются два родственных термина: «штамповочная операция» и «технологическая операция». Термин «штамповочная операция» отражает сущность выполняемого процесса обработки давлением. Термин «технологическая операция» отражает законченную часть технологического процесса, выполняемую на одном рабочем месте.

Листовая штамповка включает две группы штамповочных операций (ГОСТ 18970—73): **разделительные** (рис. 1) и **формоизменяющие** (рис. 2). Разделительная операция — обработка давлением, в результате которой одна часть заготовки отделяется от другой по заданному контуру. Формоизменяющая операция — обработка давлением, в результате которой заготовке путем пластической деформации материала придается заданная форма.

К разделительным относятся штамповочные операции, в основе которых лежит процесс сдвига материала: *отрезка* (рис. 1, а) — полное отделение части заготовки по незамкнутому контуру; *разрезка* (рис. 1, б) — разделение заготовки на части по незамкнутому контуру; *вырубка* (рис. 1, в) — полное отделение заготовки или детали от листовой заготовки или профильного материала по замкнутому контуру; *пробивка* (рис. 1, г) — образование в заготовке сквозных отверстий и пазов с удалением материала в отход; *обрезка* (рис. 1, д) — удаление припусков; *надрезка* (рис. 1, е) — неполное отделение части заготовки; *зачистка* (рис. 1, ж) — удаление припусков путем снятия стружки для получения повышенных классов шероховатости поверхности и точности детали. Кроме перечисленных, к разделительным относится также операция «проколка», хотя она и содержит элементы формоиз-

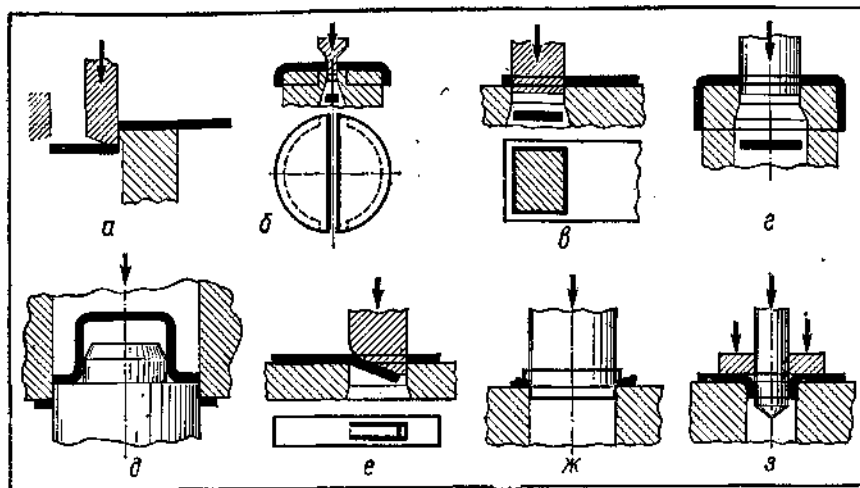


Рис. 1

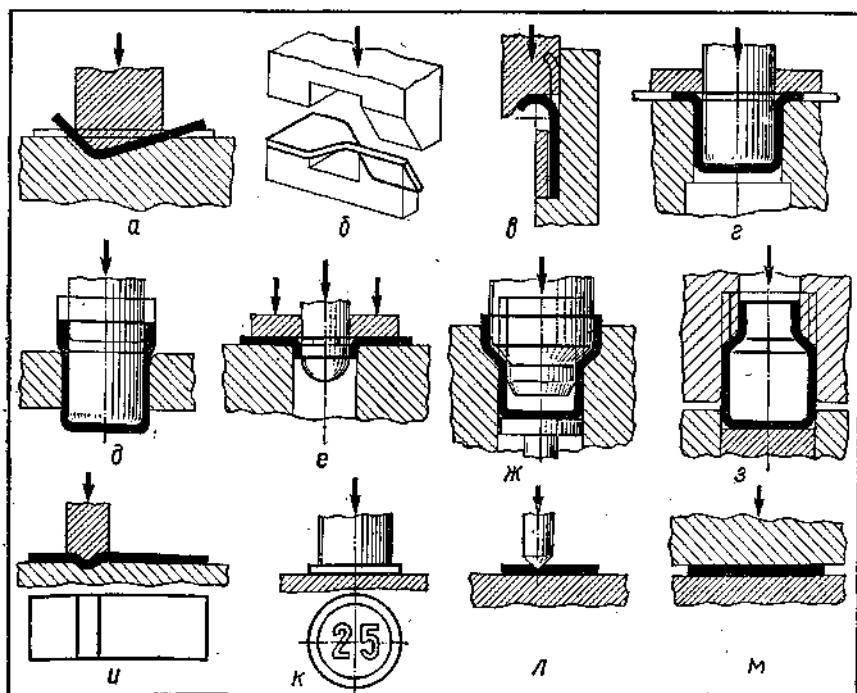


Рис. 2

менения материала. *Проковка* (рис. 1, з) — образование сквозных отверстий в листовой заготовке без удаления материала в отход.

К формоизменяющим относятся следующие основные операции: *гибка* (рис. 2, а) — образование или изменение углов между частями заготовки или придание ей криволинейной формы; *скручивание* (рис. 2, б) — поворот части заготовки вокруг продольной оси; *закатка* (рис. 2, в) — образование закругленных бортов на краях плоской или полый заготовки; *вытяжка* (рис. 2, г) — образование полый заготовки или детали из плоской или полый листовой заготовки; *вытяжка с утонением* (рис. 2, д) — вытяжка с заданным утонением стенок; *отбортовка* (рис. 2, е) — образование борта по внутреннему или наружному контуру листовой заготовки; *раздача* (рис. 2, ж) — увеличение периметра поперечного сечения полый заготовки; *обжим* (рис. 2, з) — уменьшение периметра поперечного сечения полый заготовки; *рельефная формовка* (рис. 2, и) — образование рельефа в листовой заготовке с ее местным деформированием; *рельефная чеканка* (рис. 2, к) — образование рельефных изображений на деформируемом материале; *керновка* (рис. 2, л) — рельефная чеканка точечных углублений; *правка* (рис. 2, м) — устранение искажений формы заготовки путем пластического деформирования.

Законченная часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, которые образуются обработкой, называется технологическим переходом. Применительно к листовой штамповке содержанием перехода является одна штамповочная операция. Поскольку в штампе может выполняться несколько штамповочных операций, осуществляемых последовательно или одновременно, в том и другом случаях одна технологическая операция объединяет (по времени и по содержанию) несколько штамповочных операций — переходов. При выполнении в штампе одной штамповочной операции технологическая операция включает одну штамповочную операцию — переход, совпадая с ней по времени и содержанию.

В результате выполнения штамповочных операций в заготовке образуются различные штампуемые элементы, сочетание которых обеспечивает получение заданных деталей. В практике листовой штамповки наиболее часто используют следующие штампуемые элементы (рис. 3... 10): внутренний прямой угол (рис. 3, а); прямолинейная фаска (рис. 3, б); внутренний прямоугольный паз (рис. 3, в); круглое отверстие (рис. 4, а); прямоугольное или фигурное, близкое к прямоугольному, отверстие (рис. 4, б); дуга 180° (рис. 5); дуга 90° (рис. 6); сгиб (рис. 7); нормальная (а), угловая (б), тарельчатая (в) или глухая (г) отбортовка (рис. 8); выпуклый (а) или вогнутый (б) борт (рис. 9); рифт (рис. 10) и др.

Параметры перечисленных штампуемых элементов, обеспечивающие их технологичность, установлены соответствующими ГОСТами и прочими отраслевыми нормативными материалами (например, ГОСТ 17040—80, ГОСТ 23292—78...ГОСТ 23301—78). Соблюдение конструкторами изделия указанных параметров обеспечивает унификацию элементов деталей и возможность применения универсальной оснастки.

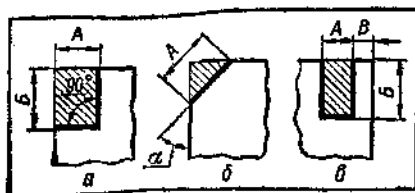


Рис. 3

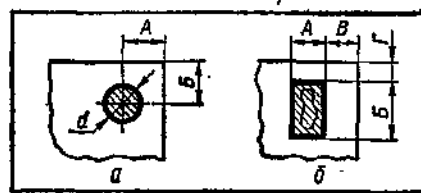


Рис. 4



Рис. 5

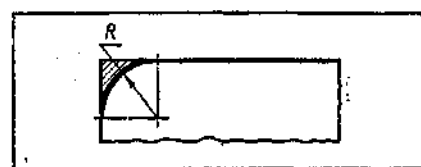


Рис. 6

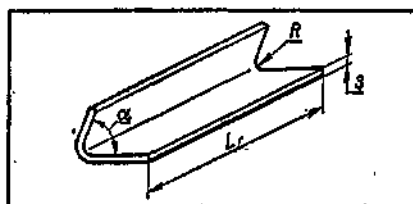


Рис. 7

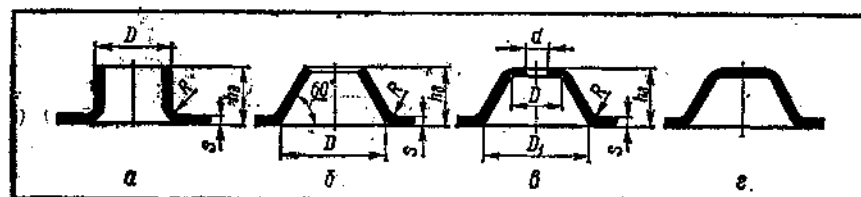


Рис. 8

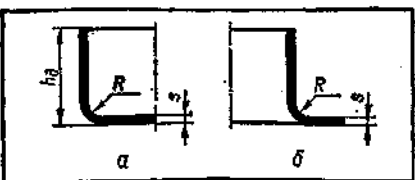


Рис. 9

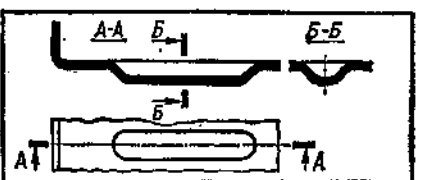


Рис. 10

2. Штампы для листовой штамповки

Штампы листовой штамповки классифицируют по многим признакам, из которых в качестве основных можно выделить следующие: назначения, технологический и универсальности применения. По признаку назначения штампы классифицируют в соответствии с перечисленными выше штамповочными операциями. По технологическому признаку (ГОСТ 15830—75) различают штампы простого, совмещенного и последовательного действия.

Штамп простого действия выполняет одну или несколько одноименных операций в пределах одного шага материала или заготовки за один ход подвижной части штампа (прил. 1, рис. 11, 15, 17). Штамп простого действия может выполнять любую из приведенных на рис. 1 и 2 штамповочных операций.

Штамп совмещенного действия выполняет разноименные операции или переходы в пределах одного шага подачи материала или заготовки за один ход подвижной части штампа (прил. 6, рис. 3). Он выполняет любое сочетание операций, приведенных на рис. 1 и 2.

Штамп последовательного действия выполняет несколько операций или переходов за несколько шагов подачи материала или заготовки и соответствующее число ходов подвижной части штампа (прил. 2, рис. 3).

На рис. 11 показан штамп последовательного действия для вытяжки в ленте и вырубки чашки. К верхней плите 1 прикреплен пуансонодержатель 6, в котором запрессованы пуансоны: первой вытяжки 17, второй — 14, пробивки — 10, вырубки — 8. Все пуансоны тыльным торцом упираются в плиту 7. По пуансонам скользит плита прижима 5, поддерживаемая винтами 18 и осуществляющая прижим (и сьем с пуансонов) ленты под действием пружин 4. На нижней плите 11 закреплена матрица 9, в которой запрессована матрица-вставка 19 и размещены выталкиватели 15 и 12, стремящиеся занять крайнее верхнее положение под действием пружин 16 и 13. Направление верхней части обеспечивается колонками 3 и втулками 2. Лента последовательно подается вперед и в ней производится первая и вторая вытяжка, затем в дне вытянутой детали — пробивка отверстия и последняя операция — вырубка готовой детали.

По универсальности применения установлены понятия специальных, специализированных и универсальных штампов. Специальный — штамп для изготовления только заданной детали и собираемый из сборочных единиц и (или) деталей, используемых только в данном штампе (см. прил. 1, рис. 11, 15, 17; прил. 6, рис. 3; прил. 8, рис. 3). Специализированный — штамп для изготовления только заданной детали и собираемый из сборочных единиц и (или) деталей, используемых в различных штампах. Универсальный — штамп для изготовления одноименных операций, перенастраиваемый для изготовления различных деталей (см. рис. 32, 34).

Перечисленные выше основные признаки классификации являются основой образования терминов для наименования штампов. Термины

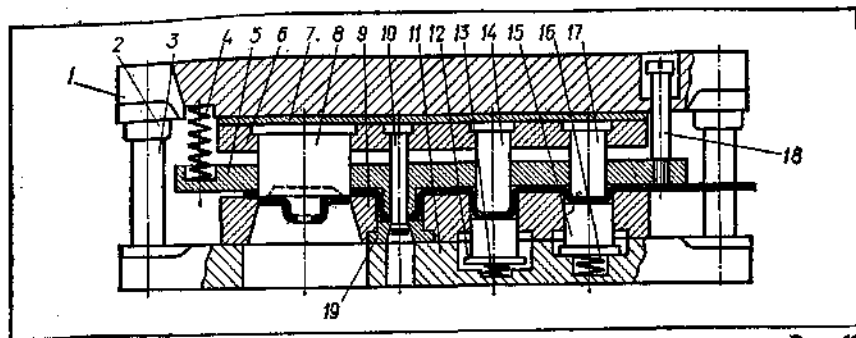


Рис. 11

штампов образуются при помощи выражения «Штамп... для ...». Например, «Штамп простого действия для вырубки», «Штамп совмещенного (последовательного) действия для пробивки, вытяжки и вырубки», «Универсальный штамп для пробивки отверстий». Однако для краткости можно образовывать наименования штампов по следующему принципу: «Штамп для изготовления детали...» (указывается наименование или обозначение детали).

Кроме классификации по основным признакам, предусмотренной ГОСТом, штампы могут быть подразделены на типовые группы по конструктивно-эксплуатационным признакам: по наличию направляющих устройств — с направляющими и без них; по наличию направления пуансонов — на закрытые и открытые; по способу подачи и удаления заготовок — с ручной и автоматической подачей; по способу удаления деталей — с провалом детали через отверстие матрицы, с обратной запрессовкой детали в ленту (полосу) и удалением вместе с ней, с выталкиванием детали на поверхность матрицы штампа и ее удалением вручную, с обратным выталкиванием деталей на поверхность матрицы и последующим их автоматическим удалением; по способу удаления отходов — на штампы с удалением отходов в виде остатков полосы или ленты и в виде разрезанных на несколько частей отходов, с ручным и автоматическим удалением.

3. Раскрой материала

Технологический процесс листовой штамповки включает технологические операции, в результате выполнения которых происходит постепенное преобразование основного материала в готовые изделия (деталь).

Изделие — это единица промышленной продукции, количество которой может исчисляться в штуках или экземплярах. Готовые изделия в листовой штамповке получают в результате выполнения последней штамповочной операции, предусмотренной технологическим процессом (в результате выполнения промежуточных штамповочных операций получают полуфабрикат).

Материал исходной заготовки, т. е. заготовки, поступающей на первую технологическую операцию, называют *основным*. Заготовка —

предмет производства, из которого изменением формы, размеров, качества поверхности изготавливают изделие. Применительно к листовой штамповке основной материал в виде листов, рулонов из черных и цветных металлов раскраивается на полосы, карты и т. п., являющиеся исходными заготовками. Последние поступают к штампу, выполняющему первую технологическую операцию листовой штамповки.

В качестве основного материала для листовой штамповки наиболее широко применяют листы, полосы, ленты, фасонный прокат. При заданных параметрах, вытекающих из конструкции и размеров штампуемой детали (толщины, направления волокон и т. п.) и частично определяющих сортамент основного материала, окончательный его выбор осуществляют на основании экономического анализа возможных вариантов и определения оптимального.

В качестве критерия оптимальности принимается *коэффициент использования материала (%)*

$$K_v = \frac{M_d}{H} 100, \quad (1.1)$$

где M_d — масса готовой детали (принимается по чертежу детали), кг;
 H — норма расхода материала на одну деталь, кг.

Норма расхода

$$H = M/P, \quad (1.2)$$

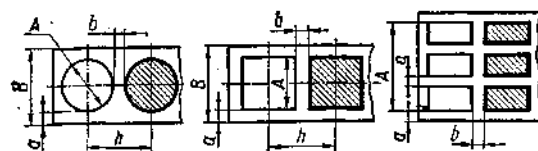
где M — масса единицы основного материала, используемого для штамповки, кг; P — количество деталей, получаемых в результате раскроя единицы основного материала, шт.

Если основным материалом поступает в виде листа, полосы и т. п., то в качестве M принимают массу используемого листа, полосы. Если в цех поступает лента в рулонах, то вести расчет, исходя из массы рулона, нецелесообразно. В качестве величины M принимают массу части ленты, отрезанной от рулона и поступающей на первую технологическую операцию. В данном случае условно принимают, что масса исходной заготовки равна массе основного материала. В условиях автоматической штамповки, когда лента подается в штамп непосредственно из рулона, в качестве величины M может быть принята либо масса рулона, либо, условно, части ленты некоторой длины, принимаемой за единицу.

Количество деталей P определяют графически, аналитически или путем расчета на ЭВМ таким образом, чтобы получить наименьшее значение нормы расхода H . При этом возможны два принципиальных метода поиска оптимального варианта раскроя: 1) технолог располагает возможностью выбора основного материала (листы с различными габаритными размерами, полосы различной ширины при одной и той же толщине и марке материала); 2) технолог ограничен определенными размерами исходного материала и должен найти оптимальный вариант только за счет различного расположения заготовки на плоскости полосы, полосы на плоскости листа и т. д.

Поиск оптимального варианта раскроя и расчет коэффициента использования материала выполняют в такой последовательности. Вначале принимают принципиальное решение о применении безотходного,

Таблица 1. Размеры перемычек $\frac{a}{b}$ при штамповке мягкой стали [18, 20]



Минимальная ширина перемычек при вырубке заготовок, мм

Толщина материала, s	круглых и овальных, диаметром				прямоугольных с наибольшим размером				
	до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 200	св. 200	до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 200	св. 200 до 300	св. 300
До 0,2	$\frac{2,0}{1,5}$	$\frac{2,2}{1,7}$	$\frac{2,5}{2,0}$	$\frac{2,8}{2,2}$	$\frac{2,5}{2,0}$	$\frac{3,0}{2,5}$	$\frac{3,5}{3,0}$	$\frac{4,0}{3,5}$	$\frac{5,0}{3,8}$
Св. 0,2 до 0,5	$\frac{1,5}{1,2}$	$\frac{1,7}{1,4}$	$\frac{1,9}{1,6}$	$\frac{2,2}{1,8}$	$\frac{1,8}{1,5}$	$\frac{2,0}{1,7}$	$\frac{2,5}{2,2}$	$\frac{3,0}{2,7}$	$\frac{4,0}{3,0}$
Св. 0,5 до 1,0	$\frac{1,2}{0,8}$	$\frac{1,4}{1,0}$	$\frac{1,6}{1,2}$	$\frac{1,8}{1,4}$	$\frac{1,5}{1,0}$	$\frac{1,7}{1,2}$	$\frac{2,2}{1,7}$	$\frac{2,7}{2,2}$	$\frac{3,5}{3,0}$
Св. 1,0 до 1,5	$\frac{1,5}{1,1}$	$\frac{1,7}{1,3}$	$\frac{1,9}{1,5}$	$\frac{2,1}{1,7}$	$\frac{1,9}{1,4}$	$\frac{2,1}{1,6}$	$\frac{2,6}{2,1}$	$\frac{3,1}{2,6}$	$\frac{3,5}{3,0}$
Св. 1,5 до 2,0	$\frac{1,9}{1,5}$	$\frac{2,1}{1,7}$	$\frac{2,3}{1,9}$	$\frac{2,5}{2,1}$	$\frac{2,2}{1,7}$	$\frac{2,4}{1,9}$	$\frac{3,0}{2,5}$	$\frac{3,4}{2,9}$	$\frac{4,0}{3,5}$
Св. 2,0 до 2,5	$\frac{2,3}{1,8}$	$\frac{2,5}{2,0}$	$\frac{2,7}{2,2}$	$\frac{2,9}{2,4}$	$\frac{2,6}{2,2}$	$\frac{2,8}{2,4}$	$\frac{3,3}{2,9}$	$\frac{3,8}{3,4}$	$\frac{4,0}{3,5}$
Св. 2,5 до 3,0	$\frac{2,6}{2,1}$	$\frac{2,8}{2,3}$	$\frac{3,0}{2,5}$	$\frac{3,2}{2,7}$	$\frac{3,0}{2,5}$	$\frac{3,2}{2,7}$	$\frac{3,7}{3,2}$	$\frac{4,2}{3,7}$	$\frac{4,5}{4,0}$
Св. 3,0 до 3,5	$\frac{3,0}{2,5}$	$\frac{3,2}{2,7}$	$\frac{3,4}{2,9}$	$\frac{3,6}{3,1}$	$\frac{3,4}{2,9}$	$\frac{3,6}{3,1}$	$\frac{4,1}{3,6}$	$\frac{4,6}{4,1}$	$\frac{5,0}{4,5}$
Св. 3,5 до 4,0	$\frac{3,3}{2,8}$	$\frac{3,5}{3,0}$	$\frac{3,7}{3,2}$	$\frac{3,9}{3,4}$	$\frac{3,7}{3,2}$	$\frac{3,9}{3,4}$	$\frac{4,4}{3,9}$	$\frac{4,9}{4,4}$	$\frac{5,0}{4,5}$
Св. 4,0 до 4,5	$\frac{3,6}{3,1}$	$\frac{3,8}{3,3}$	$\frac{4,0}{3,5}$	$\frac{4,2}{3,7}$	$\frac{4,0}{3,6}$	$\frac{4,2}{3,8}$	$\frac{4,7}{4,3}$	$\frac{5,2}{4,8}$	$\frac{6,0}{5,0}$
Св. 4,5 до 5,0	$\frac{4,0}{3,4}$	$\frac{4,2}{3,6}$	$\frac{4,4}{3,8}$	$\frac{4,6}{4,0}$	$\frac{4,5}{4,0}$	$\frac{4,7}{4,2}$	$\frac{5,2}{4,7}$	$\frac{5,7}{5,2}$	$\frac{6,0}{5,0}$
Св. 5,0 до 6,0	$\frac{4,2}{3,5}$	$\frac{4,5}{3,9}$	$\frac{4,8}{4,2}$	$\frac{5,0}{4,5}$	$\frac{4,5}{4,0}$	$\frac{5,5}{4,5}$	$\frac{5,5}{4,5}$	$\frac{6,0}{5,0}$	$\frac{6,5}{5,5}$
Св. 6,0 до 7,0	$\frac{4,5}{3,6}$	$\frac{5,0}{4,0}$	$\frac{5,5}{4,2}$	$\frac{6,0}{4,5}$	$\frac{4,8}{4,3}$	$\frac{6,0}{5,0}$	$\frac{6,0}{5,0}$	$\frac{6,5}{5,5}$	$\frac{7,0}{6,0}$

Продолжение табл. 1

Толщина материала, s	Минимальная ширина перемычек при вырубке заготовок, мм									
	круглых и овальных, диаметром				прямоугольных с наибольшим размером					
	до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 200	св. 200	до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 200	св. 200 до 300	св. 300	
Св. 7,0 до 8,0	$\frac{5,0}{4,2}$	$\frac{5,5}{4,5}$	$\frac{5,8}{4,8}$	$\frac{6,0}{5,0}$	$\frac{5,3}{4,8}$	$\frac{6,5}{5,5}$	$\frac{7,0}{6,0}$	$\frac{7,8}{6,8}$	$\frac{7,5}{6,5}$	
Св. 8,0 до 9,0	$\frac{5,5}{4,5}$	$\frac{6,0}{5,0}$	$\frac{6,3}{5,2}$	$\frac{6,5}{5,5}$	$\frac{5,8}{5,3}$	$\frac{7,0}{6,0}$	$\frac{7,5}{6,5}$	$\frac{8,0}{7,0}$	$\frac{8,0}{7,0}$	
Св. 9,0 до 10,0	$\frac{6,0}{5,0}$	$\frac{7,0}{6,0}$	$\frac{7,5}{6,5}$	$\frac{8,0}{7,0}$	$\frac{6,3}{5,8}$	$\frac{7,0}{6,0}$	$\frac{7,5}{6,5}$	$\frac{8,0}{7,0}$	$\frac{9,0}{8,0}$	

Примечания: 1. Для других материалов табличные значения перемычек следует умножить на коэффициент:

Для стали средней твердости и твердой	0,8...0,9
Для бронзы катаной и латуни	1,0...1,2
Для дуралюмина	1,0...1,2
Для меди и алюминия	1,2...1,3
Для магниевых сплавов	1,5...2,0
Для титановых сплавов BT1 без подогрева и BT5 с подогревом	1,2...1,3
Для титанового сплава BT5 без подогрева	1,5...2,0
Для мягких неметаллических материалов (кожа, бумага, картон и др.)	1,5...2,0

2. При штамповке из полосы с поворотом значения a и b следует увеличить на 50%. При наличии бокового прижима полосы и точной подачи в штампах с боковыми ножами, а также при автоматической подаче вальцами и клещами допускается применение меньших перемычек по сравнению с табличными на 20%. При вырубке на пластинчатых штампах при $s < 3$ мм значения a и b следует увеличить в 1,5...2 раза.

3. При чистовой вырубке ширина перемычек увеличивается:

Толщина материала	a, мм	b, мм
До 2,0	4,0	3,0
Св. 2,0 до 4,0	6,5	5,0
» 4,0 » 6,0	9,0	7,0
» 6,0 » 8,0	11,5	9,0
» 8,0 » 10,0	14,0	11,0
» 10,0 » 12,0	16,5	13,0

малоотходного раскроя или раскроя с отходами. Данное решение зависит от требуемой точности детали, степени сложности ее формы, толщины материала [15, (24) 25]. После этого, если принято решение о штамповке с отходами, определяют величину перемычек в зависимости от габаритных размеров заготовки, вида и толщины материала (табл. 1, 2). Далее выбирают тип раскроя: прямой, наклонный, встречный, комбинированный. При этом учитывают факторы, определяемые возможностью геометрического размещения заготовок на плоскости полосы и конструктивным исполнением штампа в зависимости от относительного расположения пуансонов, упоров и т. п.

Таблица 2. Размеры перемычек при штамповке слоистых пластиков (в долях толщины материала) [10], мм

Материал	Толщина материала, мм, s	Отверстия						Контуры						крупногабаритные: А × В свыше 100 × 100		
		диаметром 0,8...5		с плавными очертаниями		сложной формы с острыми углами		малогабаритные с плавными очертаниями: мм: А × В до 100×100		малогабаритные с острыми углами: А × В до 100 × 100		а	b		a	b
		b	a	b	a	b	a	b	a							
Гетинаксы Ав, Бв, Гв КТ-1, Т	До 1	2,8...2,7	3,2...3,0	3,0...2,7	3,4...3,2	3,4...3,2	3,5...3,6	2,8...2,6	3,0...2,8	2,8...2,6	3,0...2,8	2,8...2,6	3,2...3,0	3,4	3,6	
	1,1...2,0	1,7...1,5	1,8...1,5	1,7...1,6	1,9...1,7	1,9...1,7	2,0...1,8	1,7...1,5	1,8...1,6	1,7...1,5	1,8...1,6	1,8...1,6	2,0...1,8	2,0	2,2	
	2,0...3,0	1,4...1,2	1,4...1,3	1,3...1,1	1,4...1,2	1,4...1,3	1,5...1,3	1,2...1,1	1,4...1,3	1,2...1,1	1,4...1,3	1,5...1,4	1,6...1,5	1,9	2,0	
Гетинаксы В, Вс, Д Пластик ППТ	До 1	2,7...2,5	3,0...2,8	2,8...2,6	3,1...3,0	3,0...2,7	3,2...3,0	2,6...2,4	2,8...2,7	2,6...2,4	2,8...2,7	2,8...2,5	2,9...2,7	3,0	3,2	
	1,1...2,0	1,5...1,4	1,6...1,4	1,6...1,5	1,7...1,5	1,7...1,5	1,8...1,5	1,5...1,3	1,7...1,4	1,5...1,3	1,7...1,4	1,7...1,5	1,8...1,7	1,8	2,0	
	2,0...3,0	1,2...1,1	1,2...1,1	1,2...1,1	1,4...1,2	1,3...1,2	1,4...1,3	1,3...1,1	1,2...1,1	1,3...1,1	1,2...1,1	1,4...1,2	1,4...1,2	1,6	1,8	
Текстолиты	До 1,5	2,3...1,6	2,4...1,8	2,4...1,7	2,5...1,7	2,5...1,7	2,5...2,0	1,8...1,6	1,8...1,6	1,8...1,6	1,8...1,6	1,8	1,8	1,7	1,8	
	1,5...3,0	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,3	1,5	1,1	1,1	1,1	1,4	1,5	1,6	1,6	
Стеклотекстолиты	До 1,5	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	
	1,5...3,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,3	1,4	1,4	1,4	
Стекловолокниты	До 1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,0	2,2	2,0	2,2	2,0	2,2	2,0	2,2	2,0	2,2	
	1,5...3,0	1,4	1,5	1,8	2,0	1,8	2,0	1,8	2,0	1,8	2,0	1,8	2,0	1,8	2,0	
Штамповка не производится																

Штамповка не производится

Примечание. Обозначения даны в табл. 1.

Таблица 3. Допуски на ширину полос * и лент **, мм

Толщина материала	Ширина полосы				
	до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 150	св. 150 до 220	св. 220 до 300
До 1,0	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Св. 1,0 до 2,0	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
» 2,0 » 3,0	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
» 3,0 » 5,0	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
» 5,0 » 10,0	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0

Продолжение табл. 3

Толщина материала	Ширина ленты					
	Нормальная точность			Повышенная точность		
	до 100	св. 100 до 300	св. 300	до 100	св. 100 до 300	св. 300
До 0,1	0,10	0,15	0,25	0,05	0,08	0,15
Св. 0,1 до 0,63	0,20	0,30	0,40	0,10	0,15	0,25
» 0,63 » 1	0,30	0,40	0,50	0,20	0,25	0,35
» 1 » 3,6	0,40	0,50	0,60	0,30	0,35	0,45

* При разрезке листа на кривошипных (гидравлических) ножницах.

** При разрезке ленты на многодисковых ножницах.

Определив оптимальное расположение заготовки на плоскости полосы (как при штамповке с отходами, так и без отходов), рассчитывают ширину полосы. При этом, если намечено проектировать штамп с боковым прижимом полосы, ее ширину вычисляют по формуле (рис. к табл. 1)

$$B = A + 2a + \delta, \quad (1.3)$$

где δ — допуск на ширину полосы (минусовый).

Если же предполагается проектировать штамп со свободным перемещением полосы между направляющими планками, то ее ширину определяют по формуле:

$$B = A + 2(a + \delta) + c, \quad (1.4)$$

где c — гарантированный зазор между направляющими штампа и полосой при ее наибольшей ширине.

Значение допуска δ для стандартизованных полос и лент принимают по соответствующим ГОСТам на сортамент материалов. При раскрое листа на полосы с применением ножниц допуск δ принимают по табл. 3, гарантированный зазор c по табл. 4.

Расчет ширины полосы при штамповке в штампе с шаговыми ножками следует выполнять по формуле (1.3) и увеличивать ширину полосы дополнительно на величину кромки, обрезаемой ножами. Кромку,

Таблица 4. Значения гарантированного зазора ϵ при штамповке без бокового прижима полосы, мм

Ширина полосы	Для раскроя	
	однорядного	встречного
До 100	0,5...1,0	1,5...2,0
Св. 100	1,0...1,5	2,0...3,0

емых из листа, норму расхода материала и коэффициент его использования.

Указанный выше процесс вычисления коэффициента использования металла может повторяться многократно, пока не будет найден оптимальный вариант раскроя с наибольшим коэффициентом использования материала.

После любого, даже самого выгодного варианта раскроя, остаются отходы листа основного материала, которые можно использовать для штамповки других деталей при таких условиях:

1) деталь, изготавливаемая из отходов, должна принадлежать тому же изделию, которому принадлежит основная деталь. В противном случае при прекращении выпуска основной детали возникает необходимость предусматривать дополнительный расход материала на изготовление изделия, которому принадлежит деталь, ранее изготавливавшаяся из отходов;

2) масса отходов должна соответствовать требуемому количеству материала для обеспечения программы выпуска изготавливаемой из них детали. Для изготовления детали можно использовать отходы от нескольких деталей с учетом обеспечения ее программы.

Если при изготовлении детали А после раскроя листа остается отход массой M_B и используется для изготовления детали Б, то в норме расхода на деталь А он не учитывается и называется «возвратным отходом» («используемым отходом»). В этом случае в формуле (1.2) в числителе ставят разницу $M - M_B$, величину же M_B принимают в качестве исходной для вычисления нормы расхода материала на деталь Б:

$$H_0 = M_B / \Pi_B, \quad (1.5)$$

где H_0 — норма расхода материала отходов на изготовление детали Б; Π_B — количество деталей Б, получаемых из отходов одного листа после его раскроя для детали А.

Для определения обеспеченности деталей Б отходами от детали А вычисляют коэффициент обеспеченности (%)

$$K_{об} = \frac{\Gamma_A \Pi_B}{\Gamma_B \Pi_A} 100, \quad (1.6)$$

обрезаемую одним ножом, принимают равной перемычке a для соответствующих размеров прямоугольной детали.

По рассчитанной ширине полосы определяют количество полос, получаемых из листа с заданными размерами, а по длине полосы и шагу вырубki h — количество заготовок, получаемых из полосы. Затем вычисляют общее количество заготовок Π , получа-

где Γ_A и Γ_B — соответственно годовая программа деталей А и Б; Π_B — количество деталей Б, получаемых из отходов одного листа после его раскроя для детали А; Π_A — количество деталей А, получаемых из одного листа основного материала.

Коэффициент использования отходов (%)

$$K_o = \frac{M_o}{H_0} 100, \quad (1.7)$$

где M_o — масса готовой детали, изготавливаемой из отходов (принимается по чертежу детали).

Кроме коэффициента использования материала вычисляют коэффициент раскроя (%)

$$K_p = \frac{M_k}{M_3} 100, \quad (1.8)$$

где M_3 — масса заготовки для одной детали, вычисляемая как масса прямоугольного участка основного материала со сторонами, которые равны ширине полосы B и шагу штамповки h (см. рис. к табл. 1).

При разработке технологического процесса раскроя и отрезки документов: «Карта технологического процесса раскроя и отрезки заготовок», «Ведомость деталей, изготавливаемых из отходов». При необходимости к ним прилагается карта раскроя. Формы указанных документов установлены соответствующими ГОСТами.

4. Основные технологические расчеты и последовательность штамповочных операций

Основные технологические расчеты, выполняемые при разработке технологического процесса штамповки, включают определение необходимого для выполнения операции технологического усилия, формы и размеров заготовки, формы и размеров промежуточных заготовок (полуфабриката), потребного количества операций и их последовательности.

Разделительные операции. Технологическое усилие, потребное для осуществления штамповочных операций *отрезки, вырубки, пробивки* в штампах, у которых соответствующие режущие грани (ребра) пуансонов и матрицы параллельны между собой, вычисляют по формуле

$$P = \frac{L \sigma_{ср}}{1000}, \quad (1.9)$$

где P — усилие, кН; L — периметр контура вырубки, пробивки, отрезки, мм; s — толщина штампуемого материала, мм; $\sigma_{ср}$ — сопротивление срезу, зависящее от механических свойств металла, относительной толщины заготовки, скорости процесса, зазора, МПа. В практических расчетах принимается по таблицам [24, с. 507—511].

При этом выбор прессы осуществляют исходя из соотношения

$$P_{прессы} \geq 1,25P. \quad (1.10)$$

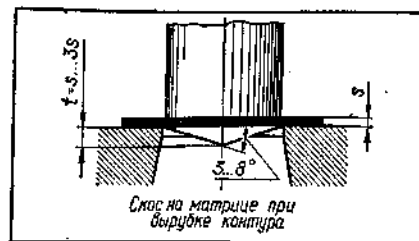


Рис. 12

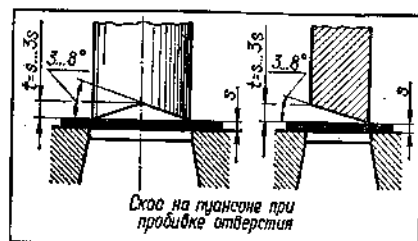


Рис. 13

Если пуансон или матрица имеют скосы ($3...8^\circ$), приводящие к непараллельности их режущих граней (ребер) и снижающие потребное усилие, то это усилие определяют по формуле

$$P_c = (0,4 \dots 0,6) P. \quad (1.11)$$

(Размерность P_c получается аналогично размерности в формуле (1.9).

Значение коэффициента $0,4...0,6$ зависит от высоты скоса t ; при высоте скоса, равной толщине материала, коэффициент принимают $0,6$; при высоте скоса до двух и более толщин материала — $0,4$ (рис. 12, 13).

Усилие снятия отходов (детали) с пуансона, или усилие проталкивания их сквозь матрицу, находят в зависимости от усилия вырубki, пробивки по формуле

$$P_{сн,пр} = PK_{сн,пр}. \quad (1.12)$$

Коэффициенты $K_{сн}$, $K_{пр}$ определяют по табл. 5. Для повышения качества вырубki и пробивки в штампах применяют прижимы. Усилие, которое должен обеспечить прижим, (кН):

$$P_{прж} = \frac{Lsq}{1000}. \quad (1.13)$$

Давление q подставляют в формулу (1.13) в мегапаскалях. В зависимости от толщины материала (стали) оно принимается равным: для толщины до 1 мм — $6...10$ МПа; для толщины $1...2$ мм — $10...15$ МПа; для толщины $2...3$ мм — $15...20$ МПа.

При разработке технологического процесса зачистки (после вырубki, пробивки) рассчитывают слой металла, снимаемый при зачист-

Таблица 5. Коэффициент усилия снятия и проталкивания детали (отхода) после штамповки

Штампуемый материал	$K_{сн}$	$K_{пр}$
Сталь	0,03...0,05	0,02...0,06
Латунь	0,02...0,04	0,02...0,05
Медь	0,015...0,03	0,03...0,07
Алюминий	0,025...0,05	0,03...0,06
Дуралюмин и магниевые сплавы	0,02...0,05	0,02...0,06

Таблица 6. Количество операций зачистки металлических заготовок

Форма контура, подлежащего зачистке	При толщине материала, мм	
	до 3	св. 3 до 5
Круглая или с закруглениями при радиусе закругления, превышающем 5 толщин	1 2...3	2 3...4
Сложная с малыми радиусами закруглений менее 5 толщин	2 3...4	3 4...5

Примечание. В числителе даны значения для мягкого материала, в знаменателе — для твердого.

ке, и потребное усилие. Для первой операции зачистки снимаемый слой (на сторону) [мм]

$$T = Y + Z/2, \quad (1.14)$$

где Y — припуск на сторону для выполнения зачистки; Z — двусторонний зазор между пуансоном и матрицей при вырубке (пробивке), предшествующей зачистке.

Величину Y принимают равной $0,08...0,15$ мм в зависимости от сложности контура. При многократной зачистке суммарный снимаемый слой (на сторону) [мм]

$$T = Y (0,7n + 0,3) + Z/2, \quad (1.15)$$

где n — количество операций зачистки, которое определяют по табл. 6.

При зачистке заготовок из гетинакса и текстолита принимают (мм)

$$Y = (0,1 \dots 0,25) s. \quad (1.16)$$

При зачистке заготовок из титановых сплавов (мм)

$$Y = (0,1 \dots 0,15) s. \quad (1.17)$$

Усилие, потребное для зачистки, определяют по формуле (кН)

$$P = \frac{L(T + 0,1sN)\sigma_{ср}}{1000}, \quad (1.18)$$

где N — количество деталей, находящихся одновременно в матрице; $\sigma_{ср}$ — сопротивление срезу, МПа.

При зачистке обжатием усилие рассчитывают по формуле (кН)

$$P = \frac{qF}{1000}, \quad (1.19)$$

где q — давление (для мягкой стали $q = 350...500$ МПа; для стали средней твердости $q = 500...750$ МПа); F — площадь заготовки, подвергаемая обжатию, мм².

При выполнении операций *чистовой вырубki*, *чистовой пробивки*, *чистовой отрезки* в штампах с вдавливанием клиновидного ребра

Таблица 7. Усилие вдавливания клиновидного ребра, кН; на 1 мм [24]

Материал	При толщине материала					
	2	4	6	8	10	12
Алюминий	0,25	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Дуралюмин	0,70	1,2	1,4	2,0	2,7	3,2
Малоуглеродистая сталь	1,00	1,6	2,0	2,8	3,6	4,2
Низкоуглеродистая сталь	1,50	2,4	3,0	4,0	5,2	6,4
Нержавеющая сталь	2,00	3,5	4,0	5,0	6,5	8,4

в зоне разделения металла суммарное технологическое усилие чистовой вырубки находят по формуле

$$P_{\text{ч.в}} = P + P_{\text{вд}} + P_{\text{прж.}} \quad (1.20)$$

Усилие разделения материала P вычисляют по формуле (1.9), в которую подставляют значение $\sigma_{\text{ср}}$, определяемое по формуле В. П. Романовского:

$$\sigma_{\text{ср}} = \left(p \frac{s}{e} + 0,75 \right) \sigma_{\text{в}}, \quad (1.21)$$

где p — параметр, принимаемый в зависимости от отношения зазора между пуансоном и матрицей к толщине материала s : при изменении указанного отношения от 0,005 до 0,02 значения p изменяются в пределах от 3,0 до 2,5 соответственно; s — толщина штампуемого материала, мм; e — размер пробиваемого паза, отверстия, мм; $\sigma_{\text{в}}$ — предел прочности материала на разрыв, МПа.

Усилие вдавливания клиновидного ребра $P_{\text{вд}}$ можно определить с учетом данных табл. 7.

Усилие прижима (противодавления) $P_{\text{прж}}$ определяют по формуле (1.19), в которую подставляют: F — площадь штампуемой детали, мм²; q — давление, равное 30...70 МПа.

Работу операции находят для определения запаса энергии, которой должен располагать пресс, осуществляющий вырубку, пробивку, отрезку. Приведенное в паспорте прессы значение технологической работы, которую пресс способен выполнить за один рабочий ход, должно обязательно превышать величину необходимой работы операции.

Работа операции A_p , кДж, необходимая для выполнения разделительных операций,

$$A_p = P_{\text{ср}} \frac{h_p}{1000}, \quad (1.22)$$

где $P_{\text{ср}}$ — усредненное усилие операции, кН; h_p — рабочий ход пуансона, осуществляющего вырубку, пробивку, отрезку, мм.

Усредненное усилие $P_{\text{ср}}$ для отрезки, вырубки, пробивки составляет (в долях от усилия P) для мягкой стали, алюминия, меди при толщине материала 1...2 мм, 70...60%; для стали средней твердости $P_{\text{ср}} = 60...65\%$; для твердой стали $P_{\text{ср}} = 50...35\%$. При увеличении толщины материала до 4 мм $P_{\text{ср}}$ снижается еще на 5...10% и при

Таблица 8. Значения коэффициентов K_r и X при гибке

R/s	K_r	X	R/s	K_r	X
0,1	0,70	0,323	1,5	0,31	0,441
0,2	0,66	0,340	2,0	0,25	0,455
0,25	0,60	0,348	3,0	0,20	0,463
0,3	0,56	0,356	4,0	0,15	0,469
0,4	0,54	0,367	5,0	0,13	0,477
0,5	0,50	0,379	6,0	0,11	0,480
0,6	0,48	0,389	7,0	0,10	0,485
0,7	0,43	0,400	8,0	0,09	0,490
0,8	0,43	0,418	9,0	0,08	0,495
1,0	0,38	0,421	10 и		
1,2	0,34	0,426	более	0,08	0,500

дальнейшем возрастании толщины материала свыше 4 мм — еще на 5...10% соответственно.

Рабочий ход h_p пуансона при выполнении разделительных операций в штампах с параллельными режущими ребрами пуансона и матрицы равен толщине материала s . При непараллельных режущих гранях (ребрах)

$$h_p = s + t. \quad (1.23)$$

При чистовых разделительных операциях к значению работы A_p , вычисляемой по формуле (1.22), следует прибавить значения работы вдавливания клиновидного ребра $A_{\text{вд}}$ и работы прижима (противодавления) $A_{\text{прж}}$ (кДж):

$$A_{\text{вд}} \approx 0,5 \frac{P_{\text{вд}} h_{\text{кр}}}{1000}; \quad (1.24)$$

$$A_{\text{прж}} \approx \frac{P_{\text{прж}} s}{1000}, \quad (1.25)$$

где $h_{\text{кр}}$ — высота клиновидного ребра.

Гибка. При разработке технологических процессов формоизменяющих операций наряду с необходимым технологическим усилием определяют: размеры заготовки; ее форму; количество штамповочных операций, необходимых для получения готового изделия; форму и размеры заготовок после выполнения промежуточных операций. Иногда при требуемом относительно большом рабочем ходе возникает необходимость расчета работы деформации.

Усилие гибки (кН)

$$P_g = \frac{L_r s K_r \sigma_{\text{в}}}{1000}, \quad (1.26)$$

где L_r — длина (суммарная) линий сгиба (рис. 7), мм (при П-образном изгибе в качестве суммарной длины линии сгиба принимают $2L_r$ и т. д.); K_r — коэффициент, зависящий от отношения радиуса R сгиба к толщине материала (рис. 7); определяется по табл. 8. При гибке с прижимом общее усилие (кН)

$$P_{\text{общ}} = 1,3 P_g. \quad (1.27)$$

При гибке с калибровкой

$$P_r = \frac{qF}{1000}, \quad (1.28)$$

где F — площадь проекции калибруемой поверхности на плоскость, перпендикулярную к направлению действия силы P , мм².

Давление калибровки (МПа) принимают: для алюминия $q = 30 \dots 60$, для латуни $q = 60 \dots 100$, для мягкой стали $q = 80 \dots 120$, для стали средней твердости $q = 100 \dots 150$.

Длину развертки при гибке вычисляют по длине нейтральной линии, которая расположена на расстоянии от внутренней поверхности сгиба (рис. 14),

$$a_0 = sX. \quad (1.29)$$

Коэффициент X определяют по табл. 8.

Длина нейтральной линии (мм)

$$L_s = \sum l + \sum \frac{\pi \alpha}{180^\circ} R_0, \quad (1.30)$$

где $\sum l$ — сумма длин прямых участков (l_1 , l_2 и т. д.), которая определяется по размерам, заданным в чертеже детали;

$\sum \frac{\pi \alpha}{180^\circ} R_0$ — сумма длин участков закруглений (l_0 , l'_0 и т. д.), расчетный радиус которых

$$R_0 = R + a_0. \quad (1.31)$$

Вытяжка. В общем случае усилие вытяжки (кН)

$$P_s = \frac{L_s s K \sigma_s}{1000}, \quad (1.32)$$

где L_s — периметр сечения вытягиваемой детали в плоскости, перпендикулярной к направлению вытяжки. Для круговых деталей $L_s = \pi d$, мм (рис. 15); для некруговых деталей L_s определяется в зависимости от формы сечения (рис. 16); K — коэффициент, определяемый по табл. 9...12.

Усилие вытяжки круговой цилиндрической детали с утонением стенок находят по формуле (кН)

$$P_s = \frac{\pi d_n (s_{n-1} - s_n) \sigma_s K_y}{1000}, \quad (1.33)$$

где d_n — наружный диаметр детали после n -й операции вытяжки, мм; s_{n-1} , s_n — толщина стенок после $n-1$ -й и n -й операций вытяжки, мм; K_y — коэффициент, учитывающий характер напряженного состояния вытяжки с утонением: 1,8...2,25 — для стали и 1,6...1,8 — для латуни.

Полное усилие с прижимом* (кН)

$$P = P_s + P_{\text{прж}}, \quad (1.34)$$

* Необходимость прижима находят в зависимости от соотношения геометрических размеров вытяжки (см. ниже), в свою очередь определяющих условия (опасность) образования складок.

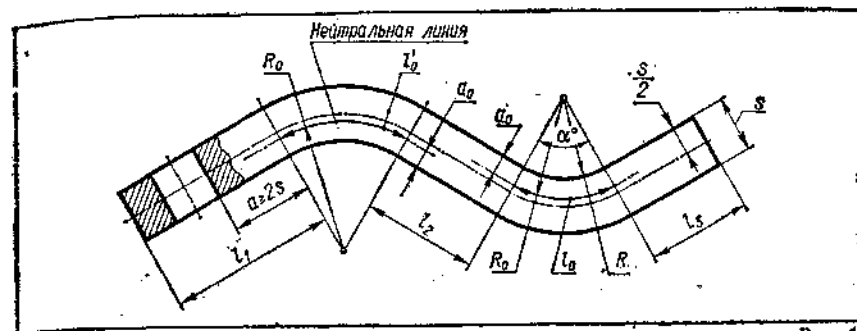


Рис. 14

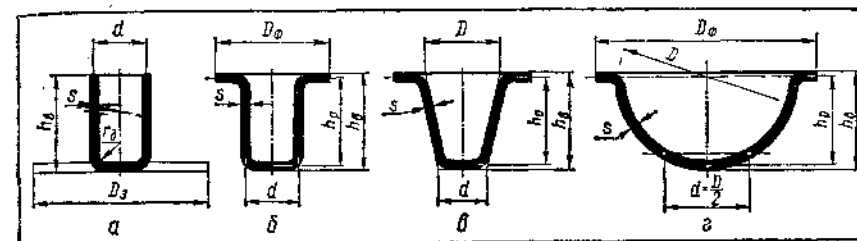


Рис. 15

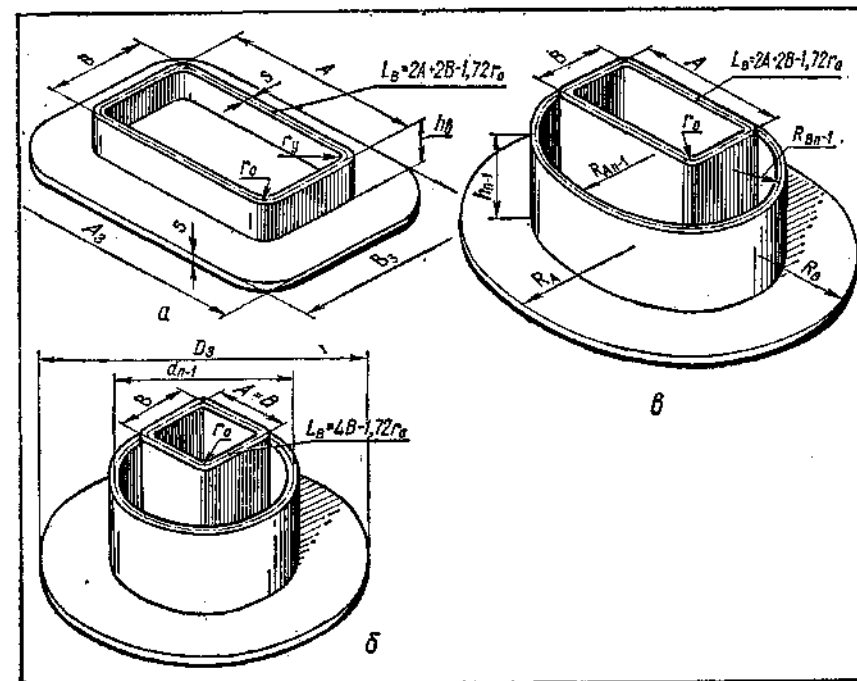


Рис. 16

Таблица 9. Значения коэффициента K для вытяжки из сталей 08...10 цилиндрических деталей (рис. 15, а) [24]

$\frac{s}{D_3} 100$	Коэффициент вытяжки *								
	0,45	0,48	0,50	0,52	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
5,0	0,95	0,85	0,75	0,65	0,60	0,50	0,43	0,35	0,28
2,0	1,10	1,00	0,90	0,80	0,75	0,60	0,50	0,42	0,35
1,2		1,10	1,00	0,90	0,80	0,68	0,56	0,47	0,37
0,8			1,10	1,00	0,90	0,75	0,60	0,50	0,40
0,5				1,10	1,00	0,82	0,67	0,55	0,45
0,2	Область обрывов детали при вытяжке				1,10	0,90	0,75	0,60	0,50
0,1						1,10	0,90	0,75	0,60

Продолжение табл. 9

$\frac{s}{d_{n-1}} 100$, не более	Коэффициент вытяжки **								
	0,70	0,72	0,75	0,78	0,80	0,82	0,85	0,88	0,90
11,0	0,85	0,70	0,60	0,50	0,42	0,32	0,28	0,20	0,15
4,0	1,10	0,90	0,75	0,60	0,52	0,42	0,32	0,25	0,20
2,5		1,10	0,90	0,75	0,62	0,52	0,42	0,30	0,25
1,5			1,00	0,82	0,70	0,57	0,46	0,35	0,27
0,9	Область обрывов детали при вытяжке		1,10	0,90	0,76	0,63	0,50	0,40	0,30
0,3				1,00	0,85	0,70	0,56	0,44	0,33
0,15				1,10	1,00	0,82	0,68	0,55	0,40

* Для первой вытяжки.

** Для второй и последующих вытяжек.

D_3 — диаметр плоской заготовки;

d_{n-1} — диаметр вытяжки, предшествующей той, для которой вычисляется усилие (по средней линии).

Усилие прижима (кН)

$$P_{\text{прж}} = \frac{q_{\text{прж}} F_{\text{прж}}}{1000}, \quad (1.35)$$

где $q_{\text{прж}}$ — давление прижима, МПа; $F_{\text{прж}}$ — прижимаемая площадь заготовки, мм².

Давление прижима $q_{\text{прж}} = 0,8...4,5$ МПа в зависимости от материала.

Таблица 10. Значения коэффициента K для вытяжки из сталей 08...10 цилиндрических (рис. 15, б), конических (рис. 15, в) и сферических (рис. 15, г) деталей с широким фланцем [24]

$\frac{D_{\phi}}{d}$	Коэффициент вытяжки									
	0,35	0,38	0,40	0,42	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
	х)	хх)	х)	хх)	х)	хх)	х)	хх)	х)	хх)
3,0	1,0	1,1	0,9	1,0	0,83	0,95	0,75	0,87	0,68	0,78
2,8	1,1		1,0	0,95	0,83	0,95	0,75	0,87	0,68	0,78
2,5			1,1	1,0	0,90	1,00	0,75	0,87	0,68	0,78
2,2				1,10	1,00	0,90	0,75	0,87	0,68	0,78
2,0					1,10	0,95	0,80	0,65	0,50	0,40
1,8						1,10	0,90	0,75	0,60	0,50
1,5							1,00	0,85	0,70	0,60
1,3								1,00	0,85	0,75

Примечания: 1. х) — Цилиндрические детали с широким фланцем, а также конические и сферические детали с широким фланцем при их вытяжке в штампах без перетяжных ребер.

2. хх) — Конические и сферические детали при вытяжке в штампах с перетяжными ребрами.

3. Принято: $\frac{s}{D_3} 100 = 0,6...2,0$ для всех значений K .

4. D_{ϕ} — диаметр фланца детали.

Таблица 11. Значения коэффициента K для вытяжки из сталей 08...10 за одну операцию низких прямоугольных (овальных) коробок (рис. 16, а) [24]

$\frac{h_a}{B}$	$\frac{s}{D_3} 100$	r_0/B				
		0,3	0,2	0,15	0,10	0,05
2...1,5	1,20	0,8	—	—	—	—
	1,00	0,7	0,8	—	—	—
	0,90	0,6	0,7	0,8	—	—
	0,75	0,5	0,6	0,7	0,8	—
	0,60	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
	0,40	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
1,5...1,0	1,10	0,8	—	—	—	—
	0,95	0,7	0,8	—	—	—
	0,85	0,6	0,7	0,8	—	—
	0,70	0,5	0,6	0,7	0,8	—
	0,55	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
	0,35	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
1,0...0,5	1,00	0,8	—	—	—	—
	0,90	0,7	0,8	—	—	—
	0,76	0,6	0,7	0,8	—	—
	0,65	0,5	0,6	0,7	0,8	—
	0,50	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
	0,30	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
0,5...0,2	0,90	0,8	—	—	—	—
	0,85	0,7	0,8	—	—	—
	0,70	0,6	0,7	0,8	—	—
	0,60	0,5	0,6	0,7	0,8	—
	0,45	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7

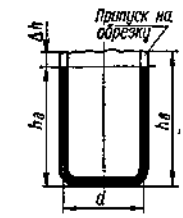
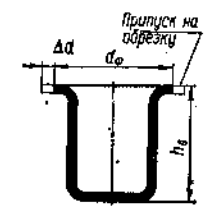
Примечание. D_3 — условный диаметр плоской заготовки; $D_3 = 1,13 \sqrt{F_d}$, где F_d — площадь поверхности вытягиваемой коробки.

Таблица 12. Значения коэффициента K для последней вытяжки из сталей 08...15 высоких квадратных и прямоугольных коробок из предварительно вытянутых полых цилиндрических (рис. 16, б) и овальных (16, в) заготовок [24]

$\frac{s}{D_3} 100$ при вытяжке из плоской заго- товки	$\frac{s}{d_{n-1}} 100$		r_0/B				
	при однократ- ной предвари- тельной вытяжке	при двух- кратной пред- варительной вытяжке	0,3	0,2	0,15	0,1	0,05
2,0	4,0	5,5	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80
1,2	2,5	3,0	0,50	0,60	0,75	0,80	1,00
0,8	1,5	2,0	0,55	0,65	0,80	0,90	1,10
0,5	0,9	1,1	0,60	0,75	0,90	1,00	—

Примечание. Для прямоугольных коробок принимать: $D_3 = 1,13 \sqrt{F_d}$, где F_d — площадь поверхности вытягиваемой коробки; $d_{n-1} = 2R_{Bn-1}$.

Таблица 13. Припуски на обрезку, мм

									
h_d	Припуск Δh в зависимости от h_d/d				d_ϕ	Припуск Δd в зависимости от d_ϕ/d			
	0,5... 0,8	0,8... 1,6	1,6... 2,5	2,5... 4,0		до 1,5	1,5... 2,0	2... 2,5	2,5... 3,0
До 10	1,5	1,8	2,3	3,0	До 25	2,5	2,2	2,0	1,5
Св. 10 до 20	2,2	3,0	3,7	4,5	Св. 25 до 50	4,0	3,0	2,5	2,5
» 20 » 50	3,5	4,5	6,0	7,0	» 50 » 100	5,0	4,5	3,7	3,0
» 50 » 100	5,0	6,5	8,5	10,0	» 100 » 150	6,0	5,0	4,0	3,5
» 100 » 150	6,5	8,0	10,5	12,0	» 150 » 200	7,0	6,0	5,0	4,0
» 150 » 200	7,5	9,0	12,0	15,0	» 200 » 250	8,0	7,0	5,5	4,2
» 200 » 250	9,0	11,0	13,5	16,0	» 250 » 300	9,0	7,5	6,0	4,5
» 250 » 300	10,0	13,0	15,0	18,0					

Примечание. Для прямоугольных коробок в качестве d принимается меньший размер коробки по средней линии, в качестве d_ϕ — меньший размер фланца. При этом припуск, определенный по таблице, должен быть умножен на коэффициент 0,85.

Работа A_v , необходимая для выполнения вытяжки, (кДж)

$$A_v = \frac{(0,6 \dots 0,8) P_v h_v}{1000}, \quad (1.36)$$

где P_v — усилие вытяжки, кН; h_v — глубина вытяжки, мм.

Если работа прижима не равна нулю, то полную работу операции вытяжки с прижимом (кДж) определяют по формуле:

$$A_0 = \frac{[(0,6 \dots 0,8) P_v + P_{прж}] h_v}{1000}. \quad (1.37)$$

При этом предполагается, что $P_{прж} = \text{const}$.

Расчет размеров заготовки производят с учетом припуска на обрезку, который определяют в зависимости от размеров деталей: по табл. 13 — для цилиндрических деталей или по формуле

$$\Delta h = 0,75 \sqrt{h_d}$$

для прямоугольных коробок.

Заготовка для детали — тела вращения — представляет собой круг. Диаметр круглой заготовки определяют для вытяжки:

а) без утонения стенки (при условии неизменности площади поверхности) по формуле

$$D_3 = 1,13 \sqrt{F_d}, \quad (1.38)$$

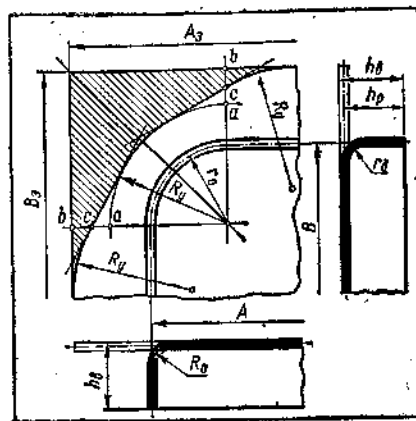


Рис. 17

где F_d — площадь поверхности готовой детали с учетом припуска на обрезку, вычисляемая по средней линии детали;

б) с утонением стенки (при условии неизменности объема металла) по формуле

$$D_s = 1,13 \sqrt{V_d/s}, \quad (1.39)$$

где V_d — объем металла детали, мм^3 ; s — толщина заготовки, мм .

Форму и размеры заготовки для вытяжки прямоугольных коробок определять значительно труднее. Существует несколько методик расчета размеров заготовки, однако практически во всех случаях требуется опытное уточнение результатов расчета.

Форма заготовки для прямоугольных коробок зависит от относительной высоты коробки h_p/B , где B — меньший габаритный размер

заготовки, однако практически во всех случаях требуется опытное уточнение результатов расчета.

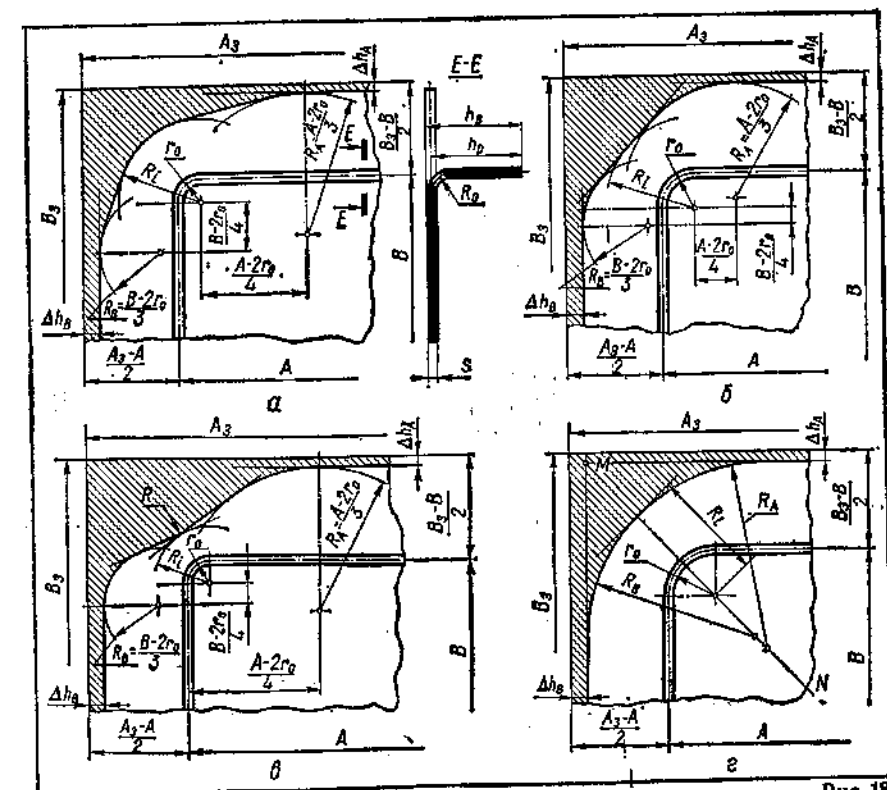


Рис. 18

в плане; h_p — расчетная высота детали (с учетом припуска на обрезку).

При $h_p/B \leq 0,3$ углы прямоугольной заготовки для вытяжки коробки имеют форму, показанную на рис. 17. Размеры заготовки определяют по формулам:

$$A_s = A + 2h_p - 0,86R_0; \quad (1.40)$$

$$B_s = B + 2h_p - 0,86R_0; \quad (1.41)$$

$$R_y = \sqrt{r_0^2 + 2r_0(h_p - 0,43R_0)}. \quad (1.42)$$

Из центра O проводят дугу радиуса R_y и находят точки a . Затем отрезки ab делят точками c пополам и из точек c проводят касательные к дуге радиуса R_y . После этого касательные сопрягают с прямыми, образующими контур заготовки $A_s \times B_s$, дугами радиуса R_y .

При $0,3 < h_p/B < 0,7$ углы прямоугольной заготовки имеют одну из форм, показанных на рис. 18, а, б, в, г. Теоретические размеры заготовки определяют по формулам (1.40), (1.41) и (1.42). Затем находят действительные размеры заготовки. Для этого вычисляют радиус R_i и уменьшение габаритов заготовки Δh_A и Δh_B :

$$R_i = R_y K_R, \quad (1.43)$$

где

$$K_R = 0,074 \frac{R_y}{2r_0} + 0,982, \quad (1.44)$$

$$\Delta h_A = \frac{R_y^2}{A - 2r_0} K_A, \quad (1.45)$$

$$\Delta h_B = \frac{R_y^2}{B - 2r_0} K_B. \quad (1.46)$$

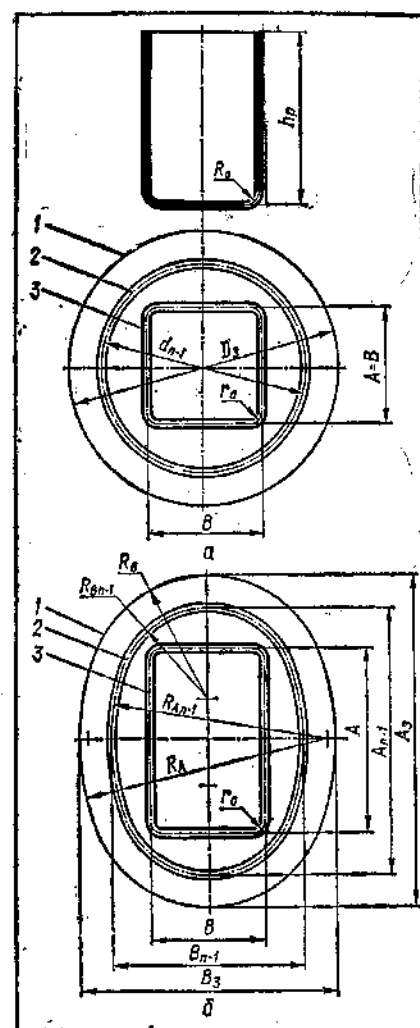


Рис. 19

Коэффициент K_A и K_B определяют по формуле:

$$K_A = K_B = 0,785 (K_R^2 - 1). \quad (1.47)$$

По вычисленным параметрам выполняют построение угла заготовки. Наиболее общий случай указанного построения показан на рис. 18, а: дуга радиуса R_i соединяется с дугами радиусов R_A и R_B двумя касательными прямыми линиями.

В частном случае указанные касательные могут совпасть (рис. 18, б). Возможен вариант такого взаимного расположения дуг, при котором касательные должны быть соединены между собой дополнительной дугой радиуса R (рис. 18, в). Возможен случай, показанный на рис. 18, г: центры дуг радиуса R_A и R_B располагаются на прямой MN , проходящей через центр закругления O . Дуга радиуса R_i превращается в точку касания дуг радиуса R_A и R_B .

При $h_p/B > 0,7$ для квадратной коробки заготовка имеет форму круга (рис. 19, а, где 1 — заготовка; 2 — предпоследний полуфабрикат; 3 — готовая деталь), диаметр которого

$$D_s = 1,13 \sqrt{B^2 - 0,86r_0^2 + 4(B - 0,43r_0)(h_p - 0,43R_0)}. \quad (1.48)$$

При этом же соотношении h_p/B для прямоугольной коробки (рис. 19, б, где 1 — заготовка; 2 — предпоследний полуфабрикат; 3 — готовая деталь) можно принять заготовку по форме овала с размерами:

$$A_s = \sqrt{1,27F_d + 0,5A_f^2}; \quad (1.49)$$

$$B_s = \sqrt{1,27F_d - 0,5A_f^2}; \quad (1.50)$$

$$R_B = \frac{0,707B_s}{\sqrt{(A_s/B_s)^2 + 1}}; \quad (1.51)$$

$$R_A = \frac{0,25(A_s^2 + B_s^2) - A_s R_B}{B_s - 2R_B}. \quad (1.52)$$

В указанные формулы подставляют величины: F_d — суммарную площадь поверхности вытягиваемой детали, A_f — фокусное расстояние эллипса с осями, равными осям овала,

$$A_f = \sqrt{(A - B)(A + B - 0,86r_0)}. \quad (1.53)$$

Форму и размеры заготовок для вытяжки деталей, представляющих сложные геометрические поверхности, определяют путем разбиения этих поверхностей на элементарные части с последующим нахождением формы и размеров определенных участков заготовки. В этих случаях опытное уточнение заготовки обязательно.

Количество операций вытяжки цилиндрических деталей может быть ориентировочно определено в зависимости от параметров готовой детали по табл. 14 и 15.

Таблица 14. Количество операций вытяжки цилиндрических деталей без фланца (сталь марок 08; 10)

h_p/d	Количество операций
0,6	1
1,4	2
2,5	3
4,0	4
7,0	5
12,0	6

Таблица 15. Количество операций вытяжки цилиндрических деталей с фланцем (сталь марок 08; 10)

h_p/d	При D_f/d		
	1,5	2,0	3,0
0,5	1	2	3
1,0	2	3	4
2,0	3	4	5

Таблица 16. Количество операций многооперационной вытяжки высоких прямоугольных коробок [13]

$\frac{L}{1,3\sqrt{F_d}} 100$	$\frac{L}{3,55\sqrt{F_d}}$					
Св. 0,08 до 0,15	0,25...0,29	0,29...0,33	0,33...0,38	0,38...0,45	0,45...0,55	0,55
» 0,15 » 0,3	0,22...0,26	0,26...0,30	0,30...0,35	0,35...0,42	0,42...0,52	0,52
» 0,3 » 0,6	0,20...0,23	0,23...0,27	0,27...0,32	0,32...0,40	0,40...0,50	0,50
» 0,6 » 1,0	0,18...0,21	0,21...0,25	0,25...0,30	0,30...0,38	0,38...0,48	0,48
» 1,0 » 1,5	0,16...0,19	0,19...0,23	0,23...0,28	0,28...0,35	0,35...0,46	0,46
» 1,5 » 2,0	0,14...0,17	0,17...0,21	0,21...0,26	0,26...0,33	0,33...0,44	0,44
Требуемое количество операций (не менее)	7	6	5	4	3	2

Таблица 17. Значения коэффициента K_1 для вытяжки прямоугольных коробок за одну операцию [13]

A/B	При $\frac{L}{B} 100$		
	св. 0,3 до 0,6	св. 0,6 до 1,0	св. 1,0 до 1,5
1,0	0,56	0,63	0,70
1,2	0,60	0,67	0,75
1,5	0,64	0,71	0,80
2,0	0,72	0,81	0,90
2,5	0,76	0,85	0,95
3,0	0,80	0,90	1,00

Таблица 18. Значения коэффициента K_2 для вытяжки прямоугольных коробок с широким фланцем за одну операцию [24]

$\frac{S}{B_s} 100$	Материал	
	алюминий	сталь 10, 15
Св. 0,2 до 0,5	0,50...0,55	0,45...0,50
» 0,5 » 1,0	0,55...0,60	0,50...0,55
» 1,0 » 1,5	0,60...0,65	0,55...0,60
» 1,5 » 2,0	0,65...0,70	0,60...0,65

Наибольшую высоту прямоугольной коробки, которую можно вытянуть за одну операцию при условии $h_p/r_0 \leq 10$, определяют по формуле

$$h_p^{\max} = K_1 B. \quad (1.54)$$

Коэффициент K_1 находят по табл. 17. Если h_p окажется меньше требуемой высоты, то вытяжка прямоугольной коробки осуществляется за несколько операций. Число операций при этом находят по табл. 16 в зависимости от относительной толщины заготовки и коэффициента вытяжки, определяемого как отношение $\frac{L}{3,55 \sqrt{F_d}}$, где L — периметр сечения вытягиваемой детали (см. рис. 16).

Вытяжка *прямоугольных коробок с широким фланцем*, как правило, выполняется за одну операцию. При этом наибольшую высоту коробки вычисляют по формуле

$$h_p^{\max} = K_2 B, \quad (1.55)$$

коэффициент K_2 определяют по табл. 18.

При *вытяжке* деталей с *утонением стенок* количество операций находят исходя из допустимого утонения стенок за одну операцию, равного для латуни — 0,55, алюминия — 0,60, стали глубокой вытяжки — 0,65, стали средней твердости — 0,75.

Промежуточные размеры полуфабриката при вытяжке определяют исходя из допустимых коэффициентов вытяжки.

Коэффициенты вытяжки с прижимом *круглых цилиндрических деталей без фланца* находят по табл. 19.

Диаметр полуфабриката после первой вытяжки

$$d_1 = m_1 D_3. \quad (1.56)$$

Диаметр полуфабриката после второй, третьей и последующих вытяжек определяют по формулам:

$$d_2 = m_2 d_1; \quad d_3 = m_3 d_2; \quad \dots, \quad d_n = m_n d_{n-1}. \quad (1.57)$$

Высоту детали после каждой вытяжки определяют исходя из условия неизменности площади поверхности детали и полуфабрикатов [24, табл. 49].

Вытяжку *круглых цилиндрических деталей* можно производить и без прижима при следующих условиях: для первой вытяжки

$$D_3 - d_1 < 25s; \quad (1.58)$$

для второй и последующих вытяжек

$$\frac{s}{d_{n-1}} 100 > 1,5. \quad (1.59)$$

Коэффициенты первой вытяжки для *цилиндрических деталей с фланцем* находят по табл. 20. Диаметр первой вытяжки

$$d_1 = m_1 D_3. \quad (1.60)$$

Таблица 19. Значения коэффициента вытяжки с прижимом цилиндрических деталей без фланца [24]

$\frac{s}{D_3} 100$	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5
Св. 0,06 до 0,2	0,60...0,58	0,80...0,78	0,82...0,80	0,84...0,82	0,86...0,84
» 0,2 » 0,5	0,58...0,56	0,78...0,76	0,80...0,78	0,82...0,80	0,84...0,82
» 0,5 » 1,0	0,56...0,53	0,76...0,74	0,78...0,76	0,80...0,78	0,82...0,80
» 1,0 » 1,5	0,53...0,50	0,74...0,72	0,76...0,74	0,78...0,76	0,80...0,78
» 1,5 » 2,0	0,50...0,46	0,72...0,70	0,74...0,72	0,76...0,74	0,78...0,76

Примечание. Данные относятся к стали глубокой вытяжки и мягкой латуни. Для менее пластичных материалов коэффициенты увеличиваются на 1,5...2,0%.

Наибольшая высота вытяжки с фланцем, которую можно выполнить за первую операцию,

$$h_1 = K_1 d_1. \quad (1.61)$$

Коэффициент K_1 определяют по табл. 20.

Первую вытяжку с фланцем необходимо выполнить таким образом, чтобы при последующих вытяжках диаметр фланца D_f не изменялся (рис. 20).

Коэффициенты для второй, третьей и последующих вытяжек не отличаются от таких же коэффициентов при вытяжке без фланца и принимаются по табл. 19. При этом

$$d_2 = m_2 d_1; \quad d_3 = m_3 d_2; \quad \dots, \quad d_n = m_n d_{n-1}. \quad (1.62)$$

Высоту детали после каждой вытяжки находят исходя из условия неизменности площади поверхности детали и полуфабрикатов.

При *вытяжке прямоугольных коробок*, которые не могут быть получены за одну операцию, форму и размеры промежуточного полу-

Таблица 20. Наименьшие значения коэффициентов m_1 и K_1 для цилиндрических деталей с фланцем [24]

D_f/d_1	При $\frac{s}{D_3} 100$									
	св. 0,06 до 0,2		св. 0,2 до 0,5		св. 0,5 до 1,0		св. 1,0 до 1,5		св. 1,5 до 2,0	
	m_1	K_1	m_1	K_1	m_1	K_1	m_1	K_1	m_1	K_1
До 1,1	0,59	0,48	0,57	0,56	0,55	0,63	0,53	0,66	0,50	0,82
Св. 1,1 до 1,3	0,55	0,43	0,54	0,49	0,53	0,55	0,57	0,59	0,49	0,72
» 1,3 » 1,5	0,52	0,38	0,51	0,44	0,50	0,49	0,49	0,56	0,47	0,64
» 1,5 » 1,8	0,48	0,32	0,48	0,36	0,47	0,40	0,46	0,48	0,45	0,53
» 1,8 » 2,0	0,45	0,27	0,45	0,31	0,44	0,35	0,43	0,41	0,42	0,46
» 2,0 » 2,2	0,42	0,24	0,42	0,27	0,42	0,30	0,41	0,35	0,40	0,40
» 2,2 » 2,5	0,38	0,19	0,38	0,21	0,38	0,24	0,38	0,28	0,37	0,31
» 2,5 » 2,8	0,35	0,14	0,35	0,16	0,34	0,19	0,34	0,21	0,33	0,24

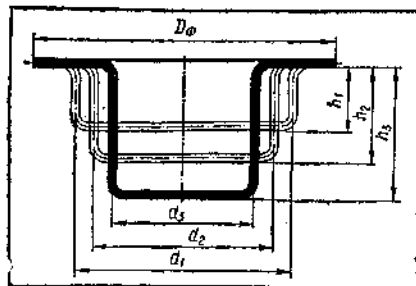


Рис. 20

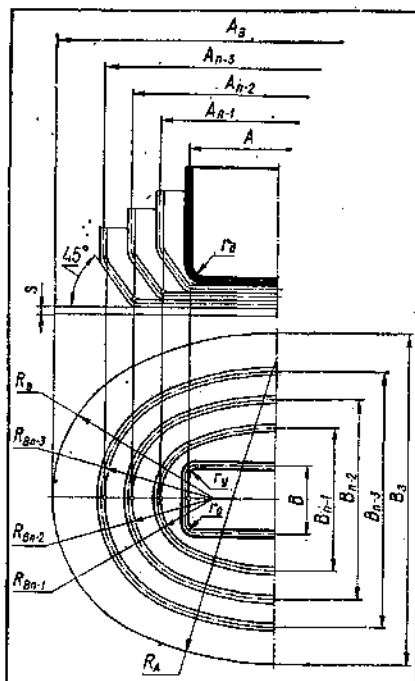


Рис. 21

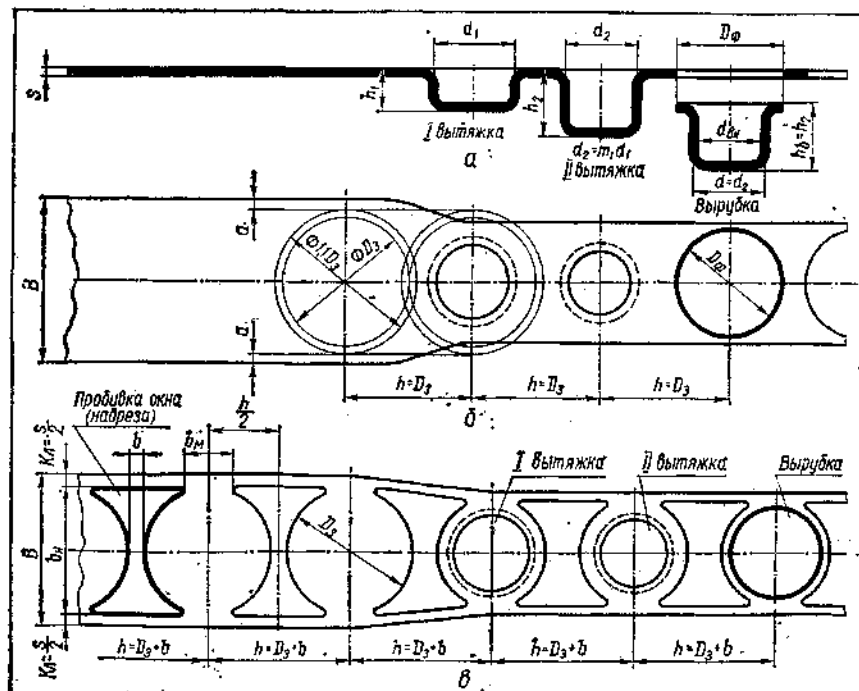


Рис. 22

Таблица 21. Коэффициенты вытяжки овальных коробок

$\frac{1}{1,13} \sqrt{\frac{F}{F_d}} \cdot 100$	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5
Св. 0,15 до 0,30	0,6	0,80	0,82	0,85	0,89
» 0,3 » 0,6	0,58	0,79	0,81	0,84	0,88
» 0,6 » 1,0	0,55	0,78	0,80	0,83	0,87
» 1,0 » 1,5	0,53	0,76	0,79	0,82	0,86
» 1,5 » 2,0	0,50	0,75	0,78	0,80	0,84

фабриката определяют на основании формы и размеров готовой детали следующим образом.

Для квадратной коробки (рис. 16, б; рис. 19, а), если $r_0 \geq 0,1 \sqrt{h_p B}$, предпоследний полуфабрикат имеет в сечении форму круга, диаметр которого

$$d_{n-1} = 1,41 (B - 0,38 r_0). \quad (1.63)$$

Высоту этого полуфабриката определяют, как для обычного кругового цилиндра, исходя из условия неизменности площади поверхности квадратной коробки и данного полуфабриката. На основании диаметра и высоты предпоследнего полуфабриката и диаметра круглой заготовки, вычисленной по формуле (1.48), находят количество операций вытяжки и размеры промежуточных полуфабрикатов, как для вытяжки обычных круговых цилиндрических деталей.

Для прямоугольной коробки (рис. 16, в; рис. 19, б) предпоследний полуфабрикат при $r_0 \geq 0,1 \sqrt{h_p B^*}$ имеет в сечении форму овала с размерами:

$$A_{n-1} = A - B + 2R_{B_{n-1}}; \quad (1.64)$$

$$R_{B_{n-1}} = 0,707B - 0,26r_0; \quad (1.65)$$

$$B_{n-1} = \sqrt{A_{n-1}^2 - A_f^2} \quad (1.66)$$

[A_f определяют по формуле (1.53)];

$$R_{A_{n-1}} = \frac{0,25 (A_{n-1}^2 + B_{n-1}^2) - A_{n-1} R_{B_{n-1}}}{B_{n-1} - 2R_{B_{n-1}}}. \quad (1.67)$$

При этом высота вытяжки на предпоследней операции

$$h_{n-1} = 0,86 h_p. \quad (1.68)$$

На основании вычисленных выше размеров предпоследнего полуфабриката и заготовки, размеры которой определены по формулам (1.49), (1.50), (1.51), (1.52) и (1.53), находят размеры промежуточных полуфабрикатов с учетом предельных коэффициентов вытяжки

* Если $r_0 < 0,1 \sqrt{h_p B}$, то предпоследний полуфабрикат для вытяжки квадратной коробки должен иметь форму квадрата с выгнутыми сторонами, а для вытяжки прямоугольной коробки — форму прямоугольника с выгнутыми сторонами.

Таблица 22. Коэффициенты вытяжки в ленте

Материал	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6
Латунь	0,68	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90
Сталь 08, 10,						
Алюминий	0,72	0,85	0,87	0,90	0,92	0,95

(табл. 21). При этом размеры каждого из промежуточных полуфабрикатов — овальных коробок — определяют по формулам:

$$A_{n-2} = A_{n-1} + B_{n-1} \frac{1 - m_{n-1}}{m_{n-1}}; \quad (1.69)$$

$$B_{n-2} = B_{n-1} + A_{n-1} \frac{1 - m_{n-1}}{m_{n-1}}; \quad (1.70)$$

$$R_{B_{n-2}} = \frac{0,707 B_{n-2}}{\sqrt{(A_{n-2}/B_{n-2})^2 + 1}}; \quad (1.71)$$

$$R_{A_{n-2}} = \frac{0,25 (A_{n-2}^2 + B_{n-2}^2) - A_{n-2} R_{B_{n-2}}}{B_{n-2} - 2 R_{B_{n-2}}}; \quad (1.72)$$

$$h_{n-2} = \frac{1,27 F_d - 0,25 (A_{n-2} + B_{n-2})^2}{2 (A_{n-2} + B_{n-2})} + 2s. \quad (1.73)$$

Для улучшения условий деформирования контур дна предпоследнего полуфабриката должен соответствовать контуру дна готовой детали. Сопряжение боковых стенок и дна остальных переходов следует выполнять, как показано на рис. 21.

Вытяжка в ленте может осуществляться при условии (рис. 22, а):

$$h_b/d_{вн} < 1,0; \quad D_{ф}/d_{вн} < 1,2. \quad (1.74)$$

Количество переходов и их размеры определяют в зависимости от коэффициента вытяжки (табл. 22). Диаметр заготовки D_s (условный) вычисляют, как для обычной вытяжки круговой цилиндрической детали, а ширину полосы определяют по формуле (рис. 22, б):

$$B = 1,1 D_s + 2a, \quad (1.75)$$

где a — боковая перемычка, принимается в зависимости от D_s (если $D_s \leq 10$ мм, то $a = 1...1,5$ мм; если $D_s = 10...30$ мм, то $a = 1,5...2,0$ мм; если $D_s > 30$ мм, то $a = 2...2,5$ мм).

После определения количества переходов и соответствующих коэффициентов вытяжки находят общий коэффициент вытяжки

$$m_{общ} = m_1 m_2 \dots m_n = d/D_s. \quad (1.76)$$

Если $m_{общ} > m_{пред}$, то в ленте предварительно должны пробиваться технологические окна (надрезы).

Предельный коэффициент вытяжки $m_{пред}$ для толщины материала менее 1,2 мм для стали марок 08кп и 10кп равен 0,4; для алюминиевого сплава АМцА-М — 0,38, для латуни Л62, Л68 — 0,35. При материале толщиной св. 1,2 до 2,0 мм $m_{пред}$ соответственно равен 0,32; 0,30; 0,29.

Форму технологических окон выбирают исходя из формы штампуемой детали [24, рис. 114; 13, рис. 76; 15, рис. 396].

Условный диаметр заготовки D_s при вытяжке с надрезом увеличивают в 1,05...1,07 раза, ширину надреза вычисляют по формуле (рис. 22, в):

$$b_n = (1,04...1,10) D_s. \quad (1.77)$$

При этом значение 1,04 принимают для толщины 2 мм, значение 1,10 — для толщины 0,2...0,8 мм.

Ширина ленты

$$B = b_n + K_n s. \quad (1.78)$$

Коэффициент K_n определяют по табл. 23.

Шаг подачи при вытяжке с надрезом

$$h = D_s + b. \quad (1.79)$$

Ширина перемычки надреза b принимается равной 2...3 мм. Ширина мостика между надрезами

$$b_m = (0,1...0,2) D_s. \quad (1.80)$$

Коэффициенты вытяжки в ленте с надрезами уменьшаются по сравнению с приведенными в табл. 22 на 5...7%.

Отбортовка. Технологическое усилие (кН), требуемое для отбортовки круглым цилиндрическим пуансоном, определяют по формуле (рис. 23, а):

$$P = \frac{1,1 \sigma_T (D_0 - d_0)}{1000}, \quad (1.81)$$

где σ_T — предел текучести штампуемого материала, МПа.

Размер отверстия под отбортовку в зависимости от заданных размеров D_0 и h_d определяют по формуле:

$$d_0 = D_0 + 0,8r - 2h_d - 0,6s. \quad (1.82)$$

Из этой же формулы можно найти наибольшее значение высоты отбортовки h_d , которое получают при заданных размерах d_0 и D_0 .

Отношение диаметров отверстий до и после отбортовки представляет собой коэффициент отбортовки

$$K_{отб} = d_0/D_0. \quad (1.83)$$

* $m_{пред}$ — наибольший коэффициент вытяжки, при котором вытяжка в ленте осуществляется без надрезов.

Таблица 23. Значение коэффициента K_n

Толщина ленты, мм	K_n
0,2...0,3	15
0,4...0,5	10
0,6...0,8	7
0,9...1,2	5
1,3...1,5	4
1,6...2,0	3

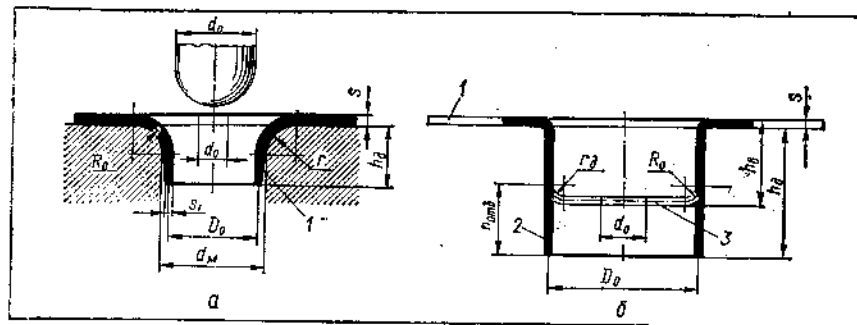


Рис. 23

который не должен превышать значений, приведенных в табл. 24. В результате отбортовки материал у торца борта утоняется. Толщина материала у торца

$$s_1 = s \sqrt{K_{отб}} \quad (1.84)$$

Отбортовка может осуществляться за несколько операций с промежуточным отжигом. Тогда коэффициент повторной отбортовки увеличивается по сравнению с приведенным в табл. 24 на 15...20%.

Отбортовку можно производить после предварительной вытяжки (рис. 23, б, где 1 — заготовка; 2 — отбортовка; 3 — вытяжка), что позволяет увеличить общую высоту борта до

$$h_d = \frac{D_0 - d_0}{2} - 1,7s - 0,4r_d + h_b, \quad (1.85)$$

где h_b — глубина предварительной вытяжки.

Для отбортовки мелких отверстий под нарезание резьбы диаметр отверстия, которое необходимо предварительно пробить, определяют из соотношения

$$d_0/d_1 \approx 0,45, \quad (1.86)$$

где d_1 — внутренний диаметр резьбы.

При этом высота отбортовки

$$h_d = (1 \dots 1,5) s. \quad (1.87)$$

Таблица 24. Значения коэффициента отбортовки $K_{отб}$

Материал	$K_{отб}$
Жесть белая	0,65...0,70
Сталь мягкая ($s = 0,25 \dots 2$ мм)	0,68...0,72
То же ($s = 3 \dots 6$ мм)	0,75...0,78
Латунь ($s = 0,5 \dots 6$ мм)	0,62...0,68
Алюминий ($s = 0,5 \dots 5$ мм)	0,64...0,70
Титановый сплав ВТ1 в холодном состоянии	0,55...0,68
То же при 300...400°С	0,45...0,60
То же ВТ5 в холодном состоянии	0,75...0,90
То же при 500...600°С	0,55...0,70

Таблица 25. Давление формовки, чеканки, правки, МПа

Операция	q
Рельефная формовка деталей: из материала Д16АМ	40...50
из стали средней твердости	50...60
Правка плоскости точечными или вафельными штампами:	
плоская	80...100
пространственная	150...200
Плоская чеканка латунных деталей	200...500
Чеканка рисунка на латуни	800...900
Плоская чеканка стали	500...800
Чеканка рисунка на стали	2000...2500
Чеканка двустороннего рисунка на стали	2500...3000
	и более

Рельефная формовка, рельефная чеканка, правка. Технологическое усилие (кН) при выполнении операций рельефной формовки, рельефной чеканки и правки определяют по формуле

$$P = \frac{qF}{1000}, \quad (1.88)$$

где q — давление, определяемое по табл. 25; F — площадь поверхности детали (заготовки), подверженной формовке, чеканке, правке в плоскости, перпендикулярной к направлению действия силы, мм².

Расчеты размеров заготовки, полуфабрикатов, количества переходов при выполнении рельефной формовки, рельефной чеканки и правки, как правило, не требуются.

5. Технологичность деталей

Под технологичностью понимают соответствие параметров данной детали возможностям операций листовой штамповки, которые должны быть применены при ее изготовлении.

Обеспечение технологичности детали (изделия) — важная функция технологической подготовки производства.

Единой системой технологической подготовки производства предусматривается выполнение (на уровне предприятия) технологического контроля конструкторской документации: оцениваются уровни технологичности; отрабатываются конструкции изделия (детали) на технологичность; вносятся необходимые изменения в конструкцию, обеспечивающие повышение ее технологичности, т. е. параметры детали приводятся в соответствие с возможностями штамповочных операций.

В качестве основных показателей технологичности деталей установлены уровни технологичности по трудоемкости и технологической себестоимости. В процессе отработки деталей на технологичность необходимо стремиться к максимальному снижению указанных показателей, изменяя элементы конструкции деталей, в результате чего

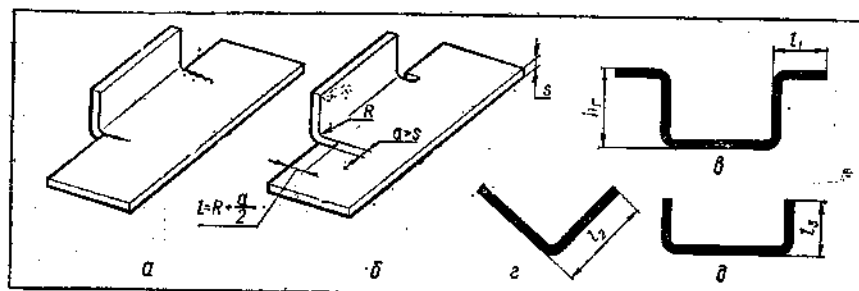


Рис. 24

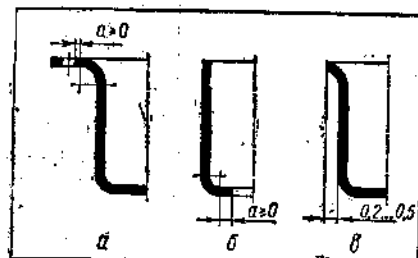


Рис. 25

которыми технолог может осуществить технологический контроль деталей. Эти критерии определяют критические параметры деталей, отклонение от которых приводит к завышению трудоемкости штамповки, росту сложности и стоимости штампов и т. д.

В процессе технологического контроля наряду с критериями технологичности штампуемых деталей должны учитываться требования конструкции изделия. Критерии технологичности, позволяющие снизить трудоемкость и себестоимость штамповки, можно рассматривать в качестве определяющих, если они не входят в противоречие с требованиями конструкции. Степень эффективности технологического контроля определяется умелым сочетанием критериев технологичности с требованиями конструкции.

В табл. 26...36 приведены некоторые наиболее важные оптимальные критерии технологичности деталей, изготавливаемых методами листовой штамповки. Технологичность деталей, кроме данных в таблицах, определяется также условиями выполнения отдельных элементов. Так, при гибке, чтобы предотвратить искривление формы отверстий, расположенных вблизи линии сгиба, расстояние a от края отверстия до начала закругления следует принимать более двух толщин (см. рис. 14). Если данное условие неприемлемо, то, чтобы предотвратить искривление формы отверстия на поверхности сгиба, необходимо предусматривать технологическое отверстие.

При штамповке деталей с отогнутыми выступами должны соблюдаться условия, приведенные на рис. 24: трещины и надрывы в местах гибки (а) исключаются при введении специальных технологических вырезов (б).

достигается наименьшее количество операций, максимальное упрощение штампов и т. п. (См. соответствующие государственные стандарты Единой системы технологической подготовки производства).

Практика листовой штамповки дает основание для установления определенных критериев технологичности деталей, руководствуясь

Таблица 26. Наименьшие радиусы сопряжения прямолинейных участков плоских деталей (в долях от толщины штампуемого материала)

Угол между прямолинейными участками	Контур детали			
	наружный		внутренний	
90°	0,25 *	0,1 **	0,35 *	0,08 **
90°	0,5 *	0,2 **	0,6 *	0,1 **

* При обычной штамповке.

** При чистовой штамповке.

Таблица 27. Наименьшие размеры отверстий (диаметр, ширина), пробиваемых в штампах без специальных направляющих устройств для пуансонов * (в долях от толщины материала детали)

Материал	Форма отверстия			
	круглая	квадратная	прямоугольная	овальная
Сталь:				
нержавеющая	1,50	1,40	1,20	1,10
твердая	1,20	1,10	0,90	0,80
мягкая	1,00	0,90	0,70	0,60
Латунь, медь	0,80	0,70	0,60	0,55
Текстолит, гетинакс	0,40	0,35	0,30	0,30
Магниеые сплавы (при 260° С)	0,25	0,45	0,35	0,30

* При чистовой штамповке достигнимо $d = (0,5...0,7) s$.

Таблица 28. Наименьшие расстояния между пробиваемыми отверстиями e и между краем отверстия и краем плоской детали e_0 (в долях от толщины материала детали)

Форма края детали	e	e_0
Для круглого отверстия		
Прямолинейная	1,0	1,0
Криволинейная вогнутая по направлению к отверстию	1,0	0,7
Для прямоугольного отверстия		
Прямолинейная	1,2	0,9
Криволинейная вогнутая по направлению к отверстию	1,2	0,8
Криволинейная выпуклая по направлению от отверстия	1,2	0,9

Таблица 29. Отклонения размеров контура плоских деталей после операций «вырубка», «отрезка», «разрезка», «обрезка», мм

Толщина материала	Размер детали			
	до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 260	св. 260 до 500
Св. 0,2 до 0,5	$\pm 0,10$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$
» 0,5 » 1,0	$\pm 0,15$	$\pm 0,20$	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$
» 1,0 » 2,0	$\pm 0,20$	$\pm 0,30$	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$
» 2,0 » 3,0	$\pm 0,30$	$\pm 0,40$	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$
» 3,0 » 4,0	$\pm 0,40$	$\pm 0,50$	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$
» 4,0 » 5,0	$\pm 0,50$	$\pm 0,60$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$

Примечание. Применением после вырубки операции зачистки можно достичь точности контура в пределах: при толщине до 1 мм — 0,01...0,015 мм; при толщине 1...3 мм — 0,025...0,03 мм; при толщине 3...5 мм — 0,035...0,04 мм.

Таблица 30. Отклонения размеров деталей после операций «пробивка», «надрезка», мм

Толщина материала	Диаметр отверстия			Межосевое расстояние			Расстояние от базовой поверхности до центра отверстия			
	до 10	св. 10 до 50	св. 50 до 100	до 120	св. 120 до 220	св. 220 до 360	до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 220	св. 220 до 360
До 2	+0,06	+0,08	+0,10	$\pm 0,15$	$\pm 0,20$	$\pm 0,25$	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$	$\pm 0,7$	$\pm 0,8$
Св. 2 до 4	+0,08	+0,10	+0,12	$\pm 0,20$	$\pm 0,25$	$\pm 0,30$	$\pm 0,6$	$\pm 0,7$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$
Св. 4	+0,10	+0,12	+0,14	$\pm 0,25$	$\pm 0,30$	$\pm 0,40$	$\pm 0,7$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$

Примечание. Применением после пробивки операции зачистки можно достичь точности размера отверстия 0,01...0,04 мм.

Таблица 31. Точность чистовой штамповки [18]

Толщина материала, мм	Допуск на размеры штампуемой детали			Допуск на расстояние между отверстиями при пробивке, мм
	при вырубке наружного контура из любых материалов	при пробивке отверстий в материале с пределом прочности σ_B , МПа		
		до 500	св. 500	
До 2,0	IT8	IT7	IT7—IT8	$\pm 0,015$
Св. 2,0 до 4,0	IT8	IT7	IT8	$\pm 0,020$
» 4,0 » 5,0	IT8	IT7—IT8	IT8	$\pm 0,030$
» 5,0 » 6,0	IT8	IT8	IT8	$\pm 0,030$
» 6,0 » 12,0	IT8	IT8	IT8	$\pm 0,030$

Таблица 32. Шероховатость поверхности среза после разделительных операций [18], мкм, по ГОСТ 2789—73

Характер операции	При толщине материала, мм				
	до 1,0	1—2	2—3	3—4	4—5
Вырубка, пробивка и другие операции, выполняемые с применением обычных штампов	10...20	20...40	40...80	80...160	160...320
Чистовая вырубка, пробивка, отрезка	0,4...1,6				
Зачистка после вырубки, пробивки	0,63...1,25				

Таблица 33. Наименьшие значения относительного радиуса сгиба R/s (рис. 14)

Материал	В отожженном состоянии	В наклепанном состоянии		
	Линия сгиба перпендикулярна направлению волокон проката	Линия сгиба параллельна направлению волокон проката	Линия сгиба перпендикулярна направлению волокон проката	Линия сгиба перпендикулярна направлению волокон проката
Алюминий	—	—	0,8	0,3
Медь	2,0	1,0	—	—
Латунь мягкая	—	0,2	0,8	0,4
Стали 05; 08кп	—	—	0,5	0,2
Ст2	—	0,4	0,8	0,4
Сталь 15, 20, Ст3	0,1	0,5	0,8	0,4
Сталь 25, 30, Ст4	0,2	0,6	1,0	0,5
Сталь 35, 40, Ст5	0,3	0,8	1,2	0,6
Сталь 45, 50, Ст6	0,5	1,0	1,5	0,8
Бронза, пружинная сталь	3,0	—	—	4,0
Сталь 55, 60, сталь У7	0,7	1,3	1,7	1,0
Сталь нержавеющая	—	—	6,5	2,5
Дуралюмин мягкий	1,0	1,5	2,5	1,5
Дуралюмин твердый	2,0	3,0	4,0	3,0

Таблица 34. Ориентировочные значения отклонений размеров деталей после гибки (рис. 24, в, г, д)

Толщина материала	L_1	L_2	L_3	L_4
До 1	$\pm 0,7$	$\pm 0,5$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$
Св. 1 до 2	$\pm 1,0$	$\pm 0,7$	$\pm 0,4$	$\pm 0,6$
» 2 » 3	$\pm 1,2$	$\pm 1,0$	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$
» 3 » 4	$\pm 1,5$	$\pm 1,2$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$
» 4 » 6	$\pm 2,0$	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$

Таблица 35. Наименьшие значения радиусов сопряжений элементов деталей, изготовляемых вытяжкой, в долях толщины металла детали

Место закругления	Круговые цилиндрические детали	Прямоугольные корбки
Между вертикальной стенкой и дном	1,0	1,5
Между боковыми стенками	—	3,0
Между фланцем и вертикальной стенкой	2,0	3,0

Таблица 36. Ориентировочные значения отклонений размеров деталей после вытяжки, мм

Толщина материала	Отклонение высоты при ее размере						Отклонения любого размера диаметра (ширины) детали
	до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 260
До 1	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$
Св. 1 до 2	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$	$\pm 0,7$	$\pm 0,9$	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$
» 2 » 4	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$	$\pm 0,7$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,4$	$\pm 1,6$
» 4 » 6	$\pm 0,6$	$\pm 0,7$	$\pm 0,8$	$\pm 0,9$	$\pm 1,1$	$\pm 1,6$	$\pm 1,8$

Поля допусков по $h11$ и $H11$
СТ СЭВ 144—75

При конструировании деталей, изготавливаемых вытяжкой, следует учитывать условия: если во фланце детали расположены отверстия, то кромка отверстия должна находиться за пределами криволинейной поверхности (рис. 25, а). То же относится к отверстиям, расположенным в дне детали (рис. 25, б). Чтобы торец детали был плоским после операции «обрезка» и не имел заостренных кромок, по контуру следует оставлять буртик 0,2...0,5 мм (рис. 25, в).

Особое значение с точки зрения технологичности имеет система простановки размеров на чертежах штампуемых деталей. В качестве общих в данном случае должны учитываться по возможности следующие правила:

1) конструкторская база любого элемента детали должна быть выбрана таким образом, чтобы ее можно было использовать в качестве технологической;

2) для всех элементов детали, штамповка которых осуществляется в одном штампе, должна быть выбрана одна конструкторская база (для установления размеров одного направления), принимаемая при базировании в штампе в качестве опорной базы;

3) выбор конструкторских баз и простановку размеров следует осуществлять таким образом, чтобы максимальное количество элементов детали можно было штамповать на стадии изготовления заготовки до гибки, вытяжки и т. д.

Детальный анализ возможных вариантов технологического процесса штамповки, сопоставление его результатов с конструктивными требованиями позволяет устанавливать условия технологичности в каждом конкретном случае (с учетом приведенных выше общих критериев и правил).

Глава 2

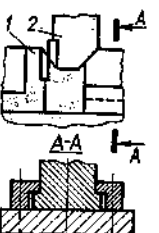
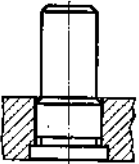
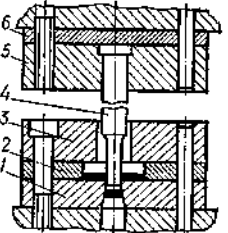
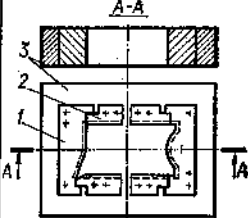
КОНСТРУИРОВАНИЕ ШТАМПОВ

6. Основные элементы штампов

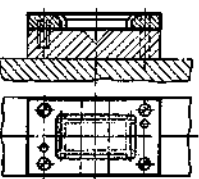
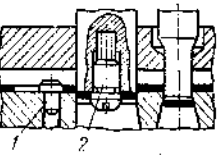
Штамп — технологическая оснастка для обработки давлением, под воздействием которого заготовка приобретает форму и размеры, соответствующие поверхности или контуру рабочих органов штампа. Он содержит нижнюю часть, прикрепляемую к неподвижному (нижне-

Таблица 37. Основные узлы и детали штампов

№ п/п	Наименование	Назначение	Эскиз
1	Блок с диагональным расположением направляющих узлов	—	
2	Блок с осевым расположением направляющих узлов	—	
3	Блок с задним расположением направляющих узлов	—	
4	Блок с четырьмя направляющими узлами	—	
5	Узел направляющий	Узел для совмещения частей штампа при их перемещении друг относительно друга	—
6	Узел направляющий цилиндрический	Направляющий узел с цилиндрической поверхностью	—
7	Узел направляющий цилиндрический скольжения	—	
8	Узел направляющий цилиндрический качения	—	

№ п/п	Наименование	Назначение	Эскиз
9	Узел направляющий плоский	Направляющий узел с одной или с несколькими плоскими направляющими поверхностями	
10	Плита нижняя	—	См. рис. п. 1, поз. 4*
11	Плита верхняя	—	См. рис. п. 1, поз. 1
12	Колонка направляющая	Деталь цилиндрического направляющего узла, имеющая внешнюю направляющую поверхность	См. рис. п. 1, поз. 3 и рис. п. 7, поз. 1
13	Втулка направляющая	Деталь цилиндрического направляющего узла, имеющая внутреннюю направляющую поверхность	См. рис. п. 1, поз. 2 и рис. п. 7, поз. 2
14	Хвостовик	Для центрирования и (или) крепления подвижной части блока (штампа) к ползуну пресса	
15	Матрица	Рабочий орган штампа, охватывающий материал в процессе его формоизменения или разделения. (Если охватывание материала не происходит, то матрицей является неподвижный рабочий орган штампа) (см. рис. п. 15, поз. 1)	
16	Матрица секционная	Матрица с двумя или более секциями	

* Здесь и далее ссылки даны на рисунки, к пунктам настоящей таблицы.

№ п/п	Наименование	Назначение	Эскиз
17	Секция матрицы	—	См. рис. п. 16, поз. 1, 2
18	Пуансон	Рабочий орган штампа, охватываемый штампуемым материалом в процессе его формоизменения или разделения. (Если охватывание материалом не происходит, то пуансоном является подвижный рабочий орган штампа)	См. рис. п. 15, поз. 4
19	Пуансон секционный	Аналогично п. 16 и 17	—
20	Секция пуансона	То же	—
21	Пуансон-матрица	Рабочий орган штампа, имеющий признаки пуансона и матрицы	—
22	Пуансонодержатель	Для центрирования и крепления пуансона	См. рис. п. 15, поз. 5
23	Матрицедержатель	Для центрирования и крепления матрицы или пуансон-матрицы	—
24	Плитка опорная	Для предохранения верхней (нижней) плиты от деформации под воздействием пуансона или матрицы	См. рис. п. 15, поз. 6
25	Планка направляющая	Для направления заготовки, полосы или ленты в штампе	См. рис. п. 15, поз. 2
26	Съемник	Для съема изделия или отхода с пуансона	См. рис. п. 15, поз. 3
27	Трафарет	Для ориентации по контуру заготовки в штампе	
28	Фиксатор	Для центрирования по отверстиям заготовки в штампе (см. рис. п. 28, поз. 2)	
29	Упор	Для ограничения подачи заготовки в штампе	См. рис. п. 28, поз. 1

№ п/п	Наименование	Назначение	Эскиз
30	Прижим	Для прижатия штампуемой заготовки к рабочим или базовым поверхностям (см. рис. п. 30, поз. 1, 2)	
31	Буфер	Упругий элемент (деталь, сборочная единица), обеспечивающий необходимое усилие для прижима или выталкивания штампуемой детали (см. рис. п. 31, поз. 1)	
32	Противоотжим	Для предохранения другой детали от смещения или изгиба	См. рис. п. 9, поз. 1
33	Выталкиватель	Для выталкивания изделия или отхода из полости матрицы	См. рис. п. 31, поз. 3
34	Толкатель	Для передачи усилия исполнительному органу штампа	См. рис. п. 31, поз. 2
35	Ограничитель	Для ограничения хода подвижной части штампа (см. рис. п. 35, поз. 1)	
36	Отлипатель	Для исключения прилипания штампованной детали или отхода к пуансону (матрице) (см. рис. п. 36, поз. 1)	
37	Сбрасыватель	Для удаления отштампованной детали из зоны штамповки	

№ п/п	Наименование	Назначение	Эскиз
38	Обойма	Для закрепления секционных рабочих органов	См. рис. п. 16, поз. 3
39	Нож шаговый	Для обеспечения точного шага подачи ** листового материала, имеющая признаки пуансона	—
40	Клин	Для изменения направления действия силы	См. рис. п. 9, поз. 2

** Шаг подачи — расстояние, на которое необходимо переместить заготовку для выполнения штамповочной операции при очередном ходе ползуна пресса.

му) рабочему органу пресса, и верхнюю — прикрепляемую к верхнему рабочему органу пресса.

Штамп состоит из двух основных сборочных единиц — *пакета* (комплекта деталей, обеспечивающих выполнение заданных операций штамповки) и *блока* (узла, предназначенного для крепления пакета и совмещения его рабочих органов* при штамповке).

Штампы могут быть стационарными (собираемыми из узлов и деталей, используемых только в данном штампе), со сменными рабочими органами (в которых предусмотрена возможность замены пуансона, матрицы), со сменным пакетом (в котором предусмотрена возможность замены пакета) и сборными (собираемыми из универсального комплекта узлов, деталей, предназначенных для многократной сборки различных штампов). Блоки включают верхнюю и нижнюю плиты и направляющие узлы. Пакет в общем случае включает все остальные детали штампа.

Детали штампов подразделяются на две основные группы: технологического и конструктивного назначения. К первым относятся рабочие детали (органы — если они являются сборочными единицами); фиксирующие детали, обеспечивающие необходимое положение заготовки во время выполнения операции (ловители, фиксаторы, упоры); прижимающие и удаляющие детали (прижимы, съемники, выталкиватели и т. п.). Ко вторым относятся опорные и держащие детали (плиты, пуансонодержатели и т. п.), направляющие (колонки, втулки), крепежные и прочие детали. Кроме того, в некоторых штампах применяется третья группа деталей кинематического назначения, обеспечивающих необходимые перемещения частей штампа, в том числе преобразование вертикального движения ползуна пресса в поступательные, вращательные, колебательные движения отдельных элементов штампов и вспомогательных устройств.

Принятые наименования, определения и схематические чертежи основных узлов и деталей штампов приведены в табл. 37.

* Рабочий орган штампа — основная деталь или сборочная единица штампа, непосредственно выполняющая разделение или деформирование заготовки. Например: матрица, пуансон, пуансон-матрица.

Штамп в сборе характеризуется двумя основными параметрами, которые обязательно должны указываться на чертеже: *закрытой высотой* и *вылетом*. Под закрытой высотой (штампа, блока) понимают расстояние между опорными поверхностями при сомкнутом рабочем положении штампа (см. рис. к п. 1 табл. 37, размер H). Вылет — расстояние от продольной оси штампа до наиболее удаленной от этой оси точки, находящейся на его задней поверхности (см. рис. к п. 1, 2, 3 и 4 табл. 37, размер L).

7. Основные расчеты при конструировании штампов. Исполнительные размеры рабочих деталей

Штампы для разделительных операций. Исполнительные размеры рабочих деталей (штампов для вырубки и пробивки), соответствующие заданному размеру штампуемой детали, определяют в приведенной ниже последовательности.

1. По виду и толщине штампуемого материала определяют зазор между пуансоном и матрицей (табл. 38 и табл. 39).

2. По предельным отклонениям размера штампуемой детали находят припуск на износ Π_n (табл. 40).

3. По характеру размеров детали (увеличивающиеся, уменьшающиеся или не изменяющиеся при износе пуансона и матрицы) и характеру предельных отклонений размеров детали (односторонние или двусторонние симметричные) определяют направление припуска и соответственно рассчитывают номинальный размер матрицы и пуансона. При этом, когда предельные отклонения на размер штампуемой детали заданы односторонне ($+\Delta$ или $-\Delta$), номинальный размер матрицы и пуансона принимается больше или меньше номинального размера детали L_n на величину припуска на износ. Если размер детали при износе матрицы и пуансона уменьшается, то номинальный размер матрицы и пуансона увеличивается. Если размер детали увеличивается, то номинальный размер матрицы и пуансона уменьшается. Если же предельные отклонения размера детали заданы симметрично ($\pm\Delta$) или размер детали в процессе износа штампа не изменяется, то номинальный размер матрицы принимается равным номинальному размеру штампуемой детали.

4. Рассчитывают предельные отклонения исполнительных размеров рабочих деталей δ_m и δ_n . При этом, если предельные отклонения на соответствующий размер штампуемой детали заданы односторонне, методика расчета δ_m и δ_n определяется в зависимости от принятой технологии обработки рабочих деталей.

При *раздельном изготовлении* матрицы и пуансона, т. е. когда их изготавливают независимо (даже в разных цехах завода, что характерно для специализированных предприятий, для обработки простых по контуру матриц и пуансонов), предельные отклонения размеров матрицы и пуансона определяют в зависимости от их номинальных размеров и толщины штампуемого материала по табл. 41. Исполнительные размеры (номинальные размеры и предельные отклонения) указывают на чертежах матрицы и пуансона.

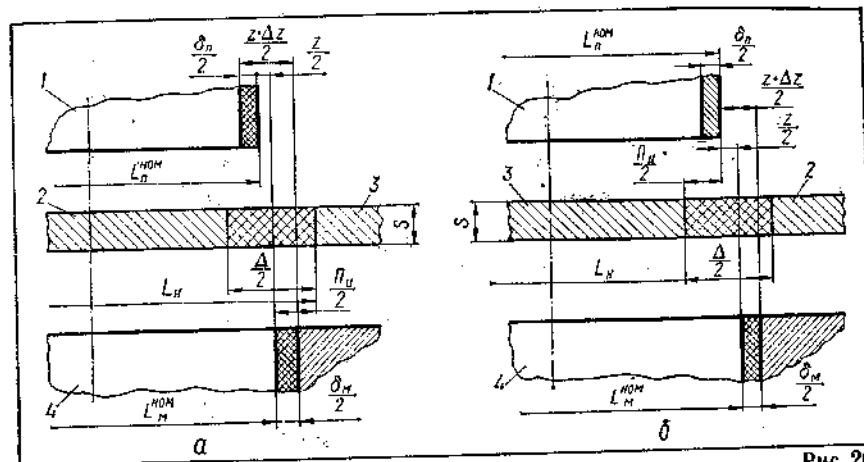


Рис. 26

При *совместном изготовлении* матрицы и пуансона, т. е. когда «основная» рабочая деталь дорабатывается по «основной», полностью готовой, предельные отклонения определяют по табл. 39, только для «основной» детали в зависимости от предельных отклонений Δ . Исполнительный размер указывают только на чертеже «основной» детали. На чертеже «неосновной» детали приводят указание о ее доработке по «основной» с заданным зазором.

Если же предельные отклонения соответствующего размера штампуемой детали заданы симметрично, то для всех случаев изменяющихся размеров принимают: $\delta_m = \delta_n = 0,2\Delta$, а для неизменяющихся размеров: $\delta_m = \delta_n = 0,5\Delta$.

Соответствующие формулы для расчета исполнительных размеров рабочих деталей приведены в табл. 42. В указанных формулах принято: L_n — любой номинальный размер штампуемой детали.

5. Если предельные отклонения размера детали заданы в виде $D_{-\Delta_1}^{-\Delta_2}$ или $d_{+\Delta_1}^{+\Delta_2}$, то исполнительные размеры матрицы и пуансона определяют по приведенной выше методике исходя из пересчитанных номинальных размеров детали по формулам:

$$D_n = (D - \Delta_1)_{-(\Delta_2 - \Delta_1)}; \quad (2.19)$$

$$d_n = (d + \Delta_1)^{+(\Delta_2 - \Delta_1)}. \quad (2.20)$$

Если принят метод *раздельного изготовления* пуансона и матрицы, то во всех случаях после выполнения необходимых расчетов следует убедиться в том, что исполнительные размеры пуансона и матрицы с учетом предельных отклонений обеспечивают сохранение необходимого зазора между матрицей и пуансоном.

На рис. 26 показаны характерные схемы взаимного расположения полей допусков размеров штампуемой детали, рабочих деталей штампа и поля допуска зазора между ними для случая *раздельного изготовления* рабочих деталей: *a* — для вырубки, *б* — для пробивки. На рисунке обозначено: 1 — пуансон, 2 — штампуемая деталь, 3 —

Таблица 38. Двусторонние зазоры между матрицей и пуансоном в штампах для

Толщина штампуемого материала <i>s</i>	Низкоуглеродистая сталь 10, 20; медь, латунь, алюминий ($\sigma_{ср} = 200...360$ МПа)		Среднеуглеродистая сталь 25, 35, 45; дуралюмин, бронза ($\sigma_{ср} = 360...520$ МПа)		Высокоуглеродистая, трансформаторная и нержавеющая стали ($\sigma_{ср} > 520$ МПа)		Гетинакс и текстолит	
	<i>z</i>	Δz	<i>z</i>	Δz	<i>z</i>	Δz	<i>z</i>	Δz
0,1	0,005	—	0,006	—	0,007	—	0,004	—
0,2	0,010	+0,010	0,012	+0,010	0,014	+0,010	0,005	+0,005
0,3	0,015		0,018		0,021		0,006	
0,4	0,020		0,024		0,028		0,008	
0,5	0,025		0,030		0,035		0,010	
0,6	0,030	+0,020	0,036	+0,020	0,042	+0,020	0,012	+0,010
0,7	0,035		0,042		0,049		0,014	
0,8	0,040		0,048		0,056		0,016	
0,9	0,045		0,054		0,063		0,018	
1,0	0,050		0,060		0,070		0,020	
1,2	0,070	+0,030	0,080	+0,030	0,100	+0,030	0,024	+0,015
1,5	0,090		0,110		0,120		0,030	
1,8	0,110	+0,050	0,130	+0,050	0,140	+0,050	0,036	+0,025
2,0	0,120		0,140		0,160		0,040	
2,2	0,160		0,180		0,200		0,044	
2,5	0,180		0,200		0,230		0,050	
2,8	0,200		0,220		0,250		0,056	
3,0	0,210		0,240		0,270		0,060	
3,5	0,280		0,320		0,350		0,070	
4,0	0,320		0,360		0,400		0,080	
4,5	0,360	+0,100	0,450	+0,100	0,540	+0,100	0,090	+0,050
5,0	0,400		0,500		0,600		0,100	
6,0	0,500	+0,200	0,600	+0,200	0,700	+0,200	—	—
7,0	0,700		0,900		1,000		—	
8,0	0,800		1,000		1,100		—	
9,0	1,100		1,300		1,400		—	
10,0	1,200		1,400		1,600		—	
11,0	1,600	+0,300	1,800	+0,300	2,00	+0,300	—	—
12,0	1,700		1,900		2,200		—	
13,0	2,100		2,300		2,600		—	
14,0	2,300		2,500		2,800		—	
15,0	2,700	+0,500	3,000	+0,500	3,300	+0,500	—	—
16,0	2,900		3,200		3,500		—	
17,0	3,400		3,800		4,100		—	
18,0	3,600		4,000		4,300		—	
19,0	4,200		4,600		5,000		—	
20,0	4,400		4,800		5,200		—	

Примечание. z — наименьший допустимый зазор (двусторонний);

разделительных операций со стальными рабочими деталями, мм [13, 24, 18]

[illegible]

Δz — предельное отклонение в сторону увеличения зазора (двустороннее).

Таблица 39. Двусторонние зазоры между матрицей и пуансоном в штампах для разделительных операций с твердосплавными рабочими деталями, мм [13, 24]

Толщина штампуемого материала δ	Низкоуглеродистая сталь 10, 20; медь, латунь, алюминий ($\sigma_{ср} = 200...360$ МПа)		Среднеуглеродистая сталь 25, 35, 45; дуралюмин, бронза ($\sigma_{ср} = 360...520$ МПа)		Высокоуглеродистая электротехническая сталь и нержавеющие стали ($\sigma_{ср} > 520$ МПа)	
	z	Δz	z	Δz	z	Δz
0,1	0,007	+0,006	0,008	+0,006	0,010	+0,006
0,2	0,014		0,016		0,020	
0,3	0,021		0,024		0,030	
0,4	0,028	+0,010	0,032	+0,010	0,040	+0,010
0,5	0,035		0,040		0,050	
0,6	0,042		0,048		0,060	
0,7	0,049		0,056		0,070	
0,8	0,056	+0,020	0,064	+0,020	0,080	+0,020
0,9	0,063		0,072		0,090	
1,0	0,070		0,080		0,100	
1,2	0,084		0,096		0,120	
1,5	0,105	+0,030	0,120	+0,030	0,150	+0,040
1,8	0,125		0,144		0,180	
2,0	0,140		0,160		0,200	
2,2	0,176		0,198		0,220	
2,5	0,200	+0,050	0,225	+0,050	0,275	+0,060
2,8	0,224		0,252		0,306	
3,0	0,240		0,270		0,330	

Примечание. z — наименьший допустимый зазор (двусторонний); Δz — предельное отклонение в сторону увеличения зазора (двустороннее).

Таблица 40. Припуски на износ и предельные отклонения размеров рабочих деталей штампов, мм

Предельное отклонение размеров штампуемой детали Δ	Припуск на износ рабочих деталей штампа P_n	Предельное отклонение размеров рабочих деталей при их совместном изготовлении		Предельное отклонение размеров штампуемой детали Δ	Припуск на износ рабочих деталей штампа P_n	Предельное отклонение размеров рабочих деталей при их совместном изготовлении	
		матрицы δ_m	пуансона δ_p			матрицы δ_m	пуансона δ_p
0,020	0,020	0,006	0,004	0,280	0,200	0,045	0,045
0,025	0,025	0,008	0,005	0,300	0,250	0,060	0,060
0,030	0,030	0,009	0,006	0,340	0,250	0,060	0,060
0,035	0,035	0,011	0,008	0,360	0,300	0,080	0,080
0,040	0,040	0,011	0,008	0,400	0,300	0,080	0,080
0,045	0,045	0,013	0,009	0,430	0,350	0,100	0,100
0,050	0,050	0,015	0,011	0,460	0,350	0,100	0,100
0,060	0,060	0,018	0,013	0,520	0,400	0,120	0,120
0,070	0,070	0,021	0,015	0,530	0,400	0,120	0,120
0,080	0,080	0,024	0,018	0,600	0,500	0,140	0,140
0,090	0,090	0,027	0,020	0,620	0,500	0,140	0,140
0,100	0,100	0,030	0,022	0,680	0,550	0,170	0,170
0,120	0,100	0,030	0,022	0,740	0,600	0,170	0,170

Предельное отклонение размеров штампуемой детали Δ	Припуск на износ рабочих деталей штампа P_n	Предельное отклонение размеров рабочих деталей при их совместном изготовлении		Предельное отклонение размеров штампуемой детали Δ	Припуск на износ рабочих деталей штампа P_n	Предельное отклонение размеров рабочих деталей при их совместном изготовлении	
		матрицы δ_m	пуансона δ_p			матрицы δ_m	пуансона δ_p
0,140	0,120	0,035	0,030	0,760	0,600	0,170	0,170
0,160	0,140	0,035	0,030	0,860	0,700	0,200	0,200
0,170	0,140	0,035	0,035	1,000	0,800	0,200	0,200
0,200	0,160	0,035	0,035	1,150	0,900	0,260	0,260
0,230	0,180	0,035	0,035	1,350	0,900	0,260	0,260
0,250	0,200	0,045	0,045	1,550	1,250	0,300	0,300
0,260	0,200	0,045	0,045				

отход, 4 — матрица; L_n — номинальный размер штампуемой детали; $L_n^{ном}$ — номинальный размер матрицы; $L_n^{ном}$ — номинальный размер пуансона. Очевидно, что по мере износа штампа номинальный размер штампуемой детали при вырубке увеличивается, а при пробивке уменьшается.

Из схем видно, что для вырубки и пробивки существует условие

$$\delta_p + \delta_m \leq \Delta z. \quad (2.21)$$

Следовательно, в данном случае предельные отклонения должны быть весьма малы, что приводит к резкому повышению трудоемкости обработки пуансона и матрицы и поэтому допустимо лишь для сравнительно простых по конфигурации деталей.

Для сравнения на рис. 27 приведены аналогичные схемы при совместном изготовлении пуансона и матрицы: а — для вырубки, б — для пробивки. На рисунке обозначено: 1 — пуансон, 2 — штампуемая деталь, 3 — отход, 4 — матрица; L_n — номинальный размер штампуемой детали, $L_n^ф$ и $L_m^ф$ — фактические размеры соответственно пуансона и матрицы. По мере износа штампа номинальный размер штампуемой детали при вырубке увеличивается, а при пробивке — уменьшается. В данном случае в штампе для вырубки основной «рабочей» деталью принято считать матрицу, а в штампе для пробивки — пуансон. Здесь предельные отклонения δ_p и δ_m не зависят от зазора, а условия, вытекающие из схемы

$$\delta_m \leq P_n \leq \Delta; \quad \delta_p \leq P_n \leq \Delta, \quad (2.22)$$

свидетельствуют о том, что значения предельных отклонений размеров рабочих деталей штампа соизмеримы со значениями предельных отклонений размеров штампуемой детали. Это обеспечивает

Таблица 41. Поля допусков размеров рабочих деталей при их раздельном изготовлении (по СТ СЭВ 144—75)

Рабочая деталь	При толщине штампуемого материала, мм	
	до 3	св. 3
Матрица (δ_m)	H7	H8
Пуансон (δ_p)	h6	h8

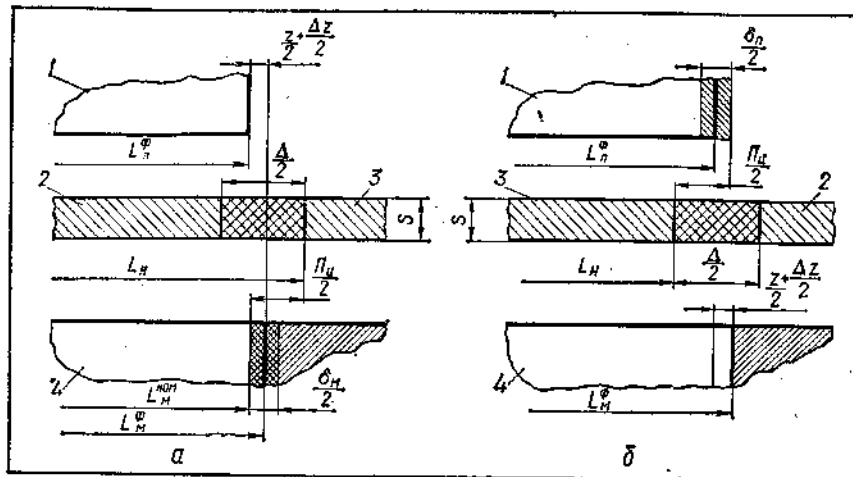


Рис. 27

существенное снижение трудоемкости изготовления рабочих деталей штампа.

В штампах для чистовой вырубки и пробивки зазор (двусторонний) между матрицей и пуансоном определяют в зависимости от толщины материала s по формуле

$$z = 0,01s^{+0,2} \quad (2.23)$$

Значения предельного отклонения Δz находят по табл. 43. В остальном методика расчета сохраняется.

При вырубке и пробивке деталей перед последующей зачисткой методика расчета исполнительных размеров сохраняется, однако односторонний зазор между матрицей и пуансоном принимается в пределах $(0,06...0,08) s$.

Матрица для зачистки контура изготавливается с исполнительными размерами, рассчитываемыми аналогично матрицам для вырубки. Пуансон пригоняется по ней с зазором $0,0025...0,005$ мм на сторону. При зачистке отверстий размер пуансона рассчитывают аналогично размеру пуансона для пробивки, однако дополнительно учитывают упругую деформацию металла, возникающую после выхода пуансона из отверстия. Для цветных металлов она принимается $0,005...0,01$ мм на диаметр, для мягкой стали — $0,008...0,015$ мм. Матрица пригоняется по пуансону с зазором $0,015...0,025$ мм на сторону.

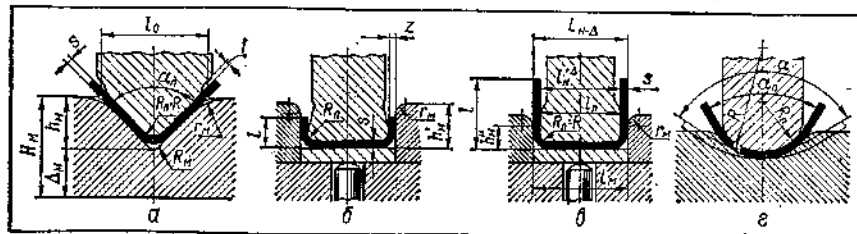


Рис. 28

Таблица 42. Формулы для расчета исполнительных размеров [18]

Номинальные размеры детали (примеры) и характер их изменения при износе матрицы и пуансона	Предельное отклонение размеров детали	Вырубка	Пробивка
$B_0; d; a_3; a_2; C_0; a'_1$ Уменьшающиеся	$+\Delta$ или $-\Delta$	$L_M = (L_n + \Pi_n)_{-\delta_M}; \quad (2.1)$ $L_n = L_M + z \quad (2.2)$	$L_n = (L_n + \Pi_n)_{-\delta_n}; \quad (2.3)$ $L_M = L_n + z \quad (2.4)$
$C; a_1; B; a'_2; a'_3; B_0$ Увеличивающиеся	$+\Delta$ или $-\Delta$	$L_M = (L_n - \Pi_n)^{+\delta_M}; \quad (2.5)$ $L_n = L_M - z \quad (2.6)$	$L_n = (L_n - \Pi_n)^{+\delta_n}; \quad (2.7)$ $L_M = L_n - z \quad (2.8)$
$d; a_3; a_2; C_0; a'_1; B_0$ Уменьшающиеся	$\pm \Delta$	$L_M = L_n \pm 0,2\Delta; \quad (2.9)$ $L_n = L_M + z \quad (2.10)$	$L_n = L_n \pm 0,2\Delta; \quad (2.11)$ $L_M = L_n + z \quad (2.12)$
$C; a_1; B; a'_2; a'_3$ Увеличивающиеся	$\pm \Delta$	$L_M = L_n \pm 0,2\Delta; \quad (2.13)$ $L_n = L_M - z \quad (2.14)$	$L_n = L_n \pm 0,2\Delta; \quad (2.15)$ $L_M = L_n - z \quad (2.16)$
$A; b$ Не изменяющиеся	$\pm \Delta$	$L_M = L_n \pm 0,5\Delta \quad (2.17)$ или $L_n = L_M \pm 0,5\Delta \quad (2.18)$	

Примечание. Формулы (2.2), (2.4), (2.6), (2.8), (2.10), (2.12), (2.14) и (2.16) используются только при раздельном изготовлении рабочих деталей.

Штампы для гибки. В штампах для V-образной гибки (рис. 28, а) радиус закругления на рабочем ребре пуансона R_n принимают равным внутреннему радиусу сгиба R . Соответствующий радиус закругления в углублении матрицы

$$R_m = (0,6...0,8) (R_n + s). \quad (2.24)$$

Прочие исполнительные размеры матрицы приведены в табл. 44.

При П-образной гибке, если имеется конструктивная возможность полностью опустить отгибаемые полки в полость матрицы, то этого всегда следует достигать. Величина $h' \geq l + r_m$ (рис. 28, б). Если необходима гибка детали с длинными

Таблица 43. Предельные отклонения значений зазора при чистовой вырубке и пробивке, мм

Толщина материала s	Δz
До 2,0	$\pm 0,05$
Св. 2,0 до 6,0	$\pm 0,010$
» 6,0 » 10,0	$\pm 0,020$
» 10,0 » 12,0	$\pm 0,030$

Таблица 44. Конструктивные размеры рабочих деталей штампов для гибки [24]

Исполнительный размер	Длина отгибаемой полки l , мм	Толщина материала s , мм								
		до 1	1...2	2...3	3...4	4...5	5...6	6...7	7...8	8...10
r_m , мм	—	3	5	7	9	10	11	12	13	15
h_m , мм	—	4	7	11	15	18	22	25	28	32—36
Рабочая глубина матрицы	25...50	15	20	25	25	—	—	—	—	—
	50...75	20	25	30	30	35	—	—	—	—
	75...100	25	30	35	35	40	40	40	40	—
h_m^* , мм	100...150	30	35	40	40	50	50	50	50	60
	Более 150	40	45	55	55	60	65	65	65	80
Коэффициент для определения зазора	До 25	0,10	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05
	25...50	0,15	0,10	0,10	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06
K_2	50...100	0,18	0,15	0,15	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08
	Более 100	0,20	0,18	0,18	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10

полками (рис. 28, в), то высота вертикальных стенок матрицы не должна быть менее величины h_m , минимальные значения которой приведены в табл. 44.

Исполнительные размеры определяют, исходя из варианта простановки соответствующих размеров на чертеже штампуемой детали.

Если на П-образной детали задан наружный размер $L_{н-д}$, то исполнительный размер матрицы

$$L_m = (L_{н-д} - K_{\Delta}\Delta)^{+k}, \quad (2.25)$$

а пуансон пригоняется по матрице с односторонним зазором

$$z/2 = s_{\max} + sK_2, \quad (2.26)$$

где δ — допуск на изготовление матрицы,

$$\delta = 0,8K_{\Delta}\delta; \quad (2.27)$$

$s_{\max}$ — наибольшая возможная (допускаемая ГОСТом) толщина штампуемого материала; K_{Δ} — коэффициент, определяющий долю допуска, $K_{\Delta} = 0,4...0,5$; K_2 — коэффициент, определяемый по табл. 44.

Если на П-образной детали задан внутренний размер l_n^{+d} , то исполнительный размер пуансона

$$l_n = (l_n + K_{\Delta}\Delta)_{-d}, \quad (2.28)$$

а матрица пригоняется по пуансону с односторонним зазором $z/2$, определяемым по формуле (2.26).

При определении исполнительных размеров пуансона и матрицы следует учитывать упругое пружинение материала.

Если осуществляется свободная (без калибровки) V-образная гибка при малых внутренних радиусах сгиба, то односторонний угол пружинения β можно определить по формуле

$$\lg \beta = 0,375 \frac{l_0}{(1-X)s} \frac{\sigma_T}{E}, \quad (2.29)$$

Таблица 45. Оптимальные значения радиусов закруглений вытяжных кромок матриц и пуансонов [24]

Коэффициент вытяжки	Обозначение относительного радиуса	При относительной толщине заготовки $\frac{s}{D_s} 100$					
		3,0	2,0	1,5	1,0	0,5	0,25
0,45...0,4	r_m/s	5	6	7,5...8,0	9...10	12	14
	R_n/s	3	4	5	6	8	9
0,56...0,62	r_m/s	3	4,0	5	6	8	9...10
	R_n/s	2	2,5	3	4	5	6

где l_0 — расстояние между опорами матрицы (рис. 28, а); X — коэффициент, определяемый по табл. 8; σ_T и E — соответственно предел текучести и модуль упругости штампуемого материала.

В этом случае угол на пуансоне (и матрице) уменьшают по сравнению с заданным в чертеже детали углом α на величину 2β .

При П-образной гибке без калибровки односторонний угол пружинения можно найти по формуле

$$\lg \beta = 0,75 \frac{r_m + R_n + 1,2s}{(1-X)s} \frac{\sigma_T}{E}. \quad (2.30)$$

В этом случае угол пружинения может быть учтен за счет поднутрения на боковых гранях пуансона и введения в конструкцию штампа соответствующих устройств, обеспечивающих необходимый перегиб полки детали на величину угла β .

При гибке с калибровкой угол пружинения в зависимости от настройки пресса уменьшается или увеличивается по сравнению с расчетным. Поэтому его целесообразно уточнять опытным путем.

Если гибка осуществляется при большом радиусе R , то пружинение учитывается путем изменения не только угла пуансона по сравнению с углом детали, но и соответствующего изменения радиуса на рабочем ребре пуансона.

При угле детали α и требуемом радиусе сгиба R угол на пуансоне должен быть принят (рис. 28, з):

$$\alpha_n = \alpha - \left[(180^\circ - \alpha) \left(\frac{R}{R_n} - 1 \right) \right], \quad (2.31)$$

где

$$R_n = R \left(1 + 3 \frac{\sigma_T}{E} \frac{R}{s} \right). \quad (2.32)$$

Штампы для вытяжки. Радиус закругления на рабочем ребре пуансона R_n и на рабочем ребре матрицы r_m принимают по данным табл. 45 и табл. 46.

Исполнительные размеры диаметров пуансонов и матриц для вытяжки определяют по аналогии с исполнительными размерами пуансонов и матриц для гибки [формулы (2.25), (2.26), (2.27), (2.28)]. При

Таблица 46. Значения радиусов закруглений вытяжных кромок матрицы при последовательной вытяжке в ленте [24]

Вытяжка	При относительной толщине заготовки $\frac{s}{D_s} 100$		
	Св. 2,0	2,0...1,0	1,0...0,5
Первая	$(3-4) s$	$(4-5) s$	$(5-6) s$
Последующие	$(0,6-0,7) r_{n-1}$	$(0,65-0,7) r_{n-1}$	$(0,7-0,8) r_{n-1}$

Примечание. r_{n-1} — радиус закругления матрицы при $(n-1)$ -й вытяжке.

этом для круглых и прочих простых по конфигурации сечения пуансонов и матриц исполнительные размеры с соответствующими допусками проставляют на чертеже пуансона и матрицы, а для деталей со сложным контуром сечения допуск на изготовление проставляют на пуансоне или на матрице по аналогии со штампами для гибки, сопрягаемую деталь пригоняют с соответствующим зазором.

При конструировании штампов для любых операций необходимо кроме исполнительных производить расчет других важнейших размеров рабочих деталей. Для выполнения указанных расчетов существуют эмпирические зависимости. Так, толщина матрицы для разделительной операции

$$H_m = s + (0,6 \dots 1,3) \sqrt{a+b} + 7 \text{ мм}, \quad (2.33)$$

где 0,6 — при $\sigma_s = 120$ МПа; 1,3 — при $\sigma_s = 800$ МПа (штампующего материала); a и b — наибольшие размеры рабочего отверстия в данной матрице, габаритные размеры которой равны соответственно A и B (табл. 47).

Расстояние от края матрицы до края рабочего отверстия должно быть не менее толщины матрицы. Расстояние между центрами ближайших крепежных отверстий в матрицах должно быть не менее

$$0,8d + \frac{d+d_1}{2},$$

где d — диаметр большего отверстия; d_1 — диаметр меньшего отверстия.

Расстояние от края матрицы до центра крепежного отверстия должно быть не менее $(1,2 \dots 1,4) d$, где d — диаметр этого крепежного отверстия ($1,2$ — при $d \leq 8,5$ мм; $1,4$ при $d > 8,5$ мм).

Расстояние между краями двух расположенных рядом рабочих отверстий должно быть не менее двух толщин штампующего материала, но не меньше 1,5 мм. Наибольший диаметр круглого рабочего отверстия d в круглой матрице D принимают по табл. 48.

Существуют условия определения формы и размеров профиля матрицы для пробивки и вырубки. Для пробивки отверстий диаметром до 5...8 мм, а также для вырубки простых контуров, в которых отсутствуют консольно расположенные элементы, ослабляющие сечение

Таблица 47. Зависимость наибольших размеров рабочего отверстия $a \times b$ в матрице с габаритными размерами $A \times B$, мм

$A \times B$	$a \times b$	$A \times B$	$a \times b$
60×50	28×20	170×120	110×60
80×60	40×30	170×140	110×80
100×60	50×32	200×120	130×60
100×80	50×40	200×140	130×80
120×80	70×40	200×170	130×100
120×100	70×50	250×140	180×80
140×80	80×30	250×170	180×100
140×100	80×50	300×170	220×90
140×120	80×70	300×200	220×110
170×100	110×50		

Таблица 48. Наибольший диаметр рабочего отверстия матрицы, мм

D	d
60	20
80	35
100	50
120	70
140	85
160	105
180	115
200	130
220	150
250	180

матрицы, принимается профиль с цилиндрическим провальным окном (с целью упрощения изготовления штампа). При этом высота цилиндрического пояса h_m принимается (рис. 29, а): для толщины материала до 0,5 мм — 6 мм, для толщин 0,5...2,5 мм — 6...8 мм, для толщин 2,5...5 мм — 8...10 мм, для толщин 5...10 мм — 15 мм; угол α_m соответственно — $0^\circ 10'$; $0^\circ 15'$; $0^\circ 30'$ и $0^\circ 45' \dots 1^\circ$.

Для матриц, в которых имеются консольно расположенные элементы, ослабляющие сечение и исключающие возможность применения цилиндрического провального окна, применяется профиль с коническим провальным окном (рис. 29, б), угол конуса которого β_m принимается равным 2° (для толщины материала до 2,5 мм) и 3° (для толщин 2,5...10 мм).

Для матриц с обратным выталкиванием детали (преимущественно в штампах совмещенного действия) применяются сквозные цилиндрические отверстия (рис. 29, в).

Толщину матрицы штампов для V-образной гибки (рис. 28, а) можно определить по формуле

$$H_m = h_m + \Delta_m, \quad (2.34)$$

где Δ_m — величина, определяемая по табл. 49.

Размеры прочих деталей и элементов штампов находят конструктивно с учетом данных нормалей, стандартов и соответствующей специальной литературы.

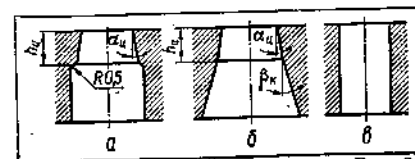


Рис. 29

Таблица 49. Значения величины Δ_m матриц штампов для V-образной гибки, мм

s	Δ_m	s	Δ_m
До 0,5	10	2...4	25
0,5...1,0	15	4...6	30
1...2	20	6...10	40

Прочностные расчеты. При проектировании штампов следует выполнять проверочные расчеты на прочность наиболее нагруженных деталей: плит, пуансонов и др.

Толщину нижней плиты проверяют по формуле [24]

$$H_{пл} \geq \sqrt[3]{\frac{9600 h_{min}}{z E B P_3} \left[\frac{1}{8} (A - L)^2 - \frac{1}{24} (A - d)^2 \right]}, \quad (2.35)$$

где h_{min} — расстояние между нижней плоскостью верхней плиты и верхней плоскостью нижней плиты штампа при его закрытом положении, мм; z — зазор между пуансоном и матрицей, в пределах которого может происходить перекос пуансона относительно матрицы, мм; E — модуль упругости материала плиты, МПа; B — ширина плиты (меньший размер), мм; P_3 — усилие затяжки болтов, которыми плита крепится к столу пресса, Н; A — длина нижней плиты, мм; L — расстояние между направляющими колонками, мм; d — диаметр провального отверстия в подштамповой плите, мм. Усилие затяжки болтов

$$P_3 = \frac{3 P d^2}{8 a (3d + 2a)},$$

где P — усилие для выполнения операции, Н;

$$a = (A - d)/2.$$

Пуансоны пробивки отверстий проверяются на сжатие по формуле

$$\sigma_{сж} = P/F \leq [\sigma_{сж}], \quad (2.36)$$

где P — усилие, приложенное к пуансону, Н; F — наименьшая площадь поперечного сечения пуансона, м²; $[\sigma_{сж}]$ — допускаемое напряжение на сжатие, которое для стали У8А после закалки и отпуска может быть принято равным 800...1000 Па.

Тонкие пуансоны следует проверять на продольный изгиб. Спорные поверхности пуансонов проверяют на смятие по формуле

$$q = P/F_1 \leq [\sigma_{см}], \quad (2.37)$$

где F_1 — площадь контакта пуансона, м²; $[\sigma_{см}]$ — допускаемое напряжение, Па. При отсутствии стальной закаленной прокладки $[\sigma_{см}] \leq 100$ Па.

8. Порядок проектирования и стандартизация штампов

Проектирование штампа включает: выбор типа штампа в соответствии с намеченной технологией штамповки, выполнение необходимых технологических и конструктивных расчетов, уточнение выбора типа штампа, конструирование сборочного чертежа и составление спецификации, разработка чертежей деталей штампа. Перечисленные этапы сохраняются практически при любых условиях разработки штампов и при любом характере производства, в котором данные штампы используются. Изменяться может содержание отдельных этапов. Так, наличие заранее изготавливаемых инструментальных цехом наиболее часто применяющихся на данном предприятии деталей и сборочных

единиц всех типоразмеров освобождает конструктора от вычерчивания большинства деталей штампа.

Значительно ускоряется проектирование и последующее изготовление штампов при применении стандартов на детали и сборочные единицы. В настоящее время государственные стандарты утверждены на большинство деталей общего применения, а также на все виды блоков. Так, рабочие детали штампов — пуансоны изготавливаются по ГОСТ 16621—80...16623—80, 16625—80, 16626—80, 16629—80, 16631—80...16635—80; матрицы — по ГОСТ 16637—80...ГОСТ 16647—80. В указанные стандарты включены рабочие детали наиболее простых конфигураций.

Стандартизованы ножи и упоры к ним (ГОСТ 18734—80...ГОСТ 18738—80), прижимы (ГОСТ 18758—80...ГОСТ 18765—80), направляющие плитки и призмы (ГОСТ 18808—80...ГОСТ 18811—80), подкладные плитки (ГОСТ 16666—80...ГОСТ 16673—80), толкатели и траверсы (ГОСТ 18777—80...ГОСТ 18780—80, 18782—80...18785—80), фиксаторы (ГОСТ 18769—80...ГОСТ 18771—80, 18773—80, 18775—80, 18776—80).

Утверждены стандарты на колонки, втулки и прочие направляющие устройства, пружины, хвостовики, транспортные штыри и т. п.

Стандартизованы блоки с литыми плитами с разным расположением направляющих: диагональным (ГОСТ 13124—75), задним (ГОСТ 13125—75), осевым (ГОСТ 13126—75).

Перечисленные ГОСТы распространяются на блоки с двумя направляющими скольжения. Имеются также стандарты на блоки с шариковыми направляющими — двумя и четырьмя, на блоки калибровочных сменных разделительных, универсально-наладочных и универсально-сборных штампов.

На отдельные виды штампов утверждены стандарты на конструкцию и размеры всех входящих в них деталей. Кроме того, утверждены стандарты на заготовки для некоторых деталей, в том числе плит блоков, а также вспомогательные детали (узлы) штампов, такие как буфера, транспортные штыри и т. д.

Наряду с рассмотренными выше ГОСТами на детали и сборочные единицы при проектировании штампов следует руководствоваться нормативными и методическими стандартами, действующими в этой области. Так, при определении возможностей точности штампа и других его качественных характеристик необходимо использовать данные ГОСТ 13139—74, устанавливающего нормы точности блоков, и данные ГОСТ 22472—77, устанавливающего общие технические условия на штампы.

При расчете и конструировании штампов следует также руководствоваться методическими указаниями по проектированию, в частности РДМУ 80—76 и РДМУ 95—77, стандартами ЕСКД, например ГОСТ 2.424—80 «Правила выполнения чертежей штампов».

Технический уровень разработанного штампа в значительной мере определяется удельным весом примененных в нем стандартизованных деталей и узлов. Этим же определяется и экономичность разработанной конструкции. Поэтому конструктор штампа должен использовать

все возможности для замены специальных деталей и сборочных единиц стандартизованными.

Порядок проектирования типовых конструкций штампов на бланк-чертежах, варианты скоростного проектирования рассмотрены ниже.

9. Материалы и термическая обработка

Основные материалы, рекомендуемые для изготовления деталей штампов, и их оптимальная твердость после термической обработки приведены в табл. 50.

10. Техническая характеристика и выбор кривошипных прессов для листовой штамповки

Основным оборудованием для листовой штамповки являются кривошипные прессы, характеризующиеся параметрами, которые должны учитываться при проектировании штампов. На рис. 30, а показаны обозначения некоторых параметров кривошипных открытых, на рис. 30, б — кривошипных закрытых прессов. Ниже приведены наименования и определения важнейших параметров, приводимых в паспортах прессов.

Номинальное усилие P — наибольшее усилие, которое без нарушения прочности деталей пресса может быть приложено к ползуну при повороте кривошипа от нижнего нулевого положения на угол не более 30° .

Фактическое допускаемое усилие нагружения пресса зависит от величины установленного для данной операции хода и изменяется в функции от угла поворота кривошипа.

Для пресса двойного действия задается номинальное усилие внутреннего ползуна, определяющее наибольшее усилие вытяжки, и наружного ползуна, определяющее наибольшее усилие прижима.

Ход h ползуна (расстояние между верхним и нижним положением ползуна) — путь, проходимый ползуном за время половины оборота эксцентрикового вала (соответственно — для внутреннего и наружного ползун пресса двойного действия). В прессах с переменным ходом величина хода определяется положением эксцентриковой втулки, посаженной на эксцентрик вала. Наибольший ход $h_{\max}$ равен удвоенной сумме эксцентриситетов втулки и вала; наименьший $h_{\min}$ — их удвоенной разности.

Частота движения n ползуна — число двойных ходов (вниз и вверх) ползуна за одну минуту при непрерывном движении (в режиме непрерывных ходов).

При регулируемой частоте приводится $n_{\max}$, $n_{\min}$ или величина всех возможных частот движения.

Номинальная закрытая высота H — наибольшее расстояние между столом и ползуном в его нижнем положении при наибольшем ходе. Она задается при наименьшей длине шатуна, а для прессов с передвижным столом — при его нижнем положении. Для прессов двойного действия задается $H_{\text{вн}}$ и $H_{\text{нар}}$.

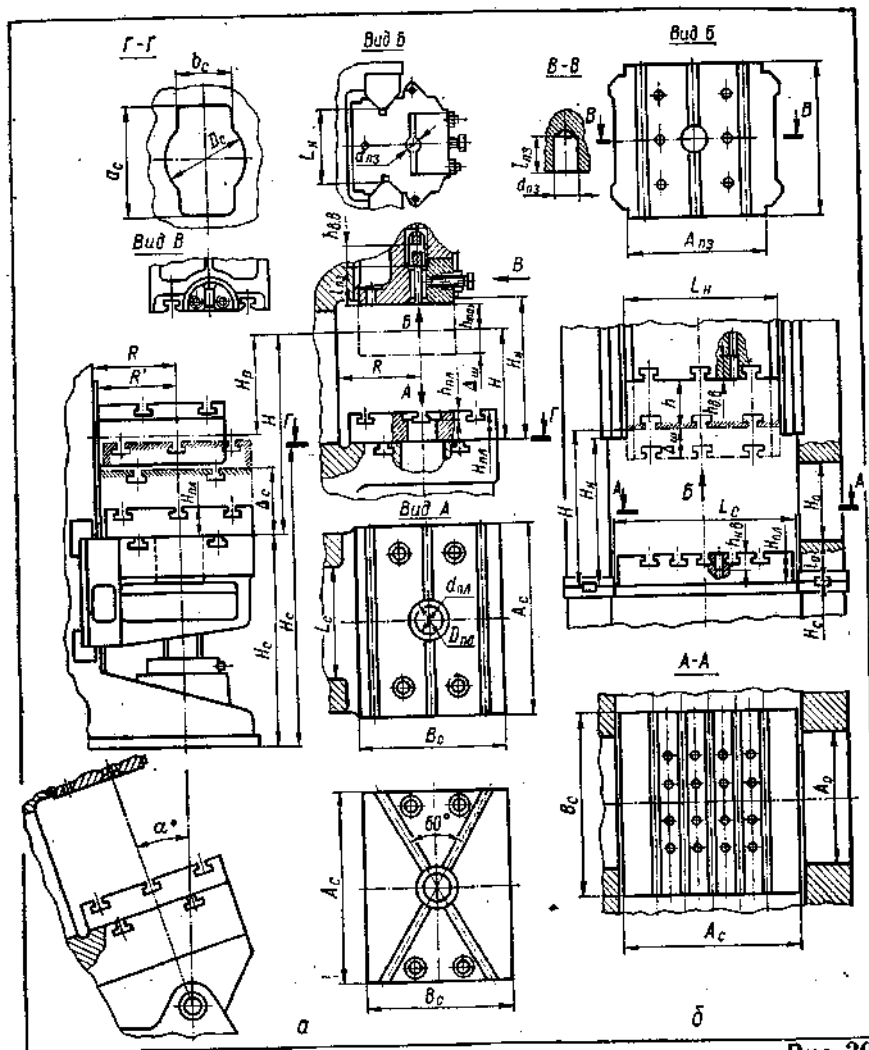


Рис. 30

Закрытая высота до рога H_p — наибольшее расстояние между осью отверстия для рога и ползуном в его нижнем положении при наибольшем ходе. Задается при наименьшей длине шатуна.

Регулирование длины шатуна $\Delta_{\text{ш}}$ — разность между наибольшей и наименьшей длиной шатуна (для прессов двойного действия — шатунов внутреннего и наружного ползун).

Регулирование положения стола Δ_c — разность расстояний от уровня пола до стола при его нижнем и верхнем положениях.

Величины $\Delta_{\text{ш}}$ и Δ_c определяют пределы высоты устанавливаемого штампа при наибольшем ходе ползуна пресса. Для прессов с

Таблица 50. Материалы и нормы твердости деталей штампов листовой штамповки

Детали штампов	Штампующие материалы	Рекомендуемые марки сталей, чугунов, твердых сплавов и других материалов	Твердость HRC после термообработки стальных деталей		
			матриц	пуансонов	прочих деталей
Шагмы для разделительных операций					
Пуансоны, матрицы, пуансон-матрицы и режущие секции простой формы, ножи для резки отходов и шаговые ножи То же	Низкоуглеродистые стали, цветные металлы и их сплавы, неметаллические материалы при толщине до 3 мм	У8А, У10А, 7Х3, 9ХС	56...60	54...58	—
	То же при толщине свыше 3 мм	Х12М, Х12Ф1, 9ХВГ, 5ХВ2С	56...60	54...58	—
	То же при толщине до 8 мм	Х12М, Х12Ф1, 9ХВГ, 5ХВ2С	56...60	54...58	—
	То же при толщине до 12 мм	7ХГ2ВМ, Х6ВФ, Х12М, Х12Ф1, Р18	58...62	56...80	—
	То же при толщине до 12 мм	Х12М	—	—	54...58
Прижимы, опоры, пуансоны, держатели, подпятники, толкатели, выталкиватели для чистовой вырубки и пробивки Хвостовики штампов для чистовой вырубки, пробивки	То же	У8А	—	—	54...58
	*	45	—	—	40...45
	Труднодеформируемые материалы, в том числе сталь 45 при толщине до 3 мм	Х6Ф4М (ЭП770), Х12Ф1, ВК20, ВК25	56...60	54...58	—
Пуансоны, матрицы и пуансон-матрицы любой формы	Электротехническая сталь (и другие материалы — в массовом производстве) при толщине до 0,5 мм	ВК11	—	—	—
Пуансоны простой формы					

Матрицы простой формы
Пуансоны сложной формы
Матрицы сложной формы

То же	ВК15	—	—	—
*	ВК20	—	—	—
Электротехническая сталь (и другие материалы — в массовом производстве) при толщине до 0,5 мм	ВК25	—	—	—

Шагмы для формозменяющих операций

Пуансоны, матрицы, прижимы, простой формы и небольших размеров	Низкоуглеродистые стали, цветные металлы и сплавы при толщине до 8 мм	У8А, Х12М, 8ХФ, ВК8, ВК25*	54...58	52...56	—
То же, сложной формы	То же	У10А, ШХ15, 9ХС, Х12Ф1, ВК11...ВК30	—	—	—
То же крупногабаритные любой формы	*	Специальный никелевый чугун**	—	—	—
То же любой формы и размеров	Конструкционные стали типа сталь 45 при толщине до 8 мм	Х12М, Х12ВМ, Х12Ф1, 7ХГ2ВМ	58...62	56...60	—
То же любой формы и размеров	Нержавеющая сталь при толщине до 6 мм	Модифицированный чугун МСЧ 32-52	—	—	—
То же	Титановые сплавы	Чугун МН, серый чугун СЧ 35-56, СЧ 32-52, Бронза БрАЖН 10-4-4, БрАЖН 11-6-6	—	—	—
*	То же при вытяжке с нагревом	5ХГМ, 3Х2В8Ф, 4ХС	41...46	41...46	—
*	Жаропрочный сплав ХН70ВМТЮ	—	—	—	—

* Матрицы для гибки следует изготавливать из твердого сплава марок ВК50...ВК30, пуансоны — марки ВК15...ВК25; для вытяжки — соответственно ВК8...ВК11 и ВК11...ВК15; для рельефной формовки и чеканки — ВК20...ВК25 и ВК25...ВК30. Чем выше сложность формы рабочих деталей, тем большее должно быть содержание кобальта в сплаве.

** Химический состав специального никелевого чугуна: углерод — 2,9...3,2%, кремний — 1,0...1,5%, никель — 2,5...4,0%, хром — 0,6...1,0%, марганец — 0,5...1,0%; термообработка: закалка в масле от температуры 850°С, отпуск при 350°С; показатели твердости и прочности: HB 350, $\sigma_b = 250$ МПа.

Детали штампов	Штампующие материалы	Рекомендуемые марки сталей, чугунов, твердых сплавов и других материалов	Твердость НРС после термообработки стальных деталей		
			матриц	пуансонов	прочих деталей
Штампы разного назначения					
Прижимы крупные с тонкими стенками, выталкиватели, работающие на удар Перетяжные ребра Секции перетяжных порогов	Любые	5ХНМ, 5ХНВ	—	—	46...50
	»	40Х, 45	—	—	—
	»	Х12М, 9ХС	—	—	56...60
Штампы разного назначения					
Плиты верхние и нижние То же для штампов с рабочими деталями из твердых сплавов Втулки и колонки, направляющие трения скольжения, направляющие кареток, каретки, клинья Втулки и колонки, направляющие трения качения Призмы, планки, направляющие для кузовных штампов, планки и подкладки для ползушек Пуансонодержатели; матрицедержатели; обоймы составных матриц и пуансонов; съёмники, не обеспечивающие направление пуансонов; толкатели, ступенчатые крепежные винты; буферные шпильки; клинья для крепления	Любые	Ст3, Ст4, 30Л, 40Л, 45, 45Л, СЧ21-40, СЧ24-44	—	—	—
	»	45, 45Л	—	—	—
	»	20	—	—	58...62 после цементации на глубину 0,5...0,8 мм
	»	ШХ9, ШХ15	—	—	60...64
	»	У10А, У8А	—	—	56...60
»	Ст3, Ст4, 40, 45	—	—	40...45 *	

элементов матрицы в твердосплавных штампах; планки направляющие	То же	45, 45Х	—	—	40...45
Съёмники, в отверстиях которых направляются пуансоны	»	У8А, У10А	—	—	40...45
Направляющие пуансонов и выталкивателей в твердосплавных штампах для вытяжки (простой формы)	»	ХВГ, 9ХС	—	—	40...45
То же сложной формы	»	У7А, У8А	—	—	40...45
Державки для напайных пуансонов и матриц твердосплавных штампов	»	У7, У8	—	—	40...45
Плиты подкладные	»	35, Ст4, Ст6	—	—	—
Хвостовики	»	45, Ст6	—	—	40...45
Упоры постоянные, временные, упорные	»	У8А	—	—	50...54
Штифты	»	У7, У8А	—	—	50...54
Фиксаторы, ловители	»	У7, У8	—	—	50...54
Выталкиватели, прижимы, являющиеся составными элементами матриц, пуансонов (в частности, в штампах для гибки с калибровкой)	»	ВК15, ВК20	—	—	—
Вкладыши к направляющим планкам для полос (ленты)	»	Резина листовая твердостью 50...60 по Шору А, полиуретан СКУ-7Л	—	—	—
Прокладки для буферов и прижимов простой формы	»	Резина листовая твердостью 76...80 по Шору А	—	—	—
То же сложной формы	»	То же твердостью 60...70 и 80...86 по Шору А соответственно	—	—	—

* Для стали 45.

Примечание. Рабочие и другие ответственные детали следует изготавливать из приведенных в таблице материалов в условиях крупносерийного и массового производства. Могут применяться более дешевые и менее стойкие материалы, обеспечивающие работоспособность и стойкость штампов, соответствующую конкретным условиям производства.

постоянным ходом — при заданном ходе ползуна. Для прессов с неподвижным столом — при заданном положении стола.

Вылет R ползуна — расстояние от оси ползуна до станины (направляющих стола). В прессах с передвижным столом R' — расстояние от оси ползуна до направляющих стола.

Технологическая работа A — наибольшая работа, которую в режиме одиночных ходов может выполнить пресс за один рабочий ход.

Среди прочих параметров, определяющих возможные размеры устанавливаемых штампов (рис. 30) и технологические возможности выполняемых операций, следует отметить такие: толщина подштамповой плиты $H_{пл}$; уровень торца направляющих H_n ; наименьшее расстояние между направляющими L_n в свету; наименьшее расстояние между стойками L_c в свету; угол наклона станины α ; наибольший ход выталкивателя: нижнего $h_{н.в}$ и верхнего $h_{в.в}$ их усилия; усилие прижимного устройства в столе пресса; размеры окон в стойках $A_0 \times H_0$ и их уровень над столом l_0 ; размеры мест установки и крепления штампов $A_c, B_c, D_c, a_c, b_c, D_{пл}, d_{пл}, h_{пл}, A_{пз}, B_{пз}, d_{пз}, l_{пз}$ и др.

Числовые значения параметров приведены в соответствующей литературе [22, 24, 25]. Для некоторых прессов значения параметров даны ниже.

Пресс одностоечный ненаклоняемый с передвижным столом и рогом модели КД1428: $P = 630$ кН, $h_{min} = 10$ мм, $h_{max} = 100$ мм, $n = 90$ мин⁻¹; $H = 530$ мм; $H_p = 280$ мм, $\Delta_{ш} = 80$ мм, $\Delta_c = 290$ мм, $H_n = 350$ мм, $A = 1,75$ кДж (далее единицы физических величин даны те же); пресс двухстоечный ненаклоняемый с неподвижным столом модели К2130А: $P = 1000$, $h_{min} = 25$, $h_{max} = 130$, $n = 40$, $H = 400$, $\Delta_{ш} = 100$; пресс двухстоечный наклоняемый с неподвижным столом модели КД2326А: $P = 400$, $h_{min} = 10$, $h_{max} = 80$, $n = 70$, $H = 280$, $\Delta_{ш} = 65$, $H_n = 370$, $\alpha = 30^\circ$, $A = 1,75$; пресс двухкривошипный модели К3132А: $P = 1600$, $h = 250$, $n = 40$, $H = 610$ (имеется плита ползуна толщиной 100 мм), $\Delta_{ш} = 160$, $H_n = 780$, $\alpha = 50^\circ$, $A = 12$; однокривошипный закрытый пресс модели К2534: $P = 2500$, $h = 200$, $n = 32$, $H = 560$, $\Delta_{ш} = 140$; двухкривошипный закрытый пресс модели К3730А: $P = 1000$, $h = 160$, $n = 50$, $H = 500$, $H_{пл} = 100$ мм, $\Delta_{ш} = 160$, $L_c = 1450$ мм, $h_{н.в} = 40$ мм, $h_{в.в} = 80$ мм, $Q = 100$ кН; однокривошипный закрытый пресс двойного действия модели К5530: $P_{вн} = 1000$ кН, $P_{нар} = 630$ кН, $h_{вн} = 420$ мм, $h_{нар} = 260$ мм, $n = 16$, $H_{вн} = 600$ мм, $H_{нар} = 530$ мм, $H_{пл} = 120$ мм, $\Delta_{ш} = 125$, $h_{н.в} = 260$ мм, $P_{н.в} = 20$ кН, $A_0 = 500$ мм, $H_0 = 480$ мм, $A = 46,8$ кДж.

Выше указывалось, что основными критериями для выбора кривошипного пресса являются усилие и работа, требуемые для выполнения операции. Однако не менее важное значение имеют геометрические параметры: размеры штампа в плане, его рабочий ход и закрытая высота.

Необходимо учитывать, что если стол пресса опущен в нижнее положение, шатун пресса отрегулирован на наименьшую длину и ход пресса является наименьшим, то при этих условиях на прессе мо-

жет быть установлен штамп с наибольшей закрытой высотой $H_{ш.мах}$:

$$H_{ш.мах} = H - H_{пл} + \frac{h_{max} - h_{min}}{2}$$

(обозначения даны выше).

Если же стол пресса поднят в верхнее положение, шатун отрегулирован на наибольшую длину и ход пресса является наибольшим, то при этих условиях на пресс может быть установлен штамп с наименьшей закрытой высотой $H_{ш.мин}$:

$$H_{ш.мин} = H - H_{пл} - \Delta_{ш} - \Delta_c.$$

В пределах между $H_{ш.мах}$ и $H_{ш.мин}$ находятся все возможные промежуточные значения закрытой высоты штампов, которые могут быть установлены на данном прессе.

Если штампу требуется некоторый ход h_0 , то его закрытая высота должна находиться от

$$H_{0min} = H - H_{пл} - \Delta_{ш} - \Delta_c + \frac{h_{max} - h_0}{2}$$

$$\text{до } H_{0max} = H - H_{пл} + \frac{h_{max} - h_0}{2}.$$

Например, пресс усилием 1000 кН модели К1430А имеет следующие технологические параметры: $H = 560$ мм, $\Delta_{ш} = 100$ мм, $\Delta_c = 280$ мм, $h_{max} = 130$ мм, $h_{min} = 25$ мм, $H_{пл} = 100$ мм. В этих условиях, если штампу, устанавливаемому на пресс, требуется ход $h_0 = 25$ мм, то его закрытая высота должна находиться от

$$H_{0min} = 560 - 100 - 100 - 280 + \frac{130 - 25}{2} = 132,5 \text{ мм}$$

$$\text{до } H_{0max} = 560 - 100 + \frac{130 - 25}{2} = 512,5 \text{ мм.}$$

В прессах, у которых $\Delta_{ш} = 0$ или $\Delta_c = 0$, приведенные формулы соответственно преобразуются. То же относится к прессам, имеющим постоянный ход $h = h_{max} = h_{min}$.

Глава 3

ЭКОНОМИКА ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

11. Себестоимость штампованной детали

Себестоимость штампованной детали — выраженная в денежной форме сумма затрат на потребленные в процессе изготовления этой детали средства производства, оплату труда рабочих, услуг других предприятий, расходы по реализации изготовленной детали, а также затраты по управлению и обслуживанию производства, отнесенные к данной детали [14].

Себестоимость может быть определена для конкретной детали, в среднем на одну деталь некоторой номенклатурной группы или на

тонну деталей. Во всех случаях все затраты должны быть отнесены к той единице, для которой вычисляется себестоимость.

Полная (фабрично-заводская) себестоимость

$$C = C_u + C_z + C_v, \quad (3.1)$$

где C_u — цеховая себестоимость; C_z — общезаводские расходы; C_v — внепроизводственные расходы.

Цеховая себестоимость

$$C_u = C_m + (C_{ш} + C_n) K_c K_d + C_{т.э} + C_o + C_{оц}, \quad (3.2)$$

где C_m — стоимость материалов с учетом транспортно-заготовительных расходов (за вычетом стоимости возвратных отходов); $C_{ш}$ — заработная плата штамповщиков; C_n — заработная плата наладчиков; K_c — коэффициент, учитывающий отчисления в фонд социального страхования; K_d — коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату производственных рабочих; $C_{т.э}$ — затраты на технологическое топливо и технологическую электроэнергию; C_o — расходы на содержание и эксплуатацию оборудования; $C_{оц}$ — общецеховые расходы.

Составляющие цеховой себестоимости C_o и $C_{оц}$ вычисляют по формулам:

$$C_o = C_z + C_A + C_p, \quad (3.3)$$

где

$$C_z = C_{в.м} + C_{в.р} + C_{с.э} + C_{в.пр}; \quad (3.4)$$

$$C_A = C_{АО} + C_{Аш}; \quad (3.5)$$

$$C_p = C_{р.о} + C_{р.ш}; \quad (3.6)$$

$$C_{оц} = C_{АЗ} + C_{р.э} + C_{н.м} + C_{пр}. \quad (3.7)$$

В приведенных формулах приняты обозначения:

C_z — затраты, непосредственно связанные с эксплуатацией оборудования; C_A — амортизационные отчисления от стоимости кузнечно-прессового и транспортного оборудования ($C_{АО}$) и штампов ($C_{Аш}$); C_p — затраты на текущий ремонт кузнечно-прессового, транспортного оборудования ($C_{р.о}$) и штампов ($C_{р.ш}$); $C_{в.м}$ — стоимость обтирочных, смазочных и прочих материалов, расходуемых в процессе обслуживания и ремонта оборудования, транспортных средств и штампов; $C_{в.р}$ — основная и дополнительная зарплата вспомогательных рабочих, занятых обслуживанием и ремонтом оборудования, транспортных средств и штампов (включая отчисления на социальное страхование); $C_{с.э}$ — стоимость силовой энергии, расходуемой на приведение в действие оборудования и транспортных средств; $C_{в.пр}$ — стоимость услуг вспомогательных производств; $C_{АЗ}$ — амортизационные отчисления от стоимости зданий, сооружений, инвентаря; $C_{р.э}$ — затраты на текущий ремонт зданий, сооружений, инвентаря; $C_{н.м}$ — стоимость возмещения износа малоценных и быстроизнашиваемых инструментов и прочих предметов; $C_{пр}$ — прочие цеховые расходы.

С учетом приведенных зависимостей и обозначений формулы (3.3)... (3.7) можно преобразовать к виду:

$$C_u = C_m + (C_{ш} + C_n) K_c K_d + C_{т.э} + C_o + C_{АП} + C_{р.л} + C_{н.м} + C_{пр}, \quad (3.8)$$

где $C_{АП}$ и $C_{р.л}$ — полные суммы соответственно амортизационных отчислений и затрат на текущий ремонт ($C_{АП} = C_{АО} + C_{Аш} + C_{АЗ}$; $C_{р.л} = C_{р.ш} + C_{р.о} + C_{р.э}$).

Составляющие цеховой себестоимости могут вычисляться в зависимости от наличия исходных данных для расчета с учетом конкретных параметров технологического процесса или по укрупненным нормативам. В первом случае основанием для расчета служат данные о расходе металла, объеме возвратных отходов, нормах времени на штамповку и наладку штампов, о расходе электроэнергии, топлива, вспомогательных материалов и т. д. [23].

Если задана норма расхода металла на одну деталь H и масса готовой детали M_d , то

$$C_m = H \Pi_m K_T - (H - M_d) \Pi_o, \quad (3.9)$$

где Π_m и Π_o — цена единицы массы, соответственно металла и отходов (определяются по соответствующим прейскурантам); K_T — коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Затраты на материалы, как правило, являются основной составляющей себестоимости деталей, изготавливаемых листовой штамповкой. Как видно из приведенного ниже примера расчета (см. «Пример 1»), они составляют более 90% от цеховой и более 85% от полной себестоимости детали. Поэтому в условиях листовой штамповки необходимо особенно экономно расходовать металл. Если бы в упомянутом примере за счет более рационального раскроя удалось повысить коэффициент использования металла с 60 до 65%, то полная себестоимость детали снизилась бы на 8...10%. Это следует всегда учитывать при разработке технологического процесса листовой штамповки.

Зарботную плату производственных рабочих определяют в зависимости от трудоемкости:

$$C_{ш} = T_k \text{ ч}, \quad (3.10)$$

где $T_k = T_{шт} + (T_{пз}/п)$ — штучно-калькуляционное время, норма времени на штамповку одной детали; T_k вычисляется для всех технологических операций, выполняемых в процессе изготовления данной детали, и суммируется для определения нормы времени на штамповку детали в целом;

$T_{шт}$ — штучное время; $T_{пз}$ — подготовительно-заключительное время, определяемое по типовым нормам времени; $п$ — средняя партия штампуемых деталей, шт; $ч$ — часовая тарифная ставка рабочего соответствующего разряда, принимаемая по соответствующим нормативам [22, 23].

Зарботная плата наладчиков

$$C_n = T_n \text{ ч/п}, \quad (3.11)$$

где T_n — норма времени на установку и наладку штампа.

Сумма величин $C_{ш} + C_n$ — основная зарплата производственных рабочих.

Коэффициенты K_c и K_d в разных отраслях принимают по соответствующим нормативам, однако в среднем они могут приниматься для практических расчетов: $K_c = 1,077$; $K_d = 1,08$.

Сумма амортизационных отчислений определяется как доля балансовой стоимости оборудования, штампов, производственных зданий в соответствии с действующими «Нормами амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР».

При практических укрупненных расчетах доля амортизационных отчислений по оборудованию может быть принята в размере 0,107, по зданиям — 0,03, по штампам при сроке службы 2 года — 0,5, при сроке службы 3 года — 0,3. Аналогично определяется сумма затрат на текущий ремонт. При этом доля затрат соответственно принимается: по оборудованию — 0,045, по зданиям — 0,02, по штампам — 0,07.

Прочие цеховые расходы $C_{пр}$ принимаются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по установившимся нормативам. Общезаводские C_z и внепроизводственные C_v расходы также определяют по установившимся нормативам.

Себестоимость штампованной детали можно определить на основании данных о цеховой себестоимости работы прессы в течение одного часа [24].

12. Выбор вариантов технологического процесса и их экономическое обоснование

Выбор вариантов технологического процесса вначале осуществляется исходя из технических возможностей выполнения штамповочных операций, наличия оборудования, имеющегося в распоряжении предприятия, времени на подготовку производства, возможностей приобретения или изготовления штампов и т. д. Однако для принятия окончательного решения о выборе варианта технологического процесса должен быть выполнен экономический анализ.

В основе экономического анализа лежит сравнение приведенных затрат, необходимых для осуществления вариантов технологического процесса. Приведенные затраты на единицу продукции

$$П_3 = C + E_n K_n, \quad (3.12)$$

где E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_n = 0,15$; K_n — капитальные вложения, приходящиеся на единицу продукции, для которой определена себестоимость C .

Вариант технологического процесса с наименьшими приведенными затратами является наиболее экономичным и, следовательно, наиболее приемлемым.

В состав капитальных вложений включается стоимость оборудования (с учетом затрат на его монтаж), производственных зданий и штампов. Первые две составляющие обычно определяют для цеха, участка, крупного изделия. Затем вычисляют их долю, приходящуюся

на единицу продукции, для которой находят приведенные затраты. Сумму капитальных вложений, определяемую стоимостью штампов, можно вычислить сразу для данной единицы продукции.

13. Экономический эффект от внедрения технологических процессов листовой штамповки

Экономический эффект в общем случае определяют по одной из формул:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= П_{3,1} - П_{3,2} = (C_1 + E_n K_{n,1}) - (C_2 + E_n K_{n,2}) = \\ &= (C_1 - C_2) - E_n (K_{n,1} - K_{n,2}) = \Delta C - E_n \Delta K_n, \end{aligned} \quad (3.13)$$

где C_2, C_1 — себестоимость при вариантах 2 и 1 технологического процесса; $K_{n,1}, K_{n,2}$ — соответствующие величины капитальных вложений, необходимые для осуществления вариантов 2 и 1 технологического процесса; ΔC — изменение себестоимости продукции; $\pm \Delta K_n$ — изменение капитальных вложений, вызвавшее изменение себестоимости или связанное с ним («плюс» при повышении K_n ; «минус» при снижении K_n).

Приведенные величины принимаются из расчета на единицу продукции; соответственно на единицу продукции определяется экономический эффект. Чтобы найти годовой экономический эффект, необходимо значение полученного экономического эффекта $\mathcal{E}$ умножить на величину годовой программы продукции.

Как правило, вариант технологического процесса с более низкой себестоимостью требует больших капитальных вложений, т. е. при $C_2 < C_1$ и $K_{n,2} > K_{n,1}$. В этом случае экономический эффект — это разность между экономией, полученной за счет снижения себестоимости при варианте 2, и долей дополнительных капитальных вложений, требующихся при варианте 2 по сравнению с вариантом 1.

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений при этом определяется по формуле

$$T_{к.в} = \frac{K_{n,2} - K_{n,1}}{C_1 - C_2}. \quad (3.14)$$

Однако возможны случаи (например, при внедрении поэлементной штамповки на универсально-переналаживаемых штампах взамен штамповки на специальных штампах), когда резкое снижение капитальных вложений приводит к соответствующему уменьшению отчислений на амортизацию и текущий ремонт и, следовательно, — к снижению себестоимости, т. е. одновременно действительны два условия: $C_2 < C_1$ и $K_{n,2} < K_{n,1}$. При этом срок окупаемости капитальных вложений не определяется.

14. Общие положения

Специальные штампы применяются для штамповки деталей в условиях массового, крупносерийного и серийного производства, т. е. когда большие количества подлежащих изготовлению специальных штампов окупаются изготавливаемыми на них деталями.

Для штамповки одной детали средней сложности требуется 3...4 штампа. Если, например, на заводе необходимо освоить производство изделия, насчитывающего 100 наименований деталей из листового проката, то в процессе подготовки производства следует изготовить до 400 штампов (не считая дублеров) общей стоимостью 150...200 тыс. руб. Если количество изготавливаемых деталей невелико, то такие крупные затраты производить нецелесообразно. Расчеты показывают, что для обеспечения окупаемости затрат на специальные штампы в течение пяти лет годовая программа деталей должна превышать 1000...2000 шт. (в зависимости от сложности деталей). При меньших программах изготовление специальных штампов экономически нецелесообразно.

Таким образом, первым этапом разработки технологического процесса штамповки должен быть анализ экономической целесообразности применения специальных штампов. Он может основываться (предварительно) на следующем условии: специальные штампы следует применять, если программа деталей превышает 2000 шт./год. При меньших программах решению о применении специальных штампов должно предшествовать сравнение затрат, необходимых для освоения производства деталей различными методами.

При разработке технологического процесса листовой штамповки необходимо стремиться к максимальному совмещению операций, т. е. к наименьшему количеству штампов, применяемых при изготовлении каждой детали. Однако при этом необходимо учитывать, что совмещение приводит к усложнению штампов. Поэтому выбор количества штамповочных операций должен осуществляться на основе анализа всех факторов и отыскания оптимального варианта.

При разработке курсового проекта студент, имея чертеж конкретной детали и данные о ее годовой программе, должен принять решение о наиболее приемлемом варианте технологического процесса, разработать его и экономически обосновать правильность принятого решения.

Выполненный проект в общем случае состоит из расчетно-пояснительной записки и сборочных чертежей нескольких штампов со спецификациями. Кроме того, в проект включается несколько основных (рабочих) деталей штампов.

В расчетно-пояснительной записке должны найти отражение следующие вопросы:

- 1) выбор варианта и определение структуры технологического процесса;
- 2) расчет параметров технологического процесса;
- 3) конструктивные особенности и расчет элементов штампов;
- 4) определение себестоимости штампуемой детали и экономического эффекта от внедрения разработанного технологического процесса.

Степень освещения каждого из перечисленных вопросов зависит от конкретного задания, сложности деталей и других условий проектирования.

15. Примеры разработки технологических процессов, оформления расчетно-пояснительной записки и чертежей штампов *

Пример 1. Разработать технологический процесс штамповки детали «Бачок» (см. прил. 1, рис. 1). Материал детали — алюминий А5М, толщина 2,5 мм. Годовая программа 25 000 шт.

1. Выбор варианта и определение структуры технологического процесса. 1. Выбор варианта основных операций технологического процесса. На основании анализа формы заданной детали, ее размеров и годовой программы можно сделать вывод о том, что единственно целесообразным и технически осуществимым вариантом основной операции является вытяжка детали из плоской заготовки. Вытяжек должно быть несколько (это подтверждено последующими расчетами). Операции должны осуществляться с прижимом. Вытяжку можно выполнить на кривошипных или гидравлических прессах. При заданной серийности предпочтение следует отдать первым. При использовании кривошипных прессов простого действия необходимо встраивать в штамп буферное устройство. Использование пресса двойного действия исключает этот недостаток. Таким образом, для выполнения операций вытяжки следует применить пресс двойного действия.

2. Анализ технологичности детали. Поскольку выбран вариант основной технологической операции — вытяжка из плоской заготовки, анализ технологичности выполняем исходя из условий технологичности деталей, изготавливаемых вытяжкой. Важнейшие критерии технологичности — радиусы закруглений между вертикальными стенками и вертикальной стенкой и дном. В заданной детали эти радиусы составляют 8s, что обеспечивает значительный резерв технологичности (см. табл. 35).

Допуски на высотные размеры также соответствуют норме (см. табл. 36). Диаметр пробиваемых отверстий равен 1,7s, что также является приемлемым (см. табл. 27).

Таким образом, представленная деталь технологична и для нее можно разрабатывать технологический процесс штамповки без предварительного внесения в чертеж детали каких-либо изменений.

3. Определение структуры технологического процесса. *Расчетные параметры детали.* Расчетные параметры штампуемой детали — длина A, ширина B, высота H_p, радиусы закруглений r₀ и R₀, площадь поверхности F_д и периметр L.

На рис. 2 прил. 1 условно изображены контуры детали по средней линии сечения и определены параметры A, B, r₀, R₀.

Для обеспечения возможности качественной обрезки детали после вытяжки следует дополнительно образовать небольшой фланец. При этом, поскольку фланец необходимо получить в процессе последней вытяжки, радиус закругления у фланца должен быть таким, чтобы обеспечить вытяжку без обрывов детали. Поэтому принимается радиус у фланца, равный 20 мм, и дополнительно — фланец по контуру шириной 10 мм.

* Подробно рассмотрены примеры 1 и 8, остальные — сокращенно.

Величину F_d определяем по составляющим элементам поверхности коробки. Расчет ведем по средней линии сечений:

$$F_d = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6,$$

где F_1 — площадь плоских поверхностей вертикальных стенок коробки,

$$F_1 = (235 \cdot 2 + 190 \cdot 2) 150 = 128\,000 \text{ мм}^2;$$

F_2 — площадь плоской части дна,

$$F_2 = 235 \cdot 190 = 44\,500 \text{ мм}^2;$$

F_3 — площадь поверхности половины сферы, составленной из четырех угловых закруглений у дна коробки,

$$F_3 = 2 \cdot 3,14 \cdot 21,25^2 = 2900 \text{ мм}^2;$$

F_4 — площадь наклонной поверхности выступа в дне коробки,

$$F_4 \approx 17 (70 \cdot 2 + 2 \cdot 3,14 \cdot 60) = 8800 \text{ мм}^2;$$

F_5 — площадь поверхности закругления между вертикальными стенками и фланцем,

$$F_5 \approx (232,5 \cdot 2 + 277,5 \cdot 2) \frac{3,14}{2} 21,25 = 34\,800 \text{ мм}^2;$$

F_6 — площадь плоской поверхности фланца,

$$F_6 \approx (232,5 \cdot 2 + 277,5 \cdot 2) 10 = 10\,200 \text{ мм}^2.$$

Таким образом, $F_d = 229\,200 \text{ мм}^2$.

Величину L определяем по данным на рис. 16:

$$L = 2A + 2B - 1,72r_0 = 984 \text{ мм}.$$

Количество потребных операций вытяжки. Вначале определяем возможность применения одной вытяжки. Для этого (поскольку фланец у детали неширокий, рассматриваем процесс как вытяжку без фланца) по табл. 17 находим коэффициент K_1 , предварительно вычислив отношения:

$$A/B = 277,5/232,5 = 1,2;$$

$$(s/B) 100 = (2,5/232,5) 100 = 1,07;$$

$$K_1 = 0,75.$$

По формуле (1.54) определяем наибольшую расчетную высоту детали, которую можно получить за одну вытяжку:

$$h_p^{\max} = K_1 B = 0,75 \cdot 232,5 = 175 \text{ мм}.$$

Поскольку $h_p > h_p^{\max}$, одной вытяжки недостаточно.

Количество операций вытяжки определяем по табл. 16. Для этого предварительно вычисляем относительную толщину заготовки

$$\frac{s}{1,13 \sqrt{F_d}} 100 = \frac{2,5}{1,13 \sqrt{229\,200}} 100 = 0,46$$

и суммарный коэффициент вытяжки

$$\frac{L}{3,55 \sqrt{F_d}} = \frac{984}{3,55 \sqrt{229\,200}} = 0,57.$$

При получившихся соотношениях по табл. 16 определяем, что потребное количество операций вытяжки должно быть равно двум.

Учитывая необходимость рельефной формовки дна коробки, которая должна выполняться после вытяжки, целесообразно в штампе для формовки осуществить также и последнюю операцию вытяжки, распределив таким образом общую вытяжку на три операции. Благодаря такому решению повысится надежность технологического процесса, а суммарное количество операций не увеличится.

Установление полного состава технологического процесса. На основании приведенных выше расчетов и выводов устанавливаем такую последовательность штамповочных операций:

1. Отрезка заготовки.
2. Первая вытяжка.
3. Вторая вытяжка.
4. Третья вытяжка и рельефная формовка.
5. Обрезка.
6. Пробивка отверстий.

II. Расчет параметров технологического процесса. 1. Определение формы и размеров заготовки. Вычисляем значение отношения

$$h_p/B = 205/232,5 = 0,88.$$

Поскольку $h_p/B > 0,7$, принимается заготовка овальной формы с размерами, определяемыми по формулам (1.49), (1.50)...(1.53):

$$A_1 = \sqrt{(277,5 - 232,5)(277,5 + 232,5 - 0,86 \cdot 21,25)} = 154 \text{ мм};$$

$$A_2 = \sqrt{1,27 \cdot 229\,200 + 0,5 \cdot 154^2} = 550 \text{ мм};$$

$$B_2 = \sqrt{1,27 \cdot 229\,200 - 0,5 \cdot 154^2} = 535 \text{ мм};$$

$$R_B = \frac{0,707 \cdot 535}{\sqrt{(550/535)^2 + 1}} = 260 \text{ мм};$$

$$R_A = \frac{0,25(550^2 + 535^2) - 550 \cdot 260}{535 - 520} = 280 \text{ мм}.$$

По полученным данным контур заготовки построен на рис. 3 прил. 1. Имеет смысл произвести упрощение контура, преобразовав его в растянутый круг. В этом случае будет обеспечена возможность обрезать прямоугольную заготовку с двух сторон по дуге с применением штампа, в значительной мере упрощенного и облегченного (а не изготавливать громоздкий штамп для вырубki всего контура).

Если при этом, сохранив размер 535, увеличить R_B до $535/2 = 267,5$ мм (округляем до 268) и сохранить межцентровое расстояние 30 мм, то размер A_2 увеличится до $30 + 2 \cdot 268 = 566$ мм.

Принятая окончательно заготовка 1 показана на рис. 4 прил. 1, где 1 — заготовка; 2 — контур полуфабриката после первой вытяжки; 3 — контур полуфабриката после второй вытяжки; 4 — контур готовой детали.

2. Определение формы и размеров промежуточных полуфабрикатов. Предпоследний полуфабрикат. Форма предпоследнего полуфабриката (после второй вытяжки) определяется величиной критического радиуса в углах детали. В данном случае

$$r_0^{KP} = 0,1 \sqrt{h_p B} = 0,1 \sqrt{205 \cdot 232,5} = 22 \text{ мм}$$

и

$$r_0 < r_0^{KP}.$$

Следовательно, предпоследний полуфабрикат должен иметь форму прямоугольника с выпуклыми сторонами. Однако коэффициент вытяжки m_n не может быть вычислен, так как разница между r_0 и r_0^{KP} весьма незначительна (m_n определяют по формуле:

$$m_n = 1 - \frac{1,3r_0}{\sqrt{h_p B}},$$

которая при заданных величинах дает отрицательные значения m_n).

Предпоследней вытяжкой можно получить прямоугольную коробку с плоскими гранями, но с увеличенными по сравнению с окончательной деталью размерами и радиусом закругления между стенками. Размеры предпоследнего полуфабриката при этом могут быть определены с учетом методики, приведенной в [24, табл. 75].

В соответствии с указанной методикой размеры (в плане) предпоследнего полуфабриката должны быть увеличены по сравнению с размерами детали после последней вытяжки на величину, не превышающую 20%.

Принимаем увеличение на 12s. Тогда размеры предпоследнего полуфабриката находим по формулам:

$$A_{n-1} = A + 12s = 277,5 + 12 \cdot 2,5 = 307,5 \text{ мм};$$

$$B_{n-1} = B + 12s = 232,5 + 12 \cdot 2,5 = 262,5 \text{ мм}.$$

Радиус закругления между вертикальными стенками предпоследнего полуфабриката r_{n-1} должен быть получен построением при условии, что

$$r_{n-1} = (27 \dots 35) s; \quad X = (0,4 \dots 0,5) r_0.$$

В рассматриваемом примере

$$r_{n-1} = 62,5 \cdot 0,87,5 \text{ мм}; \quad X = 8,5 \dots 10,5 \text{ мм}.$$

Построением получаем:

$$r_{n-1} = 66,75; \quad X = 8,5 \text{ мм}.$$

Контур полуфабриката 2 нанесен на рис. 4 прил. 1.

Определим высоту полуфабриката после второй вытяжки, сохраняя площадь поверхности F_d .

Площадь поверхности дна (с конусной частью и выпуклостью) можно ориентировочно найти по формуле

$$F_1 = 262,5 \cdot 307,5 = 80\,500 \text{ мм}^2$$

(предполагая, что увеличение площади за счет выпуклости в дне компенсируется ее уменьшением за счет закруглений и конусной части).

Площадь поверхности боковых стенок

$$F_2 = F_d - F_1 = 229\,200 - 80\,500 = 148\,700 \text{ мм}^2.$$

Эта площадь может быть также представлена выражением

$$F_2 = (129 \cdot 2 + 174 \cdot 2 + 2 \cdot 3,14 \cdot 66,75) h'_{n-1} = 148\,700 \text{ мм}^2,$$

откуда $h'_{n-1} = 145 \text{ мм}$, где h'_{n-1} — часть общей высоты коробки. Ее полная высота определится, если к h'_{n-1} прибавить высоту выпуклости ($\sim 20 \text{ мм}$) и высоту конусной части ($\sim 35 \text{ мм}$). Кроме того, поскольку при вытяжке образуется фланец, следует вычесть часть высоты, которая затрачивается на его образование ($\sim 10 \text{ мм}$).

Таким образом,

$$h_{n-1} \approx 145 + 20 + 35 - 10 = 190 \text{ мм}.$$

Полная высота (с учетом толщины дна и фланца) составит $190 + 2,5 = 192,5 \text{ мм}$. Эту расчетную величину следует уточнить опытным путем.

Полуфабрикат после первой вытяжки. Он является предпоследним для вытяжки прямоугольной коробки с размерами в плане A_{n-1} , B_{n-1} и r_{n-1} . Поскольку $r_{n-1} > r_0^{\text{кр}}$, то полуфабрикат должен иметь форму овала с размерами, определяемыми по формулам (1.64), (1.65), (1.66), (1.67) и (1.68):

$$R_{Bn-2} = 0,707 \cdot 262,5 - 0,26 \cdot 66,75 = 169 \text{ мм};$$

$$A_{n-2} = 307,5 - 262,5 + 2 \cdot 169 = 383 \text{ мм}.$$

Остальные значения вычислять нецелесообразно, так как отклонения овала от растянутого круга незначительны. Поэтому следует строить коробку после первой вытяжки в виде растянутого круга, приняв за основу полученные размеры R_{Bn-2} и A_{n-2} . Указанный контур полуфабриката 4 построен на рис. 4 прил. 1. Определим его высоту аналогично тому, как была найдена высота полуфабриката после второй вытяжки.

Площадь поверхности дна

$$F_1 = 3,14 \cdot 169^2 + 45 \cdot 388 = 105\,300 \text{ мм}^2$$

(предполагая, что увеличение площади за счет выпуклости компенсируется ее уменьшением за счет закруглений).

Площадь поверхности боковых стенок

$$F_2 = F_d - F_1 = (2 \cdot 3,14 \cdot 169 + 2 \cdot 45) h'_{n-2} = 123\,900 \text{ мм}^2,$$

откуда $h'_{n-2} = 107 \text{ мм}$.

Полная высота

$$h_{n-2} = 107 + 22,5 + 16 \sqrt{3} - 10 + 1,25 = 149 \text{ мм}.$$

3. Технологические переходы штамповки. На основании выполненных расчетов могут быть окончательно установлены форма и размеры всех полуфабрикатов, получаемых в результате штамповочных операций. Они показаны на рисунках прил. 1: на рис. 5 приведена схема первой операции — обрезка исходной заготовки за два удара (1 — отход, 2 — заготовка); на рис. 6 — чертеж полуфабриката после второй операции — первой вытяжки; на рис. 7 — чертеж полуфабриката после третьей операции — второй вытяжки; на рис. 8 — чертеж полуфабриката после четвертой операции — третьей вытяжки и рельефной формовки дна; на рис. 9 — чертеж детали после пятой операции — обрезки фланца. Готовая деталь после операции «пробивка отверстий» показана на рис. 1 прил. 1.

4. Выбор и раскрой основного материала. В качестве основного материала выбираем лист алюминиевый А5М толщиной 2,5 мм по ГОСТ 21631—76. Из всех возможных размеров листа принимаем те, которые обеспечивают наиболее эффективный раскрой. Для этого производим соответствующие графические построения и расчеты, по результатам которых останавливаемся на оптимальном, при котором коэффициент использования металла будет наибольшим (в сложных случаях такую работу более целесообразно выполнять с помощью ЭВМ). В данном случае оптимальными являются размеры листа $1200 \times 2000 \text{ мм}$ (см. прил. 1, рис. 10). Масса листа — 16,2 кг, масса готовой детали — 1,6 кг. Из одного листа получается 6 заготовок.

Определяем норму расхода и коэффициент использования металла по формулам (1.1) и (1.2):

$$H = 16,2/6 = 2,7 \text{ кг}; \quad K_H = (1,6/2,7) 100 = 60\%.$$

5. Определение потребных усилий для выполнения штамповки и выбор оборудования. *Отрезка исходной заготовки.* Она выполняется на гильотинных ножницах. Усилие, потребное для отрезки, [24, табл. 3],

$$P = 0,5 \frac{s^2}{\lg \varphi} \sigma_{\text{ср}};$$

для гильотинных ножниц $\varphi = 1^\circ 30'$;

$$\sigma_{\text{ср}} = 120 \text{ МПа};$$

$$P = 0,5 \frac{2,5^2}{\lg 1^\circ 30'} 120 = 14\,300 \text{ Н}.$$

С учетом возможного притупления ножей усилие может возрасти на 30% и составит 18 700 Н.

Принимаем кривошипные листовые ножницы с наклонным ножом (гильотинные) модели НД3316Г, выпускаемые отечественной промышленностью. Ножницы предназначены для материала толщиной до 4 мм при его пределе прочности до 500 МПа. Наибольшая ширина разрезаемого листа — 2000 мм; частота движения ножа — 65 мин⁻¹.

Обрезка исходной заготовки. Исходная заготовка, отрезанная на гильотинных ножницах, поступает на первую технологическую операцию — обрезку сторон по дуге $R = 268 \text{ мм}$ за два удара штампа.

За один удар обрезка производится по дуге 180° . Усилие обрезки определяем по формуле (1.9):

$$P = \frac{L \sigma_{\text{ср}}}{1000} = \frac{\pi R \sigma_{\text{ср}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 268 \cdot 2,5 \cdot 120}{1000} = 254 \text{ кН}.$$

Учитывая большие габаритные размеры штампа для выполнения обрезки, принимаем пресс усилием 630 кН модели КД2328. Ход ползуна пресса регулируется в пределах 10...100 мм; наибольшая закрытая высота — 340 мм, ее регулировка осуществляется в пределах 80 мм; частота движения — 90 мин⁻¹.

Первая вытяжка. Усилие вытяжки определяем по формуле (1.32):

$$P_B = \frac{LsK\sigma_B}{1000}$$

Величина $L = 984$ мм определена ранее. Коэффициент K находим по табл. 11. Для этого предварительно вычисляем:

$$h_B/B = 162/338 = 0,48;$$

$$\frac{s}{1,13\sqrt{F_d}} 100 = 0,46; \quad r_B/B = 169/338 = 0,5;$$

$$K \leq 0,4; \quad \sigma_B = 150 \text{ МПа};$$

$$P_B = \frac{984 \cdot 2,5 \cdot 0,4 \cdot 150}{1000} = 148 \text{ кН}.$$

Усилие прижима

$$P_{\text{прж}} = \frac{qF}{1000}; \quad q = 0,8 \text{ МПа}.$$

Площадь прижима в начальный момент вытяжки представляет собой площадь кольцевой поверхности между контуром заготовки и контуром полуфабриката после первой вытяжки (см. прил. 1, рис. 4):

$$F = (3,14 \cdot 268^2 + 30 \cdot 536) - (3,14 \cdot 169^2 + 45 \cdot 338) = 137\,400 \text{ мм}^2;$$

$$P_{\text{прж}} = \frac{137\,400 \cdot 0,8}{1000} = 110 \text{ кН}.$$

Работу деформации определяем по формуле (1.36):

$$A_B = \frac{0,5 \cdot 148 \cdot 162}{1000} = 12 \text{ кДж}.$$

Дальнейшая разработка конструкции штампа показала, что по габаритным размерам он должен быть установлен на пресс двойного действия усилием 1000/630 кН модели КА5530. Ход внутреннего ползуна пресса составляет 420 мм, наружного — 260 мм. Наибольшая закрытая высота внутреннего ползуна — 600 мм, его регулировка — 125 мм, частота движения — 16 мин⁻¹.

Расчет усилия и работы деформации второй и третьей вытяжек производить не имеет смысла, так как по габаритным размерам штампов они должны выполняться на том же прессе, что с точки зрения силовых и энергетических факторов обеспечивает выполнение операции с большим резервом.

Обрезка производится по контуру готовой детали (см. прил. 1, рис. 4). Периметр контура обрезки ранее был вычислен: $L = 984$ мм.

Усилие

$$P = \frac{984 \cdot 2,5 \cdot 120}{1000} = 295 \text{ кН}.$$

По габаритным размерам штамп следует устанавливать на тот же пресс двойного действия.

Пробивка отверстий. Периметр контура пробивки в сумме для 4-х отверстий:

$$L = 4 \cdot 3,14 \cdot 4,2 = 53 \text{ мм}.$$

Усилие

$$P = \frac{53 \cdot 2,5 \cdot 120}{1000} = 16 \text{ кН}.$$

Выбор пресса определяется габаритными размерами штампа. Принят пресс усилием 400 кН модели КД1426. Ход пресса — 10...80 мм, наибольшая закрытая высота при нижнем положении стола — 500 мм, при верхнем — 200 мм. Число ходов в минуту — 100.

III. Конструктивные особенности и расчет элементов штампов. В рассматриваемом проекте разработаны следующие штампы для изготовления детали «Бачок»: штамп для первой вытяжки; штамп для третьей вытяжки и рельефной формовки; штамп для обрезки; штамп для пробивки отверстий.

1. Штамп для первой вытяжки — типовой для аналогичных работ, выполняемых на прессах двойного действия. Он состоит из трех основных частей (см. прил. 1, рис. 11): нижней части (узлы матрицы и выталкивателя), внутреннего пуансона и прижима. Взаимодействие указанных частей обеспечивается последовательностью работы соответствующих механизмов пресса.

Профиль пуансона полностью повторяет профиль полуфабриката после первой вытяжки. Радиус закругления вытяжной кромки матрицы определяем по табл. 45 для $(s/D_3) 100 = 0,46$ при вытяжке без фланца.

Определяем

$$r_m = (8 \dots 10) s = 20 \dots 25 \text{ мм}.$$

Принимаем $r_m = 20$ мм.

Поскольку на чертеже детали после первой вытяжки заданы внутренние размеры, размеры пуансона их повторяют. Припуск на износ в данном случае задавать не имеет смысла, так как операция обеспечивает штамповку полуфабриката, а не готовой детали.

Матрица повторяет форму пуансона с учетом одностороннего зазора, определяемого по формуле (2.26):

$$z/2 = 2,5 + 2,5 \cdot 0,18 = 2,95 \text{ мм}.$$

Спецификация штампа, выполненная в соответствии с требованиями стандарта, приведена на рис. 12 прил. 1.

2. Штамп для третьей вытяжки является также типовым. Конструктивно он оформлен аналогично первому. Принципиальная разница заключается в конструкции прижима, который входит внутрь коробки, вытянутой предварительно, и прижимает поверхность конусной части ее дна к закруглению на ребре матрицы (см. прил. 1, рис. 13).

Поскольку данная операция обеспечивает получение окончательных размеров полости детали, исполнительные размеры пуансона должны быть даны с припуском на износ.

Размеры определяем по формулам (2.26), (2.27), (2.28):

$$z/2 = 2,5 + 2,5 \cdot 0,18 = 2,95 \text{ мм};$$

$$\delta = 0,8K_{\Delta} \Delta = 0,8 \cdot 0,4 (1,15 \dots 1,3) = 0,37 \dots 0,41 \approx 0,4 \text{ мм}$$

(по СТ СЭВ 144—75 предельные отклонения для поперечных размеров полости: для размера 230 мм $\Delta = +1,15$ мм, для размера 275 мм $\Delta = +1,3$ мм).

Размеры пуансона:

$$l_{n_1} = (230 + 0,4 \cdot 1,15)_{-0,4} = 230,5_{-0,4};$$

$$l_{n_2} = (275 + 0,4 \cdot 1,3)_{-0,4} = 275,5_{-0,4}.$$

Матрица изготавливается по профилю пуансона с односторонним зазором 2,95 мм. Радиус на ребре матрицы $r_m = 20$ мм.

Спецификация штампа приведена на рис. 14 прил. 1.

3. Штамп для обрезки конструктивно идентичен штампу для вытяжки, однако он имеет и существенные отличия (см. прил. 1, рис. 15): в процессе работы используется только один ползун пресса — наружный, к которому крепится верхняя часть штампа; деталь после обрезки проталкивается сквозь матрицу, вследствие чего ее торец выравнивается и на нем не остается следов закругления. Чтобы в процессе обрезки фланец детали не защемялся, съёмник штампа с помощью дистанционных упоров упирается в матрицу, образуя для фланца необходимый зазор.

Определяем исполнительные размеры пуансона и матрицы для обрезки.

Зазор между матрицей и пуансоном определяем по табл. 38: $z = 0,180 + 0,050$ мм. Предельные отклонения контура обрезки равны предельным отклонениям по лости детали. С учетом этого номинальными размерами обрезки являются: 236,15 $_{-1,15}^{+0,15}$ мм; 281,3 $_{-1,3}^{+0,3}$ мм и R 23,02 $_{-0,52}^{+0,52}$ мм.

Соответственно припуски на износ определяем по табл. 40: на размеры 236,15 $_{-1,15}^{+0,15}$ мм и 281,3 $_{-1,3}^{+0,3}$ мм $\Pi_1 = 0,900$ мм; на размер R 23,02 $_{-0,52}^{+0,52}$ мм $\Pi_2 = 0,400$ мм.

Там же находим допуски на изготовление матрицы: на размер 236,15 мм и 281,3 мм $\delta_m = 0,260$ мм; на размер R 23,02 мм $\delta_m = 0,12$ мм.

Исполнительные размеры матрицы определяем по формуле (2.5):

$$L_{M_1} = (236,15 - 0,900) + 0,26 = 235,25 + 0,26 \text{ мм};$$

$$L_{M_2} = (281,3 - 0,900) + 0,26 = 280,4 + 0,26 \text{ мм};$$

$$L_R = (23,02 - 0,400) + 0,12 = 22,62 + 0,12 \text{ мм}.$$

Матрица пригоняется по пуансону с двусторонним зазором $0,180 + 0,05$ мм.

Спецификация штампа приведена на рис. 16 прил. 1.

4. Штамп для пробивки отверстий сконструирован клиновым (см. прил. 1, рис. 17), так как разместить деталь вертикально для пробивки отверстий в ее стенке невозможно. Благодаря этому уменьшена (резко) его высота, обеспечена безопасность работы на нем: штамп может быть установлен на пресс таким образом, чтобы руки рабочего никогда не попадали в опасную зону.

В штампе осуществляется пробивка круглых отверстий, следовательно, возможна раздельная обработка пуансона и матрицы.

По табл. 41 определяем, что для толщины материала 2,5 мм предельные отклонения исполнительных размеров должны составлять: для матрицы H7, для пуансона h6.

Припуск на износ для этого случая (по табл. 40) составляет $\delta_n = 0,25$ мм (так как $\Delta = 0,30$ мм для диаметра 4,2 мм).

Таким образом, исполнительные размеры матрицы и пуансона, определяемые по формуле (2.3), составят:

$$d_n = (4,2 + 0,25) h6 = 4,4 h6_{(-0,008)} \text{ мм};$$

$$d_m = (4,2 + 0,25 + 0,18) H7 = 4,63 H7_{(+0,012)} \text{ мм}.$$

Анализ размеров показывает, что при их выполнении может быть получен наименьший зазор 0,18 мм и наибольший 0,192 мм.

Спецификация штампа приведена на рис. 18 прил. 1.

Поскольку приведенные штампы нагружены незначительными усилиями и в основном сконструированы так, что их центр давления совпадает с геометрическим центром, прочностные расчеты не приводятся.

IV. Себестоимость детали. 1. Стоимость материала определяем по формуле (3.9), подставляя в нее найденное выше значение нормы расхода, массу готовой детали и цены: $C_m K_T = 0,64$ руб./кг; $C_0 = 0,373$ руб./кг. Указанные цены определены по прейскурантам 02—01 и 02—05.

Величина

$$C_m = 2,7 \cdot 0,64 - (2,7 - 1,6) 0,373 = 1,32 \text{ руб./дет.}$$

2. Основная заработная плата производственных рабочих определяется как сумма заработной платы штамповщиков и наладчиков.

Заработную плату штамповщиков находим на основании норм времени, установленных в соответствии с разработанным технологическим процессом изготовления детали.

Для установления норм времени составляем карту операционного технологического процесса и определяем время, необходимое для выполнения каждого перехода [22]. Данные сведены в табл. 51.

Расчет ведем для условий крупносерийного производства (исходя из годовой программы 25 000 деталей).

Таким образом,

$$T_{оп} = 0,322 + 0,762 = 1,084 \text{ мин};$$

$$T_{шт} = T_{оп} K = 1,084 \cdot 1,13 = 1,225 \text{ мин},$$

K — коэффициент, определяемый по карте 83 [22] для кривошипных машин. Поскольку расчет выполняем для условий крупносерийного производства, подготовительно-заключительное время не включаем в норму времени. Поэтому $T_k = T_{шт} = 1,225$ мин.

В итоге определяем заработную плату штамповщиков по формуле (3.10):

$$C_{шт} = T_k \cdot \frac{0,539}{60} = 0,011 \text{ руб./дет.},$$

где $\frac{0,539}{60}$ — часовая тарифная ставка штамповщика III разряда на работах с нормальными условиями труда (здесь и далее соответствующие нормативные данные приняты по [23]).

Заработную плату наладчиков определяем на основании средней нормы времени на установку, наладку и снятие штампа, которая составляет 28 мин [22, карта 84]. При пяти операциях штамповки на каждую деталь (время наладки гильотинных ножиц не учитываем, так как оно учтено нормой времени на резку заготовок) суммарная норма времени

$$T_n = 28 \cdot 5 = 140 \text{ мин}.$$

Исходя из условия ежемесячной штамповки деталей устанавливаем, что месячная партия деталей составляет при этом:

$$n = 25\,000/12 \approx 2084 \text{ детали}.$$

Заработную плату наладчиков определяем по формуле (3.11):

$$C_n = \frac{T_n \cdot \frac{0,717}{60}}{n} = \frac{140 \cdot 0,717}{2084 \cdot 60} = 0,0008 \text{ руб./дет.},$$

$\frac{0,717}{60}$ — часовая тарифная ставка наладчика VI разряда.

Основная заработная плата производственных рабочих

$$C_{шт} + C_n = 0,011 + 0,0008 = 0,0118 \text{ руб./дет.}$$

3. Амортизационные отчисления от стоимости оборудования, штампов и производственных зданий вычисляем по укрупненным показателям:

а) при суммарной норме времени $T_k = 1,225$ мин/дет., годовой программе деталей 25 000 шт. и действительном годовом фонде времени работы кузнечно-прессового оборудования (в две смены) 4015 ч потребность в оборудовании (занятость оборудования) для изготовления годовой программы деталей составит (коэффициент загрузки оборудования в крупносерийном производстве — 0,75):

$$\frac{1,225 \cdot 25\,000}{0,75 \cdot 60 \cdot 4015} = 0,18 \text{ единицы (принимаем в расчет 1 единицу)}.$$

Для выполнения различных штамповочных операций применено следующее оборудование: ножницы НД3316Г, прессы КД2328, КА5530 и КД1426. Считая, что по загрузке перечисленное оборудование соответствует одному прессу, устанавливаем его условную стоимость как среднюю на основании данных соответствующих прейскурантов. Она составит 10 тыс. руб. Следовательно, сумма амортизационных отчислений

$$C_{АО} = 1 \cdot 10\,000 \cdot 0,107 = 1070 \text{ руб./год};$$

б) при средней площади, занимаемой одной единицей оборудования 30 м², общая занятая площадь

$$S_{общ} = 1 \cdot 30 = 30 \text{ м}^2.$$

Приняв высоту здания 12 м, определяем объем производственного помещения:

$$V_{пп} = 30 \cdot 12 = 360 \text{ м}^3.$$

Таблица 51. Расчет норм времени штамповочных операций

Номер операции	Номер перепада хода	Содержание перехода	Номер каретки	Номер позиции * индекс	Учитываемые параметры	Время на 1 шт., мин	
						основное T_o	вспомогательное T_v

Резка листа на заготовки гильотинными ножницами							
1	1	Взять лист из стопы, поднести и положить его на стол ножниц, установить по заднему упору; остаток листа отложить в стопу	61	1, ж	Площадь листа $1,2 \times 2 = 2,4 \text{ м}^2$; толщина листа 2,5 мм; материал — алюминий. Из одного листа получается 6 заготовок	—	$0,120 : 6 = 0,020$
2		Включить ножницы	1	2	Педалью ножной; стоя	—	$0,015 : 6 = 0,003$
3	3	Отрезать отход $350 \times 1200 \text{ мм}$ (рис. 35)	2	34, б	Число двойных ходов в минуту — 65; муфта фрикционная пневматическая	$0,017 : 6 = 0,003$	—
2	2	Взять остаток листа из стопы, поднести его на стол ножниц, установить по заднему упору; остаток листа отложить в стопу	61	1, е	Площадь остатка листа $1,65 \times 1,2 = 1,98 \text{ м}^2$. Толщина 2,5 мм. Из одного листа получается 6 заготовок	—	$0,100 : 6 = 0,017$
2	2	Включить ножницы	1	2	Педалью ножной; стоя	—	$0,015 : 6 = 0,003$
3	3	Отрезать отход $40 \times 1650 \text{ мм}$	2	34, б	См. операцию 1	$0,017 : 6 = 0,003$	—
3	1	Взять остаток листа из стопы, поднести и положить его на стол ножниц, установить по заднему упору; остаток протолкнуть за ножницы	61	1, е	Площадь остатка листа $1,65 \times 1,16 = 1,9 \text{ м}^2$. Толщина 2,5 мм. Для шести заготовок переход выполняется один раз	—	$0,100 : 6 = 0,017$
2	2	Продвинуть лист до упора	62	7, б	Размер по линии реза 1160 мм, шаг продвижения 550 мм; один переход обеспечивает получение полос на две заготовки	—	$0,024 : 2 = 0,012$
3	3	Включить ножницы	1	2	Педалью, стоя. Каждое включение обеспечивает получение двух заготовок	—	$0,015 : 2 = 0,007$

Обработка заготовок							
4	4	Отрезать полосу $550 \times 1160 \text{ мм}$ на две заготовки	2	34, б	Число двойных ходов в минуту — 65; муфта фрикционная пневматическая	$0,017 : 2 = 0,009$	—
4	1	Взять полосу из стопы, поднести и положить на стол ножниц, установить по заднему упору; протолкнуть оставшуюся заготовку за ножницы	61	1, г	Площадь полосы $0,55 \times 1,16 = 0,64 \text{ м}^2$. Толщина 2,5 мм; переход обеспечивает получение двух заготовок	—	$0,078 : 2 = 0,039$
2	2	Включить ножницы	1	2	Педалью, стоя. Одна переход обеспечивает получение двух заготовок	—	$0,015 : 2 = 0,008$
3	3	Отрезать заготовку (разрезать полосу на две заготовки) $550 \times 580 \text{ мм}$	2	34, б	Число ходов в минуту — 65; муфта фрикционная пневматическая	$0,017 : 2 = 0,008$	—
Итого						0,023	0,126

Обработка заготовок							
1	1	Взять заготовку, смазать ее и матрицу штампа	6	1, г	Смазывать поверхность $0,23 \text{ м}^2 + 0,1 \text{ м}^2$	—	$0,575 : 10 = 0,058$
2	2	Поднести заготовку, установить ее в штамп до упора	11	2, а	Смазывать 1 раз на 10 заготовок	—	0,038
3	3	Включить пресс	1	1, з	Площадь заготовки $0,23 \text{ м}^2$, условия выполнения — свободно	—	0,010
4	4	Обрезать заготовку с одной стороны по дуге	2	38, б	Педалью, стоя	0,012	—
5	5	Взять заготовку, повернуть ее на 180° и установить в штамп	7	2, в	Число ходов в минуту — 90	—	0,022
6	6	Включить пресс	1	1	Площадь заготовки $0,23 \text{ м}^2$	—	0,010
7	7	Обрезать заготовку со второй стороны по дуге	2	38, б	Число ходов в минуту — 90	0,012	—
Итого						0,024	0,138

* Дано в [22].

приложение № 15

Номер операции	Содержание перехода	Номер карты	Номер позиции, индекс	Учитываемые параметры	Время на 1 шт., мин.	
					основное T_0	вспомогательное $T_{\text{в}}$
Первая вытяжка						
2	1 Взять заготовку, смазать	6	1, г	Площадь заготовки 0,23 м ² , смазывать каждую заготовку	—	0,032
	2 Установить заготовку в штамп с фиксацией по упорам по наружному контуру	11	1, з	Площадь заготовки 0,23 м ² , условия выполнения — свободно	—	0,038
	3 Включить пресс	1	1	Педалью, стоя	—	0,010
	4 Произвести штамповку — вытяжку полуфабриката	2	12, б	Число ходов пресса в минуту — 16	0,066	—
	5 Снять полуфабрикат со штампа после вытяжки	8	3,0	Площадь заготовки 0,23 м ²	—	0,026
				Итого	0,066	0,106
3, 4, 5	Вторая вытяжка, третья вытяжка, рельефная формовка и обрезка	—	—	Итого, на 3 операции	0,198	0,318
Пробивка отверстий в боковой стенке						
6	1 Взять заготовку, установить ее в штамп по упорам	11	1, з	Площадь заготовки 0,23 м ² , условия выполнения — свободно	—	0,038
	2 Включить пресс	1	1	Педалью, стоя	—	0,010
	3 Пробить отверстие за один удар пресса	2	40, б	Число ходов в минуту — 100	0,011	—
	4 Снять деталь со штампа и уложить в тару	8	3,0	Площадь заготовки 0,23 м ²	—	0,026
				Итого	0,011	0,074
Всего (полная норма времени, включая резку и шесть штамповочных операций)					0,322	0,762

* Дано в [22].

Примечание. Вторая вытяжка, третья вытяжка с рельефной формовкой и обрезка, являясь однотипными операциями, выполняемыми на одном и том же прессе, объединены по технологическим признакам.

Средняя стоимость 1 м² производственного помещения составляет 10 руб. Таким образом, затраты на производственные площади, занятые производством детали «Бачок»,

$$З_{\text{п.п.}} = 360 \cdot 10 = 3600 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления от стоимости производственных площадей (в год)

$$C_{\text{Аз}} = 0,03 \cdot 3600 = 108 \text{ руб./год;}$$

в) количество потребных штампов для обеспечения годовой программы определяем исходя из их ресурса, который исчисляется с учетом 10 переточек. В соответствии с ГОСТ 22472—77 для штампов простого действия, рабочие части которых изготовлены из углеродистой стали У8А, гарантийная стойкость до первой переточки (переполлировки) составляет 20 тыс. деталей, соответственно ресурс штампов — 200 тыс. деталей. Таким образом, количество штампов каждого наименования на годовую программу составляет 1 шт. Средняя стоимость одного штампа (для штампов, примененных в настоящем проекте) равна 450 руб. Таким образом, суммарная стоимость одного комплекта штампов

$$C_{\text{к.ш.}} = 6 \cdot 450 = 2700 \text{ руб.}$$

Считая, что срок службы штампов 3 года (в данном случае срок службы определяется на основании ожидаемой долговечности изготавливаемого изделия), вычисляем сумму годовых амортизационных отчислений от стоимости штампов:

$$C_{\text{Аш}} = 0,33 \cdot 2700 = 900 \text{ руб./год;}$$

г) полная сумма амортизационных отчислений в расчете на одну деталь

$$C_{\text{АП}} = \frac{C_{\text{АО}} + C_{\text{Аз}} + C_{\text{Аш}}}{25000} = \frac{1070 + 108 + 900}{25000} = 0,0831 \text{ руб./дет.}$$

4. Отчисления на текущий ремонт определяем на основании вычисленной выше стоимости оборудования, здания и штампов с учетом соответствующей доли отчислений (см. главу 3):

$$C_{\text{р.п.}} = \frac{10000 \cdot 0,045 + 3600 \cdot 0,02 + 2700 \cdot 0,07}{25000} = 0,0284 \text{ руб./дет.}$$

5. Затраты на технологическую энергию (отсутствие нагревания, охлаждения детали и т. п.) равны нулю ($C_{\text{т.э.}} = 0$). Затраты, связанные с эксплуатацией оборудования ($C_{\text{э.}}$), затраты на возмещение износа малоценных и быстроизнашиваемых инструментов ($C_{\text{и.м.}}$) и прочие цеховые расходы могут быть в сумме приняты в размере 60% от основной заработной платы производственных рабочих:

$$C_{\text{э.}} + C_{\text{и.м.}} + C_{\text{пр.}} = 0,6 (C_{\text{ш}} + C_{\text{н}}) = 0,6 \cdot 0,0118 = 0,007 \text{ руб./дет.}$$

6. Цеховую себестоимость одной детали определяем по формуле (3.8):

$$C_{\text{ц}} = 1,32 + 0,0118 \cdot 1,077 \cdot 1,08 + 0,0831 + 0,0284 + 0,007 = 1,45 \text{ руб.}$$

7. Общецеховые расходы в среднем составляют 50% от основной заработной платы производственных рабочих, следовательно,

$$C_{\text{з}} = 0,5 (C_{\text{ш}} + C_{\text{н}}) = 0,0058 \text{ руб./дет.}$$

8. Внепроизводственные затраты могут быть приняты в размере 3% от заводской себестоимости, т. е.

$$C_{\text{в}} = 0,03 (C_{\text{ц}} + C_{\text{з}}) = 0,03 (1,45 + 0,0058) = 0,0436 \text{ руб./дет.}$$

9. Полную себестоимость детали вычисляем по формуле (3.1):

$$C = C_{\text{н}} + C_{\text{з}} + C_{\text{в}} = 1,45 + 0,0058 + 0,0436 = 1,50 \text{ руб./дет.}$$

V. Экономический эффект от внедрения разработанного технологического процесса. На базовом предприятии деталь «Бачок» изготавливают по следующему технологическому процессу:

1. Резка листа на исходные заготовки.
2. Обрезка исходной заготовки за два удара.
3. Первая вытяжка.
4. Вторая вытяжка.
5. Третья вытяжка.
6. Рельефная формовка.
7. Фрезерование торца.
8. Сверление отверстий в боковой стенке.

Разработанный в проекте технологический процесс исключает три операции, применяемые на базовом предприятии, в том числе одну штамповочную операцию (за счет совмещения рельефной формовки с третьей вытяжкой) и две операции обработки резанием, являющиеся наиболее трудоемкими.

По данным базового предприятия, полная себестоимость одной детали «Бачок» составляет 2,01 руб. При этом на обработке детали полностью загружен один вертикально-фрезерный станок модели 6Т104, балансовая стоимость которого составляет 8850 руб., и один настольно-сверлильный станок модели 2Н106П стоимостью 250 руб.

Поскольку в предложенном варианте технологического процесса количество штамповочных операций равно количеству штамповочных операций технологического процесса, внедренного на базовом предприятии, капитальные затраты на штамповочное оборудование (применяются такие же прессы), производственные площади, занятые штамповочным оборудованием, и штампы остаются неизменными.

Таким образом, предложенный в проекте технологический процесс наряду со снижением себестоимости детали уменьшает и капитальные затраты на оборудование ($3850 + 250 = 4100$ руб.) и на производственные площади, занятые этим оборудованием (примерно 25 м^2 в здании высотой 8 м , что составляет $25 \cdot 8 = 200 \text{ м}^2$; при средней стоимости 10 руб. на 1 м^2 капитальные затраты на производственную площадь составляют 2000 руб.).

Суммарное снижение себестоимости одной детали

$$C = 2,01 - 1,5 = 0,51 \text{ руб.}$$

Суммарное изменение капитальных затрат на одну деталь

$$K_b = -6100 \text{ руб.} / 25000 = -0,244 \text{ руб.}$$

Экономический эффект [см. формулу (3.13)] в расчете на одну деталь

$$\Delta = C - E_n K_b = 0,51 + 0,15 \cdot 0,244 = 0,55 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект

$$\Delta_r = 0,55 \cdot 25000 = 13750 \text{ руб.}$$

Пример 2. Разработать технологический процесс штамповки детали «Кольцо» (см. прил. 2, рис. 1). Материал детали — бронза БрОЦС4-4-2,5, толщина $1,5 \text{ мм}$. Годовая программа 300000 шт.

1. Выбор варианта и определение структуры технологического процесса. 1. Выбор варианта основных операций технологического процесса. На основании анализа формы заданной детали, ее размеров и годовой программы можно сделать вывод о том, что наиболее целесообразным вариантом технологического процесса является штамповка в штампе последовательного действия из ленты. При этом следует выполнять в одном штампе все операции, обеспечивающие изготовление готовой детали.

2. Анализ технологичности детали. Радиус сгиба $R = (17,6 - 3)/2 = 7,3 \text{ мм}$. Отношение $R : s = 7,3 : 1,5 = 4,85$ превышает наименьшее значение (см. табл. 33). Следовательно, условия гибки удовлетворительные.

3. Определение структуры технологического процесса. Технологический процесс штамповки заданной детали заключается в постепенном придании плоской заготовке формы кольца. Это наиболее целесообразно осуществлять, не отделяя заготовку от ленты. Тогда перенос полуфабриката на каждую следующую позицию штампа существенно упрощается.

Плоской заготовке придают форму кольца (см. прил. 2, рис. 2) в такой последовательности: вначале производят изгиб концов заготовки по дуге нужного радиуса (А—А); затем место изгиба перемещают к середине заготовки (Б—Б) таким образом, чтобы длина прямого участка ($17,9 \text{ мм}$) была равна половине длины окружности кольца; после этого указанный прямой участок изгибают по дуге $R 7,3 \text{ мм}$ на 180° (В—В),

при этом другие участки занимают положение, удобное для последующей окончательной гибки; наконец, выполняют окончательную гибку (Г—Г). В процессе изгиба концы заготовки постепенно должны отрезаться от полосы. Чтобы отрезка осуществлялась равномерно и требовала незначительного усилия до начала первой гибки, в полосу следует образовать соответствующее ослабленное место I рельефной формовкой. Полосу перемещают на шаг с помощью шаговых ножей.

II. Расчет параметров технологического процесса. 1. Определение формы и размеров заготовки. По форме заготовка представляет собой прямоугольник, ширина которого равна 16 мм , а длина — длине развертки кольца. Длину определяют по формулам (1.29), (1.30) и (1.31).

Предварительно вычисляем отношение $R : s = 4,85$.

По табл. 8 определяем (путем интерполяции) $X \approx 0,476$.

Затем вычисляем:

$$a_0 = 1,5 \cdot 0,476 = 0,715 \text{ мм};$$

$$R_0 = R + a_0 = 7,3 + 0,715 = 8,015 \approx 8,02 \text{ мм.}$$

Поскольку прямолинейных участков нет, $\Sigma l = 0$.

Длина заготовки

$$L_0 = \frac{\pi \alpha}{180^\circ} R_0,$$

где $\alpha = 360^\circ - \arcsin 1,25/7,3 = 350^\circ 08'$;

$$L_0 = \frac{3,14 \cdot 350^\circ 08'}{180^\circ} \cdot 8,02 \approx 50 \text{ мм.}$$

2. Определение формы и размеров промежуточных полуфабрикатов. Выше определены переходы штамповки, которыми задается соответствующая форма полуфабрикатов. Размеры после каждой гибки находим исходя из условия постоянства длины заготовки.

После первой гибки (см. прил. 2, рис. 2, сечение А—А) концы заготовки изгибаются по дуге $R 7,3 \text{ мм}$ на 45° . Длина изогнутой части (две дуги по 45°)

$$l_{д1} = 2 \frac{3,14 \cdot 8,02 \cdot 45^\circ}{180^\circ} = 12,6 \text{ мм.}$$

Прямолинейный остаток

$$l_{пр1} = 50 - 12,6 = 37,4 \text{ мм.}$$

После второй гибки (сечение Б—Б) две дуги по 30° и центральный прямолинейный участок должны иметь такую же длину, как дуга $R 7,3 \text{ мм}$ при угле 180° (сечение В—В). Следовательно, длина центрального прямолинейного участка

$$l_{п2} = \frac{50 + 2,5}{2} - 2 \frac{3,14 \cdot 8,02 \cdot 30^\circ}{180^\circ} = 17,9 \text{ мм.}$$

Длина боковых прямолинейных участков

$$l_{б2} = \left(50 - \frac{50 + 2,5}{2} - 12,6 \right) / 2 = 5,6 \text{ мм.}$$

Размер прямолинейного участка $5,6 \text{ мм}$ сохраняется после третьей гибки (сечение В—В).

3. Выбор и раскрой основного материала. При длине заготовки $L_0 = 50 \text{ мм}$, располагая ее перпендикулярно к перемещению ленты, определяем размер A для подстановки в формулу (1.3):

$$B = A + 2a + \delta; \quad A = 50 \text{ мм.}$$

Перемычка a (см. рисунок к табл. 1) в данном случае равна нулю. Для ленты шириной $50 \dots 80 \text{ мм}$ допуск по ширине $\delta = 0,3 \text{ мм}$.

Ширину перемычки, срезаемой каждым ножом, принимаем равной 2 мм :

$$B = 50 + 0,3 + 4 = 54,3 \text{ мм.}$$

Принимаем ленту шириной 55 мм. Масса готовой детали задана $M_d = 10,6$ г. Норму расхода определяем, пренебрегая потерей куска ленты длиной 90 мм в конце рулона, т. е. исходим из того, что:

$$H = 5,5 \text{ см} \cdot 1,6 \text{ см} \cdot 0,15 \text{ см} \cdot 8,8 \text{ г/см}^3 = 11,6 \text{ г.}$$

Коэффициент использования металла

$$K_n = (10,6/11,6) \cdot 100 = 92,3\%.$$

4. Определение потребных усилий и выбор оборудования. Одновременно в штампе выполняются следующие штамповочные операции: рельефная формовка, четыре гибки, три надрезки, отрезка.

Усилие рельефной формовки определяем по формуле (1.88):

$$P_1 = \frac{qF}{1000}.$$

где удельное усилие можно принять как для стали средней твердости (см. табл. 25) $q = 60$ МПа. Площадь $F = 55 \times 1,3 = 71,5 \text{ мм}^2$.

Тогда

$$P_1 = \frac{60 \cdot 71,5}{1000} = 4,3 \text{ кН.}$$

Усилие каждой из гибок невелико. Вместе с тем, поскольку все они осуществляются с соответствующей правкой, усилие определяем, как для правки части ленты, площадью:

$$F = 17,6 \cdot 16 + 17,6 \cdot 16 + 46 \cdot 16 + 49,2 \cdot 16 = 2090 \text{ мм}^2.$$

Удельное усилие (см. табл. 25) $q = 90$ МПа.

По формуле (1.88)

$$P_2 = \frac{90 \cdot 2090}{1000} = 188 \text{ кН.}$$

Общий периметр надрезки и отрезки

$$L \approx 5,9 \cdot 2 + (46 - 17,9) + 7,5 \cdot 2 + 2,6 = 57,5 \text{ мм;}$$

$$\sigma_{cp} = 350 \text{ МПа.}$$

По формуле (1.9):

$$P_3 = (57,5 \cdot 1,5 \cdot 350)/1000 = 30,5 \text{ кН.}$$

Суммарное усилие

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 223 \text{ кН.}$$

Принимаем кривошипный пресс усилием 400 кН модели КД2326. Ход ползуна 10...80 мм, частота движения — 100 мин^{-1} , наибольшая закрытая высота — 280 мм.

III. Устройство и работа штампа. Сборочный чертеж штампа последовательного действия, в котором выполняются все штамповочные операции по изготовлению заданной детали, приведен на рис. 3 прил. 2. Штамп устроен и работает следующим образом.

В гнезде нижней плиты 1 закреплены: обойма 3 с матрицей 2; вкладыши 4, 6 и 9, опирающиеся на подкладную плитку 5. Вкладыши, матрица и обойма стянуты в единый пакет вкладышем 8. В вырезе, образованном во вкладышах 8 и 9, перемещается выталкиватель 7, стремящийся под действием пружины 40, поджимаемой пробкой 35, занять крайнее верхнее положение. Последнее ограничивается уступом выталкивателя и уступом вкладыша 8.

На матрице закреплен съемник 17. Он установлен на направляющих планках 19 и имеет изменяющийся по сечению выступ, нависающий над вкладышами 4, 6 и 9 (сечения А—А, Б—Б, В—В). В матрице, кроме того, запрессован вкладыш 18.

Поверх съемника скользит, направляемый винтом 43 и отверстием бобышки 44, толкатель 21, стремящийся под действием пружины 39 занять крайнее переднее по-

ложение, ограничиваемое винтом 43. Своим выступом толкатель 21 соединен с пазом поворотного упора 20, закрепленного на оси 22 и размещенного в вырезе съемника 17.

Нижняя часть штампа скреплена винтами 29 и штифтами 34. Кроме того, матрица к обойме и плите крепится дополнительно винтами 28 и штифтами 33. Вкладыш 18 крепится в гнезде матрицы винтами 23, вкладыши 4, 6 и 9 — винтами 24.

Верхняя часть штампа конструктивно аналогична нижней. В гнезде плиты 12 закреплены: пуансонодержатель 15 с вкладышем 16 и шаговыми ножами 37 и вкладыши 10, 11 и 13. Пуансонодержатель и вкладыши опираются на подкладную плиту 14 и стянуты в единый пакет вкладышем 42, шпильками 32, гайками 30 и шайбами 31.

Пуансонодержатель к верхней плите крепится винтами 27 и штифтами 34, вкладыши 10, 11 и 13 — винтами 25. К верхней плите винтами 26 крепится хвостовик 38. Верхняя часть штампа относительно нижней направляется колонками и втулками 36 и 41.

Лента подается в штамп между направляющими планками до предварительного упора 20. Для этого толкатель 21 подается вперед, вследствие чего упор 20 поворачивается и прерывает путь ленте. Производится первый удар, в результате которого вкладыши 16 и 18 осуществляют рельефную формовку линии отрезки. Толкатель 21 освобождают, упор 20 под действием пружины 39 возвращается в верхнее положение, и лента продвигается дальше до упора в сухари шаговых ножей (сухари являются частью направляющих планок). Производится второй удар, в результате которого шаговые ножи 37 отрезают на ленте два уступа, а вкладыши 16 и 18 осуществляют рельефную формовку следующей линии отрезки.

Далее лента продвигается после каждого удара до упора уступов, вырезаемых шаговыми ножами, в сухари направляющих планок, чем и определяется шаг штамповки 16 мм.

Вкладыши 4 и 13 (сечение В—В) производят первую гибку, отрезая края заготовки от ленты; вкладыши 6 и 11 — вторую гибку, отрезая заготовку от ленты на необходимую для гибки величину; вкладыши 9 и 10 — третью гибку, после которой полуфабрикат связан с лентой тонким остатком перемычки. На последней позиции вкладыш 42 полностью отрезает полуфабрикат от ленты и выталкивает его в выемку вкладыша 8, которая догибает концы заготовки, превращая ее в кольцо. В конце хода кольцо калибруется в выемках вкладышей 8 и 42. При отрезке полуфабриката последний поддерживается выступом выталкивателя 7.

Готовая деталь сталкивается при очередном ходе перемещением плиты.

Ступенчатый выступ съемника предусмотрен для предупреждения застревания полуфабриката в выемках верхних вкладышей.

Пример 3. Разработать технологический процесс штамповки детали «Рама» (см. прил. 3, рис. 1). Материал — труба диаметром $16 \times 1,2$, сталь Ст3. Годовая программа 10 000 шт.

1. Выбор варианта и определение структуры технологического процесса. 1. Выбор варианта основных операций технологического процесса. Деталь может быть изготовлена слесарным способом путем последовательной гибки с помощью простейших приспособлений, с применением специальных станков для гибки труб и путем гибки в штампах. Предварительный анализ показывает, что для гибки детали необходимо применить два штампа.

2. Определение структуры технологического процесса. Полное изготовление детали можно осуществить за две штамповочные операции: вначале произвести П-образную гибку на ширину 300 мм, затем загнуть два конца полуфабриката, обеспечив размеры 128, 106 и 320 мм.

II. Расчет параметров технологического процесса. 1. Определение формы и размеров заготовки. Форма заготовки — прямой отрезок трубы. Его длину определяем по формуле (1.30).

Расчет выполняем, считая осевую линию детали нейтральной линией гибки, т. е. принимая $R_0 = 50$ мм.

На рис. 3 прил. 3 показана расчетная схема — контур средней линии детали в двух проекциях. В соответствии с приведенной схемой вычисляем размеры отдельных элементов заготовки.

Из треугольников АОС и АОВ находим:

$$\text{tg } \alpha = OC/AC = 40/62 = 0,645; \quad \alpha = 32^\circ 50';$$

$$AO = \sqrt{40^2 + 62^2} = 73,8 \text{ мм};$$

$$\sin \beta = OB/AO = 50/73,8 = 0,676; \quad \beta = 42^\circ 30';$$

$$\delta = \alpha + \beta = 75^\circ 20'; \quad \gamma = 90^\circ - \delta = 14^\circ 40'.$$

Длина дуги BK

$$l_{BK} = \frac{3,14 (\delta + 90^\circ)}{180} 50 = 144,5 \text{ мм}.$$

Из треугольника OLK:

$$OL = OK \sin \gamma = 50 \sin 14^\circ 40' = 12,6 \text{ мм};$$

$$NP = LM = 50 - OL = 37,4 \text{ мм};$$

$$DN = 312 - 37,4 = 274,6 \text{ мм}.$$

Отрезок прямого участка

$$DK = DN / \cos \gamma = 274,6 / 0,967 = 284 \text{ мм}.$$

Вычисляем проекцию AB:

$$AB = AO \cos \beta = 73,8 \cos 42^\circ 30' = 54,5 \text{ мм}.$$

Прямой участок детали

$$BB' = AB - KO' = 54,5 - 50 = 4,5 \text{ мм}.$$

Длина дуги KS радиусом 50 мм (на горизонтальной проекции)

$$l_{KS} = \frac{3,14 \cdot 90}{180} 50 = 78,5 \text{ мм}.$$

Длина прямого участка (среднего на горизонтальной проекции)

$$l_{KK'} = 284 - 100 = 184 \text{ мм}.$$

Таким образом, длины всех элементов заданной детали вычислены. Длина развертки детали

$$L_3 = 2DK + 2l_{BK} + 2BB' + 2l_{KS} + l_{KK'} = 2 \cdot 284 + 2 \cdot 144,5 + 2 \cdot 78,5 + 184 = 1207 \text{ мм}.$$

2. Определение формы и размеров промежуточного полуфабриката. Чертеж детали после первой гибки приведен на рис. 2 (прил. 3).

Расчетную длину полки h_p определяем из условия неизменности длины развертки:

$$L_3 = 1207 = 2(h_p - 50) + (300 - 116) + 3,14 \cdot 50 = 2h_p + 241 \text{ мм},$$

откуда $h_p = 483 \text{ мм}.$

Полная длина вертикальных полок

$$L_n = 483 + 8 = 491 \text{ мм}.$$

III. Устройство и работа штампов. 1. Штамп для первой гибки. Гибку труб наиболее целесообразно выполнять в штампах, обеспечивающих обкатку, т. е. полное отсутствие трения скольжения между поверхностями заготовки и матрицы и постепенное облегание заготовкой пуансона, имеющего заданный профиль.

Штамп для первой гибки, обеспечивающей выполнение указанных условий, приведен на рис. 4 прил. 3.

На нижней плите смонтирована стойка 6, поддерживаемая с двух сторон ребрами жесткости. На стойке закреплены два ролика 5, выполняющие роль охватываемых заготовкой пуансонов. На осях 20 свободно вращаются зубчатые секторы 7, в вырезах которых скользят рычаги 3. Рычаги, скользя в вырезе зубчатых секторов 7, перемещаются вдоль своих осей и вращаются относительно осей 20 вместе с зубчатыми секторами, которые приводятся во вращение рейками 14.

Заготовка из трубы укладывается в выемку прижима 18 на опоры 2 до упора в шайбу 1, занимая положение Д, а затем под действием опоры 2 — положение Д₁, размещаясь в выемке опоры 4.

Вначале хода ползуна пресса и опускания верхней части штампа клин 17, закрепленный на стойке 19, скользя по ролику 13, поворачивает рычаг 12, который, в свою очередь, перемещает вверх каретку 9 с прижимом 18. Заготовка прижимается прижимом, ее положение фиксируется. Одновременно зубчатые рейки 14, закрепленные на стойке 19, вращают зубчатые секторы 7, в результате чего вращаются рычаги 3. Оси 10, закрепленные в рычагах, приводят во вращение ролики 8. При этом посаженные на те же оси подшипники 11 катятся по копирам 15 и 16: вначале по поверхности П, приближаясь к заготовке, затем по поверхности П₁. Вследствие такого перемещения ролики 8 производят обкатку заготовки. Последняя охватывает ролики 5, приобретая заданную форму.

Гибка может осуществляться на угол более 90°, чем компенсируется пружинение детали. При этом ход штампа ограничивается упорными втулками 21, надетыми на направляющие колонки.

При ходе ползуна и верхней части штампа вверх происходит обратное вращение зубчатых секторов и ролики 8 возвращаются в исходное положение, а прижим 18 освобождает деталь, которая может быть свободно снята со штампа.

2. Штамп для второй гибки. Принцип работы штампа (см. прил. 3, рис. 5) аналогичен принципу работы штампа для первой гибки. И-образная заготовка укладывается в выемку роликов 5 и опор 14 на плоскость плиты 15, смонтированной на определенной высоте над нижней плитой 1 на двух стойках 2. Вначале хода верхней части штампа клин 7 перемещает каретку 8 и через буфер 9 — прижим 10, который прижимает заготовку. Далее рейка 11 вращает зубчатый сектор 12, который, в свою очередь, вращает ось 6 и сидящие на ней рычаги 4. К рычагам на осях 13 крепятся ролики 3, обкатывающие под действием рычагов концы заготовки. Концы заготовки, охватывая ролики 5, приобретают заданную форму.

При ходе вверх рычаги с роликами и прижим занимают исходные положения и готовая деталь свободно снимается со штампа.

Пример 4. Разработать технологический процесс штамповки детали «Корпус» (см. прил. 4, рис. 1). Материал детали — алюминий АМцМ1 (ГОСТ 21631—76), толщина 1,0 мм. Годовая программа — 40 000 шт.

1. Выбор варианта и определение структуры технологического процесса. 1. Выбор варианта основных операций технологического процесса. На основании анализа формы заданной детали, ее размеров и годовой программы делают вывод, что единственно целесообразным и технически осуществимым вариантом основной операции является вытяжка детали из плоской заготовки. Вытяжку детали следует производить на прессе двойного действия, однако в перечне прессового оборудования предприятия, которое должно выпускать детали «Корпус», такой пресс отсутствует. Поэтому вытяжка должна производиться на прессах простого действия, имеющихся на предприятии.

2. Анализ технологичности детали. Важнейшие критерии технологичности — радиусы закругления между вертикальными стенками и вертикальной стенкой и дном.

В заданной детали эти радиусы составляют 5с, что обеспечивает значительный резерв технологичности (см. табл. 35).

Радиус сопряжения фланца и вертикальной стенки равен 3 мм и является наименьшим допустимым. Предельные отклонения габаритных размеров являются допустимыми. Допуск на высоту детали менее допустимого (см. табл. 36). Диаметр минимальных пробиваемых отверстий равен 3,6с и вполне допустим (см. табл. 27). Таким образом, представленная деталь в основном технологична и для нее можно разработать технологический процесс штамповки без внесения в чертеж детали каких-либо изменений. Наличие минимального радиуса между фланцем и вертикальными стенками и допусками по высоте детали менее допустимого потребует проведение вытяжки с большим радиусом с последующей правкой (калибровкой) детали до чертежных размеров.

3. Определение структуры технологического процесса. *Расчетные параметры детали.* Этими параметрами являются: длина А, ширина В, высота h_p , радиусы закруглений r_0 и R_0 , площадь поверхности F_d и периметр L.

На рис. 2 прил. 4 условно изображены контуры детали по средней линии и определены параметры А, В, r_0 .

Расчет заготовки производим с учетом припуска на обрезку, который зависит от размеров детали (см. табл. 13). Все расчеты производим по средней линии с учетом допусков (см. рис. 16):

$$h_p = 58,6 \text{ мм}; L = 2 \cdot 144,6 + 2 \cdot 107,4 - 1,72 \cdot 5,5 = 494,54 \text{ мм}.$$

Припуск на обрезку принимаем исходя из соотношения: $123 : 107,4 = 1,15$. При меньшем размере фланца 123 мм находим припуск по табл. 13:

$$\Delta d = 0,85 \cdot 6 = 5 \text{ мм}.$$

Величину F_d определяем по составляющим элементам поверхности коробки. Расчет ведем по средней линии сечений:

$$F_d = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_8,$$

где F_1 — площадь плоских поверхностей вертикальных стенок коробки,

$$F_1 = (133,6 \cdot 2 + 96,4 \cdot 2) 49,6 = 22\,811 \text{ мм}^2;$$

F_2 — площадь плоской части дна,

$$F_2 = 133,6 \cdot 96,4 = 12\,879 \text{ мм}^2;$$

F_3 — площадь поверхности половины сферы, составленной из четырех угловых закруглений у дна коробки,

$$F_3 = \frac{\pi d^2}{2} = 1,57 \cdot 11^2 = 190 \text{ мм}^2;$$

F_4 — площадь поверхности закругления между прямыми участками вертикальных стенок и фланцем,

$$F_4 = (133,6 \cdot 2 + 96,4 \cdot 2) \frac{3,14}{2} 3,5 = 2530 \text{ мм}^2;$$

F_5 — площадь плоской поверхности фланца,

$$F_5 = (123 \cdot 160) - (114,4 \cdot 151,6) + 48 = 2358,5 \text{ мм}^2;$$

F_6 — площадь четверти сферического кольца, образованного вертикальными стенками и фланцем,

$$F_6 = \frac{3,14 \cdot 3,5}{2} (3,14 \cdot 18 - 4 \cdot 3,5) = 234 \text{ мм}^2;$$

F_7 — площадь цилиндра, образованного из четырех угловых закруглений между вертикальными стенками коробки,

$$F_7 = 3,14 \cdot 11 \cdot 49,6 = 1713,2 \text{ мм}^2;$$

F_8 — площадь двух полуцилиндров, образованных из четырех угловых закруглений между вертикальными стенками и дном коробки,

$$F_8 = \frac{3,14 \cdot 11}{2} (96,4 + 133,6) = 3972 \text{ мм}^2.$$

Таким образом, $F_d = 46\,693 \text{ мм}^2$.

Количество потребных операций вытяжки. Наибольшую высоту вытягиваемой за одну операцию коробки с фланцем определяем по формуле (1.55):

$$h_p^{\max} = K_2 \cdot B.$$

При $\frac{s}{B_3} 100 = \frac{1 \cdot 100}{232,5} = 0,43$ по табл. 18 принимаем $K_2 = 0,50 \dots 0,55$.

Итак, $h_p^{\max} = 0,55 \cdot 107,4 = 59,1 \text{ мм}$ и $h_p < h_p^{\max}$. Деталь вытягивается в одну операцию.

Важным фактором для вытяжки является величина радиуса закругления матрицы и пуансона. В соответствии с рекомендациями устанавливаем:

$R_m = 6 \text{ мм}$, $R_n = 5 \text{ мм}$.

Как уже было отмечено, вытяжку необходимо производить с большим радиусом фланца коробки, что, создавая благоприятные условия для вытяжки, потребует введения операции — калибровки (правки) радиуса у фланца детали.

Установление полного состава технологического процесса. На основании приведенных выше расчетов и выводов устанавливаем последовательность штамповочных операций:

1. Вырубка заготовки (штамп 6500—0000).

2. Вытяжка (штамп 6510—0000).

3. Калибровка (штамп 6515—0000).

4. Обрезка (штамп 6504—0000).

5. Пробивка отверстий (штамп 6502—0000).

II. Расчет параметров технологического процесса. 1. Форма заготовки для прямоугольных коробок зависит от относительной высоты коробки

$$h_p/B = 64,8/107,4 = 0,6.$$

При $0,3 < h_p/B < 0,7$ углы прямоугольной заготовки имеют одну из форм, показанных на рис. 18. По формулам (1.40)...(1.47), определяем теоретические размеры заготовки:

$$A_3 = 144,6 + 2 \cdot 64,8 - 0,86 \cdot 5,5 = 269,5 \text{ мм};$$

$$B_3 = 107,4 + 2 \cdot 64,8 - 0,86 \cdot 5,5 = 232,3 \text{ мм};$$

$$R_y = \sqrt{5,5^2 + 2 \cdot 5,5 (65,3 - 0,43 \cdot 5,5)} = \sqrt{722,2} = 26,8 \text{ мм}.$$

Определяем действительные размеры заготовки.

Для этого вычисляем радиус R_t и величину уменьшения габаритов заготовки Δh_A и Δh_B :

$$R_t = R_y K_R = 26,8 \cdot 1,2 = 32,1 \text{ мм},$$

где $K_R = 0,074 \frac{R_y}{2r_0} + 0,982 = 0,074 \frac{26,8}{11} + 0,982 = 1,2$;

$$\Delta h_A = \frac{R_y^2}{A - 2r_0} K_A = \frac{26,8^2}{144,6 - 11} 0,34 = 1,83 \text{ мм};$$

$$\Delta h_B = \frac{R_y^2}{B - 2r_0} K_B = \frac{26,8^2}{107,4 - 11} 0,34 = 2,53 \text{ мм},$$

где коэффициенты K_A и K_B находим по формуле:

$$K_A = K_B = 0,785 (K_R^2 - 1) = 0,34.$$

По полученным данным строим контур заготовки (см. прил. 4, рис. 3), принимая во внимание следующие расчетные параметры (мм):

$$\frac{A - 2r_0}{4} = \frac{144,6 - 11}{4} = 33,4; \quad \frac{B - 2r_0}{4} = \frac{107,6 - 11}{4} = 24,15;$$

$$\frac{B_3 - B}{2} = \frac{232,3 - 107,4}{2} = 62,45; \quad \frac{A_3 - A}{2} = \frac{269,5 - 144,6}{2} = 62,45;$$

$$R_A = \frac{A - 2r_0}{3} = \frac{144,6 - 11}{3} = 44,5; \quad R_B = \frac{B - 2r_0}{3} = \frac{107,6 - 11}{3} = 32,2.$$

2. Определение высоты вытяжки. В связи с изменением радиуса у фланца изменится высота вытягиваемой детали. Определяем высоту вытяжки исходя из сохранения площади поверхности $F_d = 46\,693 \text{ мм}^2$.

Площадь плоской части дна $F_2 = 12\,879 \text{ мм}^2$. Площадь поверхности половины сферы, составленной из четырех угловых закруглений у дна коробки, $F_3 = 190 \text{ мм}^2$.

Площадь поверхности закругления между прямыми участками вертикальных стенок и фланцем

$$F_4 = (133,6 \cdot 2 + 96,4 \cdot 2) \frac{3,14}{2} 6,5 = 4692 \text{ мм}^2.$$

Площадь плоской поверхности фланца

$$F_5 = (123 \cdot 160) - (120,4 \cdot 157,6) + 102,1 = 807 \text{ мм}^2.$$

Площадь четверти сферического кольца, образованного вертикальными стенками и фланцем,

$$F_6 = \frac{3,14 \cdot 6,5}{2} (3,14 \cdot 24 - 4 \cdot 6,5) = 503 \text{ мм}^2.$$

Площадь двух полуцилиндров, образованных из четырех угловых закруглений между вертикальными стенками и дном коробки,

$$F_7 = 3972 \text{ мм}^2;$$

$$\Sigma F = 23\,043 \text{ мм}^2; F_d - \Sigma F = 46\,693 - 23\,043 = 23\,650 \text{ мм}^2.$$

Периметр вертикальных стенок и угловых закруглений равен 494,54 мм. Тогда $494,5h = 23\,653$; $h = 47,8$ мм.

Высота детали по средней линии

$$H = 47,8 + 6,5 + 5,5 = 59,8 \text{ мм}.$$

3. Технологические переходы штамповки. На основании выполненных расчетов могут быть окончательно установлены форма и размеры всех полуфабрикатов, получаемых в результате выполнения штамповочных операций (см. прил. 4, рис. 5): I операция — вырубка заготовки (а), II операция — вытяжка (б), III операция — правка (калибровка, в), IV операция — обрезка фланца (г), V операция — пробивка отверстий (д).

4. Выбор и раскрой основного материала. В качестве основного материала принимаем лист алюминиевый марки АМцМ1, толщиной 1,0 мм с размерами 1000 × 2000 мм по ГОСТ 21631—76*. На основании размеров заготовки для вытяжки определяем размеры полосы и выполняем раскрой листа (см. прил. 4, рис. 4).

Из одного листа в результате раскроя получается 7 полос. Из каждой полосы вырубается 4 заготовки. Всего из листа получается 28 заготовок. Масса листа — 5,4 кг, масса готовой детали — 0,125 кг. Вычисляем норму расхода и коэффициент использования металла по формулам (1.1) и (1.2):

$$H = 5,4/28 = 0,192 \text{ кг}; K_H = 100 (0,125/0,192) = 65\%.$$

5. Расчет усилия вытяжки и конструирование штампов. Усилие вытяжки определяем по формуле (1.32):

$$P_B = \frac{LsK\sigma_B}{1000}.$$

Величина L определялась ранее, $L = 494,54$ мм. Коэффициент K находим по табл. 11. Для этого предварительно вычисляем:

$$h_n/B = 64,8/107,4 = 0,6;$$

$$\frac{s}{1,13\sqrt{F_d}} 100 = 0,41;$$

$$r_0/B = 5,5/107,4 = 0,05.$$

Находим $K \leq 0,7$.

Подставляем значение K и $\sigma_B = 150$ МПа в формулу (1.32):

$$P_B = \frac{494,5 \cdot 0,7 \cdot 150}{1000} = 52 \text{ кН}.$$

* При наличии выпускаемой промышленностью полосы соответствующего размера она может быть также принята в качестве исходного материала.

Усилие прижима

$$P_{\text{прж}} = \frac{F_{\text{прж}}}{1000} = 22,2 \text{ кН},$$

где $F_{\text{прж}}$ — площадь прижима в начальный момент вытяжки, представляет собой разность площадей между исходной заготовкой и площадью отверстия матрицы (с учетом радиусов матрицы);

$$F_{\text{прж}} = 46\,693 - (157,6 \cdot 120,4) = 27\,718 \text{ мм}^2;$$

$$q = 0,8 \text{ МПа}.$$

Выбор буферного устройства в соответствии с полученными расчетными данными и заданным значением хода производят по ГОСТ 22188—76...ГОСТ 22202—76. Общее усилие, необходимое для штамповки-вытяжки детали, находят как сумму усилий вытяжки и прижима.

Штампы для операций калибровки, обрезки и пробивки отверстий показаны в прил. 4 соответственно на рис. 6, 7 и 8, рабочий чертеж пуансона штампа для обрезки — на рис. 9. Спецификация штампа для калибровки приведена на рис. 10, а, б, в, спецификация штампа для пробивки отверстий — на рис. 11, а, б, в, г.

Пример 5. Разработать технологический процесс штамповки детали «Экран» (см. прил. 5, рис. 1). Материал детали — алюминий АМцМ1 (ГОСТ 21631—76), толщина 1,0 мм. Годовая программа 100 000 шт.

Анализ чертежа представленной детали показывает, что получить ее путем вытяжки по незамкнутому контуру весьма трудно, так как в процессе выполнения такой операции возникают значительные по величине неуравновешенные составляющие усилий, под действием которых произойдет искажение формы и размеров детали (размер $45 \pm 0,6$, $70_{-0,76}^{+0,76}$).

Исходя из изложенного, целесообразно вытяжкой из плоской заготовки получить одновременно две детали с учетом припуска на их последующую разрезку. Данный вариант технологического процесса обеспечит получение детали в соответствии с требованиями чертежа.

Оптимальной является следующая структура технологического процесса:

1. Вырубка заготовки (на 2 детали) (штамп 6500—0000).
2. Вытяжка полуфабриката (на 2 детали) (штамп 6510—0000).
3. Обрезка детали по высоте (штамп 6504—0000).
4. Разрезка (штамп 6505—0000).

На основании выполненных расчетов окончательно устанавливаем форму и размеры всех полуфабрикатов, получаемых в результате выполнения штамповочных операций (см. прил. 5, рис. 2): I операция — вырубка заготовки (а), II операция — вытяжка (б), III операция — обрезка по высоте (в), IV операция — разрезка (г).

Штамп для вытяжки показан на рис. 3, штамп для разрезки — на рис. 4 прил. 5. Пример 6. Разработать технологический процесс штамповки детали «Крышка» (см. прил. 6, рис. 1). Материал детали — алюминий АД1М (ГОСТ 4784—74), толщина 0,8 мм. Годовая программа — 50 000 шт.

Анализ формы заданной детали, ее размеров и годовой программы показывает, что оптимальный вариант получения детали — вытяжка ее из плоской круглой заготовки на прессе простого действия. В зависимости от соотношения h_n/d по табл. 13 определяем припуск на обрезку (2,2 мм) и рассчитываем площадь поверхности готовой детали с учетом припуска на обрезку. Расчет производим по средней линии. Номинальные размеры с несимметричным расположением полей допусков (+ или —) преобразуем в симметричные (в пределах заданного поля допуска): $D_3 = 90,6$ мм.

Потребное количество операций вытяжки для получения детали по наружному диаметру определяем из соотношения

$$h_{p,n}/d_n = 17,2/55,8 = 0,31,$$

где $h_{p,n}$ — высота наружного борта детали ($15 + 2,2 = 17,2$ мм); d_n — наружный диаметр детали (по средней линии).

Деталь по наружному диаметру получается вытяжкой за одну операцию (табл. 14). Потребное количество операций вытяжки для получения детали по

внутреннему диаметру (горловина детали) определяем из соотношения

$$h_{p.в}/d_в = 67,2/27,2 = 2,46,$$

где $h_{p.в}$ — развернутая высота детали, полученная в результате перерасчета всей поверхности заготовки в цилиндр, средний диаметр которого равен 27,2 мм; $d_в$ — диаметр цилиндра по средней линии (27,2 мм).

Деталь по внутреннему диаметру (27,2 мм) получается вытяжкой за три операции (табл. 14). Поскольку радиусы сопряжения дна и стенок детали весьма малы ($R < s$) и не могут быть получены путем вытяжки, их получение требует введения дополнительной операции — правки (калибровки).

На основании проведенных расчетов устанавливаем последовательность штамповочных операций:

1. Вырубка с вытяжкой (штамп 6523—1001).
2. Вытяжка II (штамп 6510—1002).
3. Вытяжка III (штамп 6510—1003).
4. Вытяжка IV (штамп 6510—1004).
5. Правка (калибровка) (штамп 6515—1005).

На основании выполненных расчетов окончательно устанавливаем форму и размеры всех полуфабрикатов, получаемых в результате выполнения штамповочных операций (см. прил. 6, рис. 2): I операция—вырубка с вытяжкой (а), II операция—вытяжка (б), III операция—вытяжка (в), IV операция—вытяжка (г), V операция—калибровка (д).

Штамп для первой операции показан (см. прил. 6) на рис. 3, рабочий чертеж пуансон-матрицы штампа — на рис. 4; штамп для второй операции — на рис. 5, его матрица — на рис. 6; штамп для пятой операции — на рис. 7, его матрица — на рис. 8.

Пример 7. Разработать технологический процесс штамповки детали «Стакан» (см. прил. 7, рис. 1). Материал детали — сталь 10 кп-IV-Г (ГОСТ 9045—80), толщина (дна) 0,8 мм. Годовая программа — 80 000 шт.

Анализ чертежа представленной детали показывает, что получить деталь методом обычной штамповки-вытяжки невозможно по следующим причинам:

1. Деталь имеет неодинаковую толщину стенки и дна.
2. Деталь должна иметь повышенную точность. Предельные отклонения диаметров размеров детали значительно ниже допускаемых (см. табл. 36).

Исходя из формы заданной детали, ее размеров и годовой программы, делаем вывод, что оптимальным вариантом получения детали является вытяжка с утонением стенок из плоской круглой заготовки толщиной, равной толщине дна (0,8 мм) на прессе простого действия. Объем заготовки для вытяжки детали с утонением стенок определяем на основании объема детали с учетом припуска на обрезку и угара при отжиге (полуфабрикат после каждого перехода вытяжки необходимо отжигать):

$$V_з = (1,15 \dots 1,20) V_d,$$

где $V_з$ — объем заготовки, мм³; V_d — объем готовой детали, мм³.

Диаметр исходной заготовки $D_з$ определяем по формуле [24, с. 116]:

$$D_з = 1,13 \sqrt{V_з/s},$$

где s — толщина исходной заготовки, мм.

В результате вычисления находим $D_з = 53,4$ мм.

Для определения количества операций и размеров полуфабрикатов после промежуточных вытяжек находим толщину стенок по переходам.

Принимаем коэффициенты утонения стенок по переходам:

для первого перехода $K_1 = 0,75$ и $S_1 = 0,8 \cdot 0,75 = 0,6$ мм;

для второго перехода $K_2 = 0,83$ и $S_2 = 0,6 \cdot 0,83 = 0,5$ мм.

Первая штамповочная операция — вырубка с вытяжкой (без утонения стенок).

Принимаем коэффициент вытяжки на данной операции равным 0,5 (табл. 19). Тогда диаметр первой вытяжки по средней линии

$$d_1 = 53,4 \cdot 0,5 = 26,7 \text{ мм.}$$

Уменьшение внутреннего диаметра вытяжки на каждой операции принимается

$$\Delta = 0,15 \dots 0,3 \text{ мм.}$$

В результате проведенных расчетов устанавливаем последовательность штамповочных операций:

1. Вырубка заготовки и вытяжка без утонения стенки (штамп 6523—0001).
2. Первая вытяжка с утонением (штамп 6510—0002).

3. Вторая вытяжка с утонением (штамп 6510—0003).

Высоты деталей по операциям определяем по формуле

$$h = \frac{s(D_з^2 - d_в^2)}{s_1 2(d_в + d_н)},$$

где s — толщина заготовки, мм; $D_з$ — диаметр заготовки, мм; $d_н$ — наружный диаметр детали, мм; s_1 — толщина стенки, мм; $d_в$ — внутренний диаметр детали, мм.

На основании выполненных расчетов окончательно устанавливаем форму и размеры всех полуфабрикатов, получаемых в результате выполнения штамповочных операций (см. прил. 7, рис. 2): I операция — вырубка с вытяжкой (а), II операция — вытяжка с утонением стенки, первая (б), III операция — вытяжка с утонением стенки, вторая (в).

Штамп для второй вытяжки с утонением показан на рис. 3 прил. 7.

Пример 8. Разработать технологический процесс штамповки детали «Стакан» (см. прил. 8, рис. 1, а). Материал — алюминий А6М. Толщина 0,5 мм. Годовая программа — 5 млн. шт.

1. Выбор варианта и определение структуры технологического процесса. 1. Выбор варианта основных операций технологического процесса. Исходя из формы, размеров и годовой программы детали, можно сделать вывод о том, что единственно целесообразным является вариант вытяжки детали из плоской заготовки. В данном случае, очевидно, будет оправдано применение штамповочного автомата. Операций вытяжки должно быть несколько. Наличие отверстия в дне и фигурного фланца потребует применения дополнительных операций пробивки и обрезки. Таким образом, штамповка детали должна выполняться за несколько переходов, следовательно, в качестве штамповочного оборудования может быть применен многопозиционный автомат с грейферной подачей [25, с. 86].

2. Анализ технологичности детали. На основании данных табл. 35 определяем, что для толщины 0,5 мм квадратная коробка должна иметь радиусы сопряжения: между вертикальной стенкой и дном — не менее $1,5 \times 0,5 = 0,75$ мм, между боковыми стенками — не менее $3 \times 0,5 = 1,5$ мм. Перечисленным условиям заданная деталь удовлетворяет. На детали проставлены размеры, не ограниченные (кроме высоты) допусками. В соответствии с техническими условиями на изделие, в которое входит деталь, в этом случае размеры должны быть выполнены с полями допусков, охватывающие — по $H12$, охватываемые — по $h12$. На основании табл. 36 устанавливаем, что и этому условию возможности операции вытяжки соответствуют. Высота детали $26_{-0,3}$ мм не может быть обеспечена (см. табл. 36) непосредственно операцией вытяжки, поэтому необходимо применить калибровку.

3. Определение структуры технологического процесса. *Расчетные параметры детали:* 1) длина (ширина) сечения по средней линии (см. рис. 16, б): $A = B = 15,5 - 0,25 - 0,25 = 15$ мм; 2) расчетная высота вытяжки (см. рис. 15): $h_p = 26,5 - 0,25 - 0,25 = 26$ мм; 3) радиусы закруглений (см. рис. 15): $r_0 = 2,25 - 0,25 = 2$ мм и $R_0 = 1,75 + 0,25 = 2$ мм; 4) периметр (см. рис. 16, б): $L = 4 \cdot 15 - 1,72 \cdot 2 = 56,6$ мм; 5) площадь поверхности F_d .

Определению площади поверхности должно предшествовать принятие окончательного решения о форме и размерах фланца детали после вытяжки. Очевидно, что (как уже было отмечено) получить путем вытяжки заданную форму фланца невозможно. Следовательно, фланец должен быть получен с припуском под обрезку. Припуск определяем по табл. 13 для случая вытяжки с фланцем. В качестве d принимаем ширину стакана (примечание к табл. 13): $d = 15$ мм; в качестве диаметра фланца — его ширину $d_f = 22$ мм. Поскольку $d_f < 25$ мм и $d_f : d = 22 : 15 = 1,47$, по табл. 13 принимаем $\Delta d = 2,5$ мм. Указанный припуск должен быть принят по всему контуру фланца, в том числе и по его диагонали в направлении линии BC (см. прил. 8, рис. 1, б).

Поскольку из геометрических соотношений можно определить, что $BD = DO \times (\sqrt{2} - 1) = 2,5$ мм (где $DO = 6$ мм), очевидно, контур фланца после вытяжки должен пройти через точку B^* . (Такое совпадение является случайностью. Обобщать его для других соотношений размеров подобных деталей нельзя.)

* Площадь поверхности четверти вогнутого сферического кольца [24, табл. 31, п. 10].

Для упрощения последующих расчетов можно принять, что контур фланца перед обрезкой является окружностью. Тогда этот контур изобразится окружностью диаметра (см. прил. 8, рис. 1, б):

$$D_{\phi} = BC = 22\sqrt{2} \approx 31 \text{ мм.}$$

Площадь полной поверхности (по средним контурам сечений) детали после вытяжки составляет сумма поверхностей элементов (см. прил. 8, рис. 1):

$$F_d = F_1 + 4F_2 + 4F_3 + 4F_4 + 4F_5 + 4F_6 + F_7 + 4F_8.$$

Размеры элементов определены на рис. 1, а исходя из построения среднего контура сечений детали вертикальной осевой плоскостью (рис. 1, г) и горизонтальной плоскостью (рис. 1, б). На этом основании рассчитываем площади их поверхностей:

$$F_1 = 11 \cdot 11 = 121 \text{ мм}^2 \text{ (рис. 1, в);}$$

$$4F_2 = 6,28 \cdot 4 = 25 \text{ мм}^2 \text{ (рис. 1, в);}$$

$$4F_3 = 3,14 \cdot 4 \cdot 11 = 138 \text{ мм}^2 \text{ (рис. 1, ж);}$$

$$4F_4 = 3,14 \cdot 4 \cdot 21 = 264 \text{ мм}^2 \text{ (рис. 1, з);}$$

$$4F_5 = \frac{3,14}{2} (3,14 \cdot 4 \cdot 3 + 2,28 \cdot 3^2) = 93 \text{ мм}^2 \text{ (рис. 1, и);}$$

$$4F_6 = 3,14 \cdot 6 \cdot 11 = 206 \text{ мм}^2 \text{ (рис. 1, к);}$$

$$F_7 = \frac{3,14 \cdot 31 \text{ мм}^2}{4} - 11 \cdot 11 - 4 \cdot 11 \cdot 5 - 3,14 \cdot 5^2 = 335 \text{ мм}^2 \text{ (рис. 1, л);}$$

$$4F_8 = 4 \cdot 11 \cdot 21 = 924 \text{ мм}^2 \text{ (рис. 1, е).}$$

Итак,

$$F_d = 121 + 25 + 138 + 264 + 93 + 206 + 335 + 924 = 2106 \text{ мм}^2.$$

Количество операций. Проверяем возможность вытяжки детали за один раз. Для такой проверки (см. табл. 18) необходимо знать ширину заготовки B_3 , а в данном случае для квадратной коробки — диаметр заготовки $D_3 = 52 \text{ мм}$.

Относительная толщина заготовки

$$(s/D_3) 100 = (0,5/52) 100 = 0,96.$$

Для алюминия по табл. 18 находим $K_2 = 0,55 \dots 0,60$.

Наибольшую высоту коробки с фланцем, которая может быть получена за одну вытяжку, определяем по формуле (1.55):

$$h_p^{\max} = 0,60 \cdot 15 = 9 \text{ мм.}$$

Таким образом, получить заданную деталь при ее $h_p = 26 \text{ мм}$ за одну вытяжку невозможно.

Устанавливаем *, что вытяжек осуществляется несколько, причем предпоследний полуфабрикат представляет собой цилиндр с фланцем, диаметр которого равен диаметру фланца после окончательной вытяжки, т. е. $D_{\phi} = 31 \text{ мм}$ (см. рис. 20).

*Вопрос о предельной высоте вытяжки высоких квадратных коробок с фланцем и о количестве операций их вытяжки изучен недостаточно. Поэтому во всех случаях окончательное уточнение технологического процесса для таких деталей осуществляется опытным путем. Практикой установлено, что наиболее целесообразно предпоследний полуфабрикат изготавливать в виде стакана круглого сечения, а из него вытягивать квадратную коробку, сохраняя при этом наружный контур фланца неизменным. Диаметр круглого стакана (предпоследнего полуфабриката) может быть определен, как для вытяжки квадратной коробки по формуле (1.63) при соблюдении зависимости $r_0 \geq 0,1 \sqrt{h_p B}$. Количество операций вытяжки, предшествующих получению предпоследнего полуфабриката, определяется по методике, установленной для вытяжки цилиндрических деталей с фланцем.

Проверим возможность применения формулы (1.63):

$$r_0 = 2; 0,1 \sqrt{h_p B} = 0,1 \sqrt{26 \cdot 15} = 1,97, \text{ т. е. } r_0 > 0,1 \sqrt{h_p B}.$$

Следовательно, по формуле (1.63) находим

$$d_{n-1} = 1,41 (15 - 0,38 \cdot 2) = 20,5 \text{ мм.}$$

Далее определяем количество операций вытяжки, которые необходимы для получения предпоследнего полуфабриката. Для этого вычисляем вспомогательные величины (принимая в качестве d величину d_{n-1} , так как в данном случае стакан диаметра $d_{n-1} = 20,5 \text{ мм}$ является конечным результатом вытяжки цилиндрической детали с фланцем):

$$h_p : d_{n-1} = 26 : 20,5 = 1,27; D_{\phi} : d_{n-1} = 31 : 20,5 = 1,51.$$

По табл. 15 находим, что при полученных соотношениях для вытяжки стакана диаметром 20,5 мм необходимо выполнить не менее двух, но не более трех операций.

Окончательное решение вопроса о количестве операций будет принято в дальнейшем при расчете размеров промежуточных полуфабрикатов.

Выполненных расчетов достаточно, чтобы установить количество операций штамповки детали: требуется вырубка заготовки, две (или три) вытяжки цилиндрического стакана с фланцем, вытяжка квадратного стакана, обрезка фланца, пробивка отверстия в дне детали. Одновременно с последней вытяжкой следует произвести калибровку детали по высоте.

Установление полного состава технологического процесса. Устанавливаем последовательность операций:

1. Вырубка заготовки.
2. Первая вытяжка.
3. Вторая вытяжка.
4. Третья вытяжка (ее необходимость будет проверена дополнительно).
5. Окончательная вытяжка с калибровкой.
6. Обрезка фланца.
7. Пробивка отверстия в дне.

II. Расчет параметров технологического процесса. 1. Определение формы и размеров заготовки. Форма заготовки — круг. Его диаметр (см. прил. 8, рис. 1)

$$D_3 = 1,13 \sqrt{F_d} = 1,13 \sqrt{2106} = 52 \text{ мм.}$$

2. Определение формы и размеров промежуточных полуфабрикатов. *Предпоследний полуфабрикат.* Установлено выше (с. 104), что предпоследний полуфабрикат — цилиндр с фланцем. Диаметр цилиндра по средней линии $d_{n-1} = 20,5 \text{ мм}$, диаметр фланца $D_{\phi} = 31 \text{ мм}$; определим остальные размеры.

Вначале находим для предпоследнего полуфабриката возможные радиусы закругления между вертикальными стенками и фланцем и вертикальными стенками и дном. Поскольку вытяжка будет второй или третьей по счету, она будет осуществляться с коэффициентом вытяжки, превышающим величину 0,6 (см. табл. 19). Следовательно, при относительной толщине заготовки 0,96 (с. 104) по табл. 45 определяем, что отношение $r_m : s \geq 6$ и $R_n : s \geq 4$. На этом основании для максимального облегчения условий вытяжки принимаем: $r_m = 4 \text{ мм}$; $R_n = 4 \text{ мм}$.

На основании указаний, приведенных на рис. 21 и в соответствующем тексте (см. выше), устанавливаем целесообразность получения переходного конуса с углом 45° у дна и оформления на дне квадратной площадки с размерами, соответствующими размерам окончательной детали, т. е. $15 \times 15 \text{ мм}$.

В итоге форма предпоследнего полуфабриката будет иметь вид, показанный на рис. 1, в прил. 8, где изображены общий вид поверхности по средним линиям и осевое сечение полуфабриката *.

Все размеры поверхности определены за исключением высоты h_{n-1} . Вычисляем ее, исходя из сохраняющего равенства площади поверхности F_d .

* На рисунке сделано допущение, что радиусы R_1 мм показаны условно до дуг, сопрягающих средние линии сечения. Такое допущение на результаты расчета практического влияния иметь не будет, но упростит арифметические действия при расчете.

Поверхность полуфабриката можно разбить на участки, имеющие площади F_1 , F_2 , F_3 и F_4 (см. прил. 8, рис. 1, ж). Примем условно, что дно поверхности F_1 представляет собой круг диаметром 20,5 мм. Такое допущение приемлемо, так как отличие площади круга от площади сложной поверхности, состоящей из квадрата 15×15 мм и четырех переходных площадок, ограниченных прямыми и дугами эллипсов, незначительно*.

Следовательно:

$$F_1 = \frac{3,14}{4} 20,5^2 = 332 \text{ мм}^2;$$

$$F_2 = \frac{3,14}{4} (31^2 - 28,5^2) = 114 \text{ мм}^2;$$

$$F_3 = \frac{3,14}{2} (3,14 \cdot 20,5 \cdot 4 + 2,28 \cdot 4^2) = 464 \text{ мм}^2;$$

$$F_4 = 3,14 \cdot 20,5 (h_{n-1} - 4) = (64h_{n-1} - 256) \text{ мм}^2;$$

$$332 + 114 + 464 + (64h_{n-1} - 256) = 2106 \text{ мм}^2, \text{ откуда } h_{n-1} = 22,8 \text{ мм}.$$

Полуфабрикаты после первой и второй вытяжки. Вначале проверим, будет ли достаточно двух операций вытяжки предпоследнего полуфабриката. По табл. 19 для $s/D_3 100 = 0,96$, предположив, что вытяжка предпоследнего полуфабриката является по счету второй, находим $m_3 = 0,74$. Тогда возможный диаметр стакана, предшествующего предпоследнему полуфабрикату,

$$d_{n-2} = d_{n-1} : m_3 = 20,5 : 0,74 = 27,75 \text{ мм}.$$

Проверим, можно ли получить стакан диаметром 27,75 мм с фланцем диаметром 31 мм за одну операцию вытяжки из плоской заготовки диаметром 52 мм.

При $D_3/d_{n-2} = 31/27,75 = 1,12$ и $(s/D_3) 100 = 0,96$ по табл. 20 находим, что коэффициент вытяжки должен составлять $m_1 = 0,53...0,57$.

В данном случае

$$d_{n-2} : D_3 = 27,75 : 52 = 0,533,$$

т. е. находится в пределах допустимого [22, табл. 31, п. 9].

Таким образом, можно ограничиться двумя операциями вытяжки цилиндрического стакана.

Определяем размеры стакана после первой вытяжки (см. прил. 8, рис. 1, к):

$$F_1 = \frac{3,14}{4} \cdot 19,75^2 = 330 \text{ мм}^2;$$

$$F_2 = \frac{3,14}{4} (2 \cdot 3,14 \cdot 19,75 \cdot 4 + 8 \cdot 4^2)** = 490 \text{ мм}^2;$$

$$F_3 = 3,14 \cdot 27,75 (h_1 - 4 - h) = [87 (h_1 - h) - 348] \text{ мм}^2,$$

$$F_4 = 3,14 (d_{\text{д}} L_{\text{д}} - 2 \cdot 4h)**, \text{ где } L_{\text{д}} - \text{длина дуги закругления}.$$

Составляющие, входящие в формулы:

$$d_{\text{д}} = 27,75 + 8 = 35,75 \text{ мм};$$

$$h = 4 \operatorname{tg} \alpha = 3 \text{ мм}; \quad L_{\text{д}} = 0,017 \cdot 4 \cdot 53 = 3,6 \text{ мм};$$

$$\text{где } \alpha^0 = \arccos \left[\left(4 - \frac{31 - 27,75}{2} \right) / 4 \right] = 53^0.$$

В итоге

$$F_2 = (87h_1 - 609) \text{ мм}^2; \quad F_4 = 331 \text{ мм}^2.$$

* При вытяжке будет иметь место некоторое растяжение металла у дна полуфабриката, что приведет к определенной компенсации данного допущения.

** В [24, табл. 31, п. 12].

Подставляя найденные значения в уравнение, выражающее неизменность площади поверхности, вычисляем h_1 :

$$330 + 490 + (87h_1 - 609) + 331 = 2106 \text{ мм}^2,$$

откуда $h_1 = 18 \text{ мм}.$

3. Технологические переходы штамповки. На основании выполненных расчетов могут быть окончательно установлены форма и размеры всех полуфабрикатов, получаемых в результате выполнения штамповочных операций. Они показаны в принятой последовательности в прил. 8 на рис. 2 (с учетом данных, полученных в п. 4, а также схемы работы многопозиционного автомата с рейферной подачей, обеспечивающего автоматическую подачу ленты перпендикулярно к фронту и последующую передачу полуфабрикатов вдоль фронта автомата): I — вырубка заготовки, II — первая вытяжка, III — вторая вытяжка, IV — третья вытяжка с калибровкой, V — обрезка фланца, VI — пробивка отверстия диаметром 7,5 мм.

4. Выбор и раскрой основного материала. В качестве основного материала принимаем ленту алюминиевую А6М толщиной 0,5 мм по ГОСТ 13726—78.

Ширину ленты рассчитываем по формуле (1.4):

$$B = A + 2(a + \delta) + c.$$

В соответствии с приведенным выше расчетом $A = D_3 = 52 \text{ мм}$. По табл. 1 для толщины 0,5 мм при вырубке круглой заготовки диаметром 50...100 мм из алюминия принимаем $a = 1,2 \cdot 1,7 = 2,4 \text{ мм}$; $b = 1,2 \cdot 1,4 = 1,7 \text{ мм}$.

Допуск на ширину ленты δ по ГОСТ 13726—78 составляет $\pm 0,5 \text{ мм}$. Гарантированный зазор c (см. табл. 4) принимаем 0,7 мм. Таким образом,

$$B = 52 + 2(2,4 + 0,5) + 0,7 = 58,5 \text{ мм}.$$

Ленты выпускаются шириной 55 и 60 мм. Принимаем $B = 60 \text{ мм}$. Фактическая величина a при этом составит $4 \pm 0,25 \text{ мм}$.

Шаг штамповки $h = D_3 + b = 53,7 \text{ мм}$. Лента поставляется в рулонах: в каждом по три части длиной по 10 м. Масса 1 м² ленты составляет 1,355 кг (данные ГОСТа). При ширине 60 мм масса одной части рулона составит $0,06 \cdot 10 \cdot 1,355 = 0,814 \text{ кг}$. Таким образом, для подстановки в формулу (1.2) принимаем $M = 0,814 \text{ кг}$.

Из ленты может быть отштамповано

$$N = 10\,000/53,7 = 186 \text{ заготовок}.$$

Следовательно, норма расхода на одну деталь

$$H = 0,814/186 = 0,00436 \text{ кг (4,36 г)}.$$

В соответствии с формулой (1.1) находим коэффициент использования металла

$$K_{\text{и}} = 2,5/4,36 \cdot 100 = 57,5\%.$$

Коэффициент раскроя по формуле (8)

$$K_{\text{р}} = M_{\text{д}}/M_3 \cdot 100 = 2,5/4,35 \cdot 100 = 57,6\%,$$

где $M_3 = 0,06 \cdot 0,0537 \cdot 1,355 = 0,00435 \text{ кг (4,35 г)}$.

5. Определение потребных усилий для выполнения штамповки и выбор оборудования. Расчет усилий, необходимых для выполнения всех операций, показывает, что суммарное усилие вырубki заготовки, всех операций вытяжки, обрезки фланца и пробивки отверстия не превышает 20 кН. Поскольку все операции выполняются одновременно, потребное усилие пресса принимаем по суммарному усилию всех операций.

Из многопозиционных прессов-автоматов, выпускаемых отечественной промышленностью, пресс с наименьшим усилием модели А6122А (усилием 160 кН), обеспечивающий наибольшее усилие на каждой из позиций 50 кН. Этот пресс принимаем для выполнения штамповки детали.

Устройство и работа пресса обеспечивают выполнение всех операций и передачу полуфабрикатов с помощью рейферного механизма с позиции на позицию [25, с. 86—95]. Наибольшая глубина вытяжки на автомате — 30 мм, наибольшая ширина ленты — 115 мм, наибольший шаг подачи ленты — 80 мм, частота движения ползуна — 35...120 мин⁻¹. Число рабочих позиций автомата, включая вырубку, — 8. В данном случае будет использовано 6 позиций. Расстояние между позициями — 80 мм.

III. Штамповка на многопозиционном автомате и конструктивные особенности штампов. Последовательность штамповки показана на рис. 2 прил. 8. Штамповка осуществляется комплектом штампов, устанавливаемых на автомат А6122А.

Рулон ленты одевают на барабан разматывающего устройства, расположенного позади прессы. Лента подается валковой подачей через правильное устройство в зону первой рабочей позиции автомата в направлении, перпендикулярном к его фронту, спереди-назад (см. прил. 8, рис. 2, а). На первой рабочей позиции автомата находится механизм шахматной подачи, обеспечивающий перемещение плиты, на которой устанавливается штамп для вырубки, в направлении, перпендикулярном к оси ленты. Плита со штампом перемещается при каждом ходе ползуна автомата таким образом, что заготовки вырубаются из ленты в шахматном порядке.

В рассматриваемом примере шахматная подача не используется: вырубка заготовки осуществляется из ленты в один ряд при шаге подачи $h_n = 53,7$ мм. После вырубки лента подается к ножницам, которые разрезают ее на части определенной длины.

Штамп для вырубки заготовки, устанавливаемый на первой рабочей позиции, не имеет принципиальных отличий от обычных штампов для вырубки.

Вырубленная заготовка падает на поверхность мостика прессы и подается шибром на первую промежуточную позицию I' . Длина шибера и положение мостика уточняются в процессе наладки таким образом, чтобы на первой промежуточной позиции был осуществлен захват заготовки рейферным устройством.

Рейферное устройство представляет собой две линейки, расположенные вдоль фронта автомата симметрично относительно его оси и перемещающиеся возвратно-поступательно в двух направлениях — вдоль фронта прессы на 80 мм (l_n) и перпендикулярно к нему — 30 мм. При таком движении линейки своими захватами за ход автомата перемещают заготовку на величину шага (80 мм), оставляют ее на второй промежуточной позиции, раздвигаются, возвращаются в исходное положение, сдвигаются и захватывают следующую заготовку, поданную в это время на первую промежуточную позицию. В то же время следующая пара захватов перемещает заготовку со второй промежуточной на первую рабочую позицию.

Всего автомат имеет две промежуточные позиции. Таким образом, заготовка перемещается с первой рабочей на вторую рабочую позицию на величину $l_0 = 3 \cdot 80 = 240$ мм.

На второй рабочей позиции осуществляется первая вытяжка, далее вытянутая заготовка рейферными линейками передается на третью рабочую позицию и т. д. Поскольку все рабочие позиции прессы оснащены выталкивающими устройствами в патронах и прижимными устройствами в столе, на каждой из позиций после выполнения необходимой операции полуфабрикат оказывается на уровне захватов рейферных линеек и переносится ими на следующую позицию до выноса за пределы прессы, слева направо. За каждый ход автомата производится вырубка одной заготовки и выдача одной детали (см. прил. 8, рис. 2, б).

Схематический чертеж комплекта штампов для II...VI операций показан на рис. 3 прил. 8.

Штампы основаны на 2 устанавливаются и крепятся на подштамповой плите прессы вплотную друг к другу. При этом обеспечивается совпадение осей штампов с осями патронов прессы.

Заготовка, поступающая на вторую рабочую позицию после раздвижения захватов, закрепленных на рейферных линейках, лежит на плоскости торца пуансона 3 и поднятой на тот же уровень плоскости кольца 4. Кольцо поднимается винтами-толкателями под действием выталкивающего устройства 1. При ходе ползуна вниз вначале заготовка прижимается к торцу пуансона 3 стаканом 7, несколько выступающим из матрицы 6, затем осуществляется вытяжка. При этом кольцо 4 опускается, обеспечивая прижим фланца заготовки, при котором исключается образование складок.

При ходе ползуна вверх вытянутый полуфабрикат снимается с пуансона 3 кольцом 4 и выталкивается из матрицы стаканом 7 под действием толкателя 8.

После передачи на третью рабочую позицию полуфабрикат устанавливается своим фланцем на плоскость торца стакана 11 и кольца 31, поднятых на уровень плоскости торца пуансона 13 под действием выталкивающего устройства 32 и пружин телескопического выталкивающего устройства 33. При очередном ходе ползуна вниз матрица 14 своими толкателями 5 вначале опускает кольцо 31, в результате чего полуфабрикат получает возможность надеться на стакан 11 (наружный диаметр которого

равен внутреннему диаметру полуфабриката после первой вытяжки). Этому способствует опускающийся стакан 12, выступающий из матрицы 14. Матрица 14 при дальнейшем опускании ползуна производит вторую вытяжку, в процессе которой стакан 31 продолжает опускаться под действием толкателя 5. Стакан 11 также опускается, обеспечивая отсутствие складок при второй вытяжке. После завершения второй вытяжки при ходе ползуна вверх стакан 11 снимает полуфабрикат с пуансона, а стакан 12 выталкивает его из матрицы.

Аналогично выполняется третья вытяжка на четвертой рабочей позиции: стакан 16 при ходе вниз закатывает полуфабрикат на стакан 30, а при ходе вверх выталкивает его из матрицы. Кольцо 29 опускается под действием толкателя матрицы и затем возвращается в исходное положение. Калибровка фланца производится матрицей 17 на плоскости кольцевого стакана 15.

На пятой рабочей позиции выполняется обрезка фланца матрицей 18 на пуансоне 28. До обрезки прижимной стакан 20 фиксирует положение полуфабриката. Отход, отрезанный от фланца, является замкнутым. Опускаясь вниз под действием матрицы, он разрезается ножами 27 на четыре части, которые проваливаются в окна подштамповой плиты.

На шестой рабочей позиции выполняется пробивка отверстия в дне полуфабриката пуансоном 22 на матрице 26. Кольцо 25 предварительно опускается выступами стакана 23, давая возможность полуфабрикату надеться на матрицу 26. В процессе пробивки дно заготовки прижимается кольцом 24, которое после пробивки снимает деталь с пуансона. Кольцо 24 перемещается под действием толкателей 21, которые в свою очередь перемещаются под действием пружины и центрального толкателя. Для предотвращения прилипания полуфабриката к верхним стаканам 7, 12, 16, 24 на всех позициях предусмотрены выталкиватели 19.

Верхние части штампов крепятся к патронам прессы с помощью плит 10 и хвостовиков 9.

Себестоимость штампуемой детали и экономический эффект от внедрения разработанного технологического процесса рассчитывают аналогично приведенному при рассмотрении примера 1.

Глава 5

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНО-ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМЫХ ШТАМПОВ

16. Общие положения

Одним из недостатков листовой штамповки, особенно резко проявляющимся в условиях мелкосерийного, единичного, опытного производства, является необходимость длительного цикла подготовки производства и высокая ее стоимость, что связано с потребностью изготовления большого количества специальных штампов.

Если на предприятии преобладает серийное производство с часто меняющимися изготавливаемыми изделиями, то применение листовой штамповки не только приводит к длительному времени освоения новой или обновленной продукции, но и накладывает на изделия большие затраты, связанные с изготовлением штампов.

Опыт промышленности свидетельствует о том, что удельный вес мелкосерийного производства непрерывно растет по общему объему производства и особенно резко — по номенклатуре изготавливаемой продукции. Такой факт вполне объясним: народному хозяйству в целом и отдельному потребителю в частности требуется все больше разных товаров и, следовательно, все меньше одинаковых и даже однотипных.

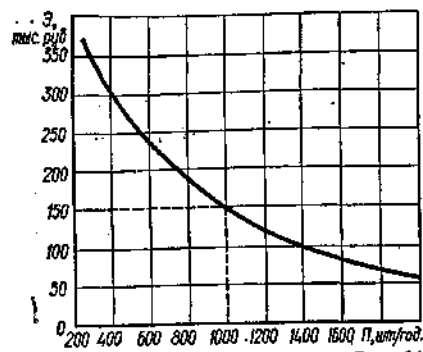


Рис. 31

Массовость сохраняется в таких отраслях, как автомобилестроение, тракторостроение, сельхозмашиностроение, производство отдельных товаров широкого потребления. Однако и в этих отраслях все большее место занимает производство изделий, выпускаемых мелкими сериями или даже единично. При этом особое значение имеют методы листовой штамповки, позволяющие применять универсальную штамповую оснастку, и в частности способ поэлементной штамповки.

Принципиально способ заключается в следующем. Любые сложные контуры (профили) данной группы деталей расчленяются на простейшие элементы таким образом, чтобы из них можно было составить все детали данной группы. Чем проще составляющие элементы, тем большую группу деталей можно из них составить. В пределе, если элементы являются простейшими, то из них может быть составлено неограниченное количество деталей. Если создать универсально-переналаживаемые штампы (УПШ), с помощью которых можно штамповать простейшие элементы, то определенный сравнительно небольшой выбор этих штампов позволит поэлементно штамповать детали любой сложности. Организовав в своем составе участок поэлементной штамповки (или несколько в зависимости от объема производства) и оснастив его комплектом УПШ (10...12 штампов) и необходимым набором периодически обновляемого сменного инструмента, предприятие может свести к нулю время и затраты на подготовку производства и штамповать почти всю номенклатуру деталей из листового и профильного проката даже при условии: а) детали по форме и размерам изменяются ежемесячно; б) их требуется 10...100 шт. на годовую программу; в) детали являются разовыми и не будут впредь повторяться.

При мелкосерийном производстве создание на предприятии такого участка обеспечивает при средней программе 1000 шт. деталей в год ежегодную замену 1200...1300 специальных штампов, которые потребовались бы для постоянного обновления выпускаемой продукции. Соответственно обеспечивается годовая экономия не менее 80 т металлопроката, в том числе 20...25 т инструментальной стали, условное высвобождение не менее 40 специалистов-инструментальщиков. Участок может обеспечить штамповку ежегодно 400...450 наименований деталей. При этом цикл подготовки производства и изготовления деталей по времени снижается в 10...13 раз. Экономический эффект от внедрения одного комплекта УПШ при этих условиях достигает 150...160 тыс. руб.

Изменение годовой программы P приводит к соответствующему изменению экономического эффекта $\mathcal{E}$ (рис. 31).

В единичном и опытных производствах создание участка для деталей с годовой программой 100 шт. позволяет обеспечить штамповку ежегодно до 5 тыс. наименований деталей, цикл подготовки и изготов-

ления которых сокращается в 15...20 раз. При этом высвобождается до 50 квалифицированных рабочих, обеспечивается годовой экономический эффект до 100 тыс. руб.

Для практического внедрения поэлементной штамповки необходимо из многообразия форм и размеров, встречающихся на практике элементов деталей, отобрать некоторое оптимальное количество и создать соответствующий набор универсально-переналаживаемых штампов, охватывающих эти элементы.

В качестве определяющих характеристик формы элементов принимают конфигурацию (профиль) основного образующего контура или конфигурацию законченного элемента как заготовки. Основным образующим контур — это непосредственный результат выполнения штамповочной операции; он представляет собой плавную кривую, прямую или ломаную линии, незамкнутую или замкнутую. Конфигурация законченного элемента — это результат соединения основного образующего контура с исходной заготовкой.

В результате анализа номенклатуры деталей, характерных для данного предприятия, выявляются типовые штампуемые элементы и основные образующие контуры, устанавливаются пределы изменения их размеров и на этом основании определяется номенклатура УПШ, необходимых для организации участка поэлементной штамповки. Точностные параметры штампуемых деталей определяют характер конструкции УПШ, особенности его настройки.

Конструктивное оформление УПШ выполняется по двум схемам: без сменного инструмента и со сменным инструментом. В первом случае при неизменных рабочих частях штампа изменение технологических параметров (размеров штампуемых элементов) достигается за счет соответствующих перемещений упорных линеек, упоров и других составляющих наладки штампа. Во втором случае, кроме указанных перемещений, производится замена рабочих частей (сменного инструмента) штампа. Если в первом случае для штамповки данного элемента используется некоторая геометрическая часть рабочих деталей штампа, то во втором, как правило, для каждого данного элемента используется полный профиль (контур) сменного рабочего инструмента.

Использование комплекта УПШ в определенной последовательности обеспечивает штамповку по элементам деталей высокой сложности.

17. Пример разработки технологического процесса и штампов

Пример 9. Разработать технологический процесс штамповки группы деталей при их средней программе 300 шт. в год. Общее количество наименований деталей, подлежащих изготовлению, — 800. Материал — сталь Ст3, сталь 20, алюминий, латунь. Толщина — 0,5...6,0 мм.

1. Выбор варианта, определение структуры технологического процесса и оснастки для его осуществления: 1. На основании просмотра всех чертежей делаем вывод о том, что конфигурация представленных деталей является сравнительно простой, их отдельные элементы по форме часто повторяются в разных деталях *. Указанный факт в сочетании с малыми программами позволяет предложить в качестве оптимального варианта изготовления деталей способ поэлементной штамповки.

* Выводы, приведенные в настоящем параграфе, условны. Предполагается, что студентом рассматривается конкретная номенклатура деталей.

2. На основании предварительного анализа представленных чертежей отбираем для технологической проработки 7 групп деталей-представителей, представленных соответствующими эскизами типовых деталей (табл. 52). Остальные детали единичны по сочетанию элементов, однако состоят из аналогичных по форме и размерам элементов (детали-представители должны выбираться таким образом, чтобы все повторяющиеся в них элементы отражали наименьшие и наибольшие размеры соответствующих элементов у всей номенклатуры деталей).

3. Каждую из деталей-представителей расчленим на простейшие элементы и определяем последовательность штамповки. Определяем технологические параметры: типовые формы и предельные размеры штампуемых элементов, ориентировочное количество операций штамповки по элементам.

4. На основе технологических параметров находим: типы УПШ; типоразмеры УПШ; количество УПШ, необходимое для обеспечения штамповки заданной номенклатуры деталей.

В результате определяем конкретную номенклатуру подлежащих проектированию штампов:

а) УПШ для обрезки внутренних прямых углов и прямолинейных фасок (по табл. 52: группа 1, операции II...V и VII; группа 2, операции IV...VII; группа 3, операции I, III, IV, VI; группа 4, операция V; группа 6, операции II...V; группа 7, операции IV и V);

б) УПШ для пробивки внутренних прямоугольных пазов (по табл. 52: группа 4, операция II);

в) УПШ для обрезки углов заготовок по дуге 90° (по табл. 52: группа 3, операции VII, VIII; группа 4, операция IV; группа 5, операция II);

г) УПШ для обрезки концов полос по дуге 180° (по табл. 52: группа 7, операция VII);

д) УПШ для пробивки круглых отверстий (по табл. 52: группа 1, операция VI; группа 2, операции II и III; группа 3, операции II и V; группа 4, операция III; группа 7, операция II);

е) УПШ для У-образной гибки (по табл. 52: группа 7, операция УП);

ж) УПШ для П-образной гибки (по табл. 52: группа 5, операция III).

Предельные размеры штампуемых элементов определяем, исходя из анализа размеров представленных деталей.

5. На основании приведенной в табл. 52 технологической последовательности устанавливаем типовую структуру технологического процесса. Она включает операции обрезки прямоугольных заготовок, обрезки внутренних прямых углов, обрезки прямоугольных фасок, пробивки внутренних прямоугольных пазов, круглых и фигурных отверстий, обрезки по дуге 90 и 180°, V-образной и П-образной гибки.

II. Конструктивные особенности штампов. В настоящем проекте разработаны конструкции двух УПШ — для обрезки внутренних прямых углов и прямолинейных фасок и для П-образной гибки.

1. Штамп для обрезки внутренних прямых углов и прямолинейных фасок. Он позволяет производить обрезку внутренних прямых углов в прямоугольных и любых других заготовках (см. рис. 3); при этом ориентация сторон угла относительно сторон заготовки может быть произвольной. То же относится и к обрезке прямолинейных фасок.

Общая характеристика технологических возможностей штампа показана на рис. 32, а, б, в, г.

Рассмотрим устройство и работу штампа (рис. 32, б).

На нижней плите смонтированы и закреплены: ножи матрицы 10 и 11, противоотжимы 8 и 9, мостик 12 с масштабными линейками и передвижными упорами 13 и 14. Кроме того, в пазу нижней плиты 15 свободно перемещается круглая в сечении штанга 7, поддерживаемая серьгой 20. От поворота вокруг своей оси штанга удерживается шпонкой 21, которая прикреплена к ней винтами и скользит в соответствующем пазу серьги 20. На переднем конце штанги закреплен стакан 18, в котором вертикально перемещается шток с шоговым упором 17, стремящийся под действием пружины 19 занять верхнее положение. Предельное верхнее положение штока с упором определяется штифтом, который запрессован в шток и скользит по пазу стакана. На противоположном конце штанги 7 надета рукоятка, соединенная со штангой штифтом. Фиксирование положения штанги с упором осуществляется гайкой 4.

Таблица 52. Пример технологической проработки деталей-представителей

Номер группы деталей-представителей	Эскиз и размеры типовой детали	Технологическая последовательность поэлементной штамповки	Количество операций
1			7
2			7
3			8

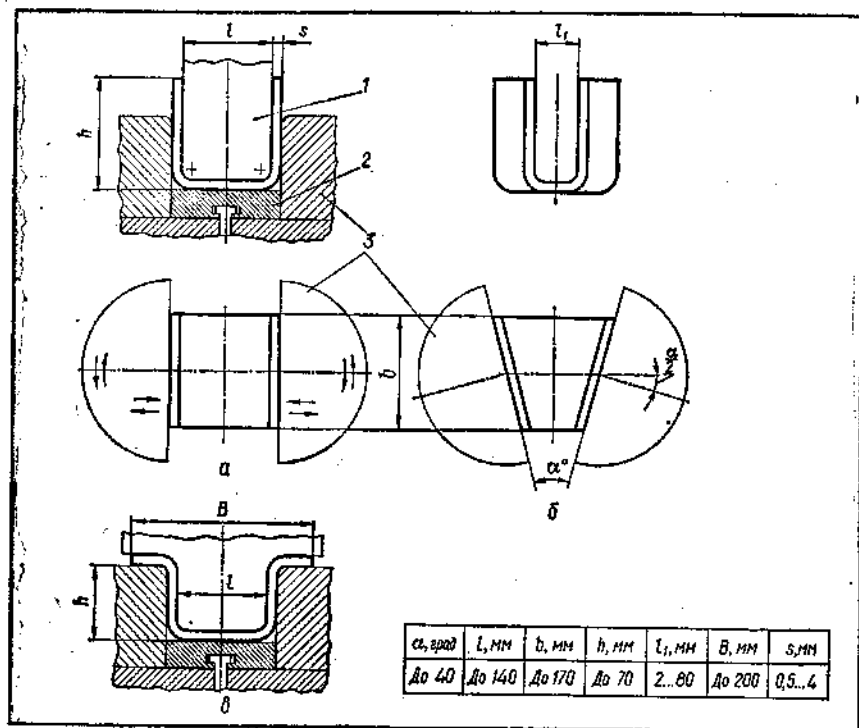


Рис. 33

Мостик прикреплен к нижней плите. Нижняя плита установлена на подкладных планках, прикрепленных к ней винтами. К нижней плите по бокам прикреплены грузовые штыри для подъема и транспортировки штампа.

Верхняя часть штампа состоит из плиты 2 с хвостовиком, прикрепленного к ней пуансонодержателя 1 с пуансоном 16 и прижимных планок 5 и 6, которые скользят по пазам пуансонодержателя и стремятся под действием пружин 3 занять крайнее нижнее положение.

Пуансон с пуансонодержателем скреплен винтами и штифтами. Пуансонодержатель прикреплен к верхней плите. Верхние и нижние части штампа соединены между собой направляющими колонками и втулками.

Если необходимо обрезать внутренний прямой угол с длиной сторон $l \times b$, сориентированный по отношению к ребру заготовки под углом 90° (рис. 32, а), перемещающиеся упоры 13 и 14 (рис. 32, б) устанавливаются на соответствующих расстояниях L и B от режущих кромок ножей матрицы. Заготовка укладывается на мостик между упорами. Производится ход пресса. Пуансон 16 обрезает в заготовке необходимый угол. Качественная поверхность среза обеспечивается прижимными планками 5 и 6, которые наступают на заготовку и прижимают ее к плоскости матрицы до того, как начинается резка. Шток с упором 17 под действием пуансона утапливается. Отрезанный отход проваливается в окно плиты и извлекается сквозь паз между подкладными планками.

Если необходимо получить углы со сторонами, которые больше $l \times b$, пробивка производится за несколько ударов (рис. 32, а). Аналогично производится наладка штампа и осуществляется его работа при обрезке прямолинейных фасок (рис. 32, г). Стороны угла можно сориентировать по отношению к граням заготовки под любым углом $\alpha \leq 90^\circ$ (рис. 32, б).

При необходимости отрезки на данном штампе заготовок от полосы (рис. 32, е) задний упор 14 (рис. 32, б) выставляется на размер $B = b_1 + 2$ мм, штанга 7 перемеща-

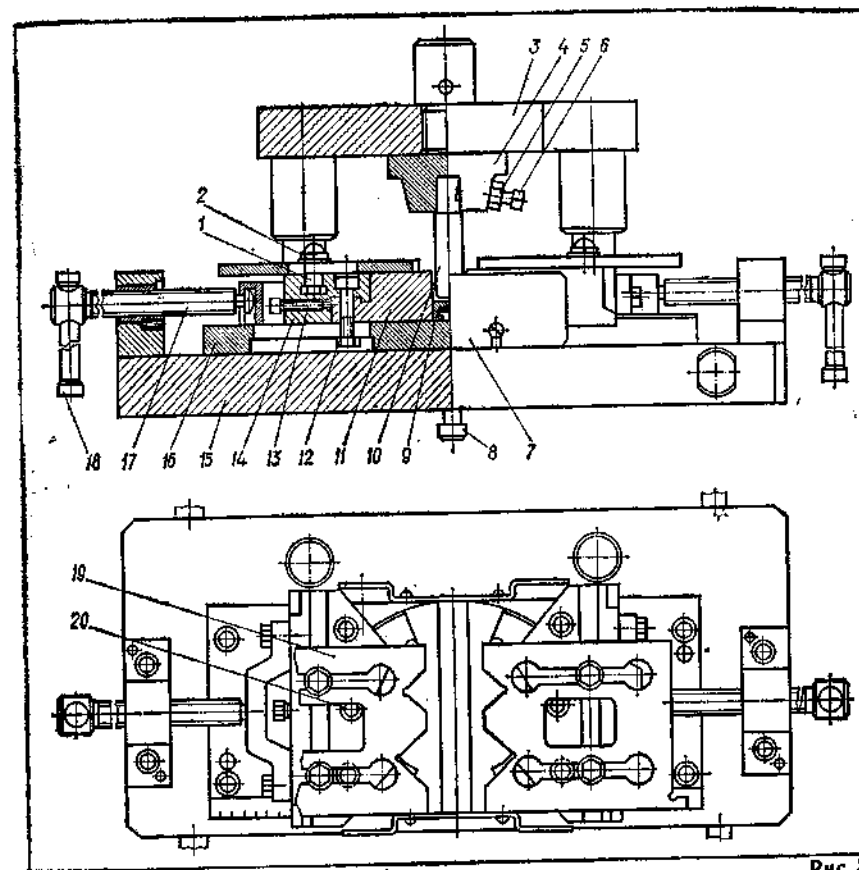


Рис. 34

ется вдоль своей оси до установки упора 17 в положение, при котором его головка отстоит от кромки ножа матрицы на расстоянии $L_1 = a$. В нужном положении штанга со штоком фиксируется серией 20 путем затяжки гайки 4. Полоса укладывается на мостик, упирается боковой гранью в задний упор и подается передним концом до шагового упора 17. Производится отрезка заготовки, затем цикл повторяется. Отрезанная заготовка проваливается в окно плиты.

2. Штамп для П-образной гибки. К конструктивным особенностям штампа относятся возможность перемещения и вращения полуматриц. Вследствие этого обеспечиваются широкие диапазоны форм и размеров штампуемых деталей. Пуансон в штампе сменный.

Технологическая характеристика штампа приведена на рис. 33, где 1 — сменный пуансон, 2 — сменный выталкиватель, 3 — полуматрицы. Схема общего вида штампа показана на рис. 34.

Рассмотрим устройство и работу штампа.

На нижней плите 15 закреплена промежуточная плита 16, по которой вдоль фронта штампа скользят две матрицы на расстоянии 14. В кольцевом пазу каждого матрицедержателя вращается (в горизонтальной плоскости) полуматрица 11. Таким образом, полуматрицы 11 имеют возможность: 1) раздвигаться и сдвигаться вместе с матрицедержателями, перемещаемыми вращением винтов 17 рукоятками 18; 2) поворачиваться вокруг вертикальной оси, занимая положение, при котором их рабочие грани не параллельны. При раздвигании и сдвигании полуматриц с сохранением параллельности их рабочих граней штамп налаживается для гибки деталей с параллельными полками

(рис. 33, а). В результате поворота полуматриц штамп накладывается для гибки деталей с непараллельными полками (рис. 33, б).

Фиксирование положения матрицедержателей и полуматриц осуществляется зажимом болтами 20 с гайками 12 и болтами 13.

На поверхности полуматриц размещаются подвижные трафареты 19, необходимое положение которых фиксируется зажимными болтами 1 с гайками 2.

Между полуматрицами скользит в вертикальном направлении сменная планка выталкивателя 9, получающая усилие от буфера прессы через толкатель 8. Она легко устанавливается, соединяясь с толкателем с помощью Т-образного паза. Спереди и сзади планка ограничена легкоъемными крышками 7. Форма верхней плоскости планки должна соответствовать форме дна штампуемой детали. По ней же производится установка полуматриц на размер, соответствующий ширине детали.

Верхняя часть штампа состоит из плиты 3 с пуансонодержателем 4, в котором крепится сменный пуансон 10. Пуансон фиксируется болтом 6 с гайкой 5.

В случае применения ступенчатого пуансона можно выполнить гибку деталей с полками (рис. 33, в).

Раздел третий

УСКОРЕННОЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ШТАМПОВ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Глава 6

УСКОРЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ШТАМПОВ

18. Ускоренное проектирование технологических процессов

В общем балансе времени на разработку технологических процессов листовой штамповки оформление технологической документации — заполнение операционных карт — занимает 50% и более. При этом технологу приходится многократно заносить идентичное содержание операций и переходов, одни из которых характерны для всех деталей, независимо от их формы и размеров, другие — для определенной группы деталей, штампуемых в конкретных условиях предприятия по единой технологической схеме на одном и том же или однотипном оборудовании.

При типизации деталей, унификации их элементов и единообразном описании содержания переходов и операций создаются условия разработки типовых технологических процессов (ТТП), охватывающих большинство штампуемых деталей в масштабах предприятия или отрасли.

Типовой технологический процесс характеризуется однотипностью операций, переходов, штампов, оборудования и приспособлений для определенной группы деталей. Поэтому в описании технологических процессов можно выделить постоянную часть технологической информации, относящейся ко всей группе деталей, и переменную часть, в которой содержатся данные по технологии изготовления данной детали.

Постоянная часть информации разрабатывается однократно при разработке системы ускоренного проектирования и оформляется в виде, удобном для тиражирования и быстрого занесения в операционную карту. Переменная часть информации вносится технологом в каждом конкретном случае.

Предварительный этап разработки ТТП — деление деталей на классы. Например, можно рекомендовать такую классификацию:

- 1) плоские, изготовление которых требует применения только разделительных операций;
- 2) плоские, с применением разделительных и формовочных операций (рельефной формовки, правки и т. п.);
- 3) пространственные, с применением разделительных и гибочных операций;
- 4) пространственные, с применением разделительных и вытяжных операций;

5) пространственные, с применением разделительных, вытяжных и формовочных операций (рельефной формовки, обжима, раздачи, отбортовки и т. п.).

Внутри класса детали подразделяют на группы по технологическому сходству:

а) толщине материала и габаритам заготовок, определяющим тип и мощность оборудования;

б) последовательности выполнения операций, определяющих тип штампов;

в) виду исходной заготовки, определяющей содержание подготовительно-заключительных операций;

г) характеру других (не штамповочных) операций, но выполняемых в данных условиях в прессовом цехе или участке.

В соответствии с классификатором на каждую деталь-представитель группы разрабатывают ТТП и кодируют в принятой на предприятии или отрасли форме. Классификатор и систему кодирования оформляют как стандарт предприятия (СП) или отрасли (ОС). На каждый ТТП создается носитель постоянной части технологической информации с пробелами в тех местах, куда необходимо заносить переменную часть информации.

На первых этапах разработки системы ускоренного проектирования технологических процессов носителями информации были операционные бланк-карты с заранее отпечатанной постоянной частью информации и пропусками под переменную часть (на производстве такие бланк-карты называют «немыми», «слепышами» и т. п.). По представлению технолога оператор находил по указанным кодам ТТП, тиражировал их на множительном аппарате и передавал технологу на доработку.

Следующий этап в развитии ускоренного проектирования технологических процессов — механизация распечатки этих процессов в операционных картах с применением электронных печатно-кодирующих устройств (например, устройства подготовки данных на перфоленте (УПДЛ) типа «Брест ТТ», ЕС 9021 и др.). В этом случае по каждому коду классификатора создается машинный носитель информации — перфолента, на которой в местах, где должна заноситься переменная часть информации, набивается код символа «◇», вызывающего автоматический останов печатающего устройства.

Технолог, разрабатывая технологию изготовления детали, устанавливает ТТП и заполняет карту-программу, в которой указывает коды ТТП и переменную часть информации в той последовательности, в которой она должна размещаться в операционной карте. По указанному коду оператор вводит в УПДЛ перфоленту и включает печатающее устройство на распечатку операционной карты. После автоматической остановки печатающего устройства по коду символа переменной части информации оператор вручную допечатывает переменную часть информации с карты-программы и снова включает режим автопечати и т. д.

В современных системах ускоренного проектирования технологических процессов постоянная часть информации хранится в ЭВМ и

выводится на печать по указанным оператором кодам в таком же порядке, как и с перфоленты. Технолог проверяет полученные операционные карты, заполняет карты эскизов и подписывает документацию. Таким образом, не только технолог освобождается от малопродуктивной работы, но одновременно с ускорением технологического проектирования достигается высокое качество оформления технологической документации.

В табл. 53 и 54 приведен один из возможных вариантов классификатора операций листовой штамповки для ускоренного проектирования технологических процессов*. На рис. 35, 36 даны образцы первой и последующих страниц карты-программы.

Код операции заносится в графу 21 «Обозначение». В графу 22 заносится информация, которая относится к конкретной детали: если операция типовая, т. е. предусмотрена классификатором, то в нее заносятся только размеры детали, получаемые на данной операции; если операция не предусмотрена классификатором, содержание операции заносится технологом полностью. Содержание других граф карты-программы ясно из рисунков.

Рассмотрим пример ускоренного проектирования технологического процесса по описанной методике. Требуется разработать технологию изготовления детали «Лепесток» (см. прил. 9, рис. 1). Анализ размеров и формы детали, технические условия позволяют определить следующую структуру технологического процесса:

1. Резка листа на полосы (рулона на ленты).
2. Вырубка заготовок из полосы (ленты).
3. Галтовка заготовок для удаления заусенцев.
4. Правка.
5. Гибка.
6. Контроль деталей.

По условиям производства штамповку производят из полосы, нарезанной из листа. Операции 1, 2, 5 предусмотрены классификатором и имеют коды 210101, 210901, 212906 соответственно; операции 3, 4 (галтовка и правка), а также контроль классификатором не предусмотрены. Поэтому в карту-программу (см. прил. 9, рис. 2, 3) заносим последовательно коды 1-й и 2-й операций и размеры полуфабриката, получаемые на данных операциях, далее полностью заносим содержание 3-й и 4-й операций, код и размерные характеристики 5-й операции и сведения о контроле. В соответствующих графах карты-программы заносим данные об оборудовании, инструменте и приспособлениях.

Маршрутная карта, заполненная на УПДЛ «Брест-1Т», показана на рис. 4—6 прил. 9. С определенными изменениями описанный классификатор может быть использован для других условий производства.

* Разработан в СКБ «Медтехника» г. Киева.

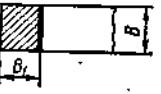
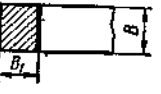
[illegible]

Рис. 35

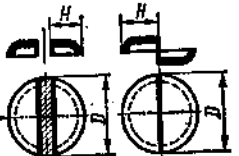
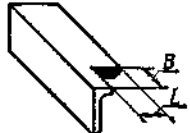
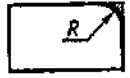
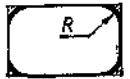
[illegible]

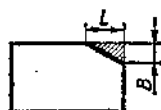
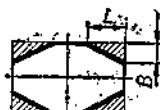
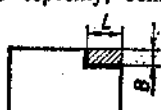
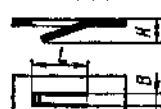
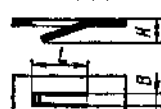
Рис. 36

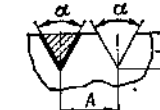
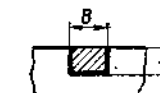
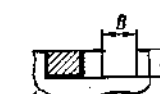
Таблица 53. Классификация разделительных операций

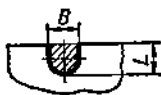
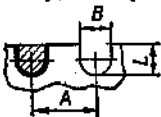
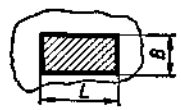
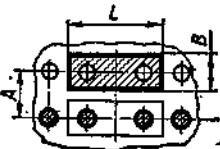
Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
210101. Отрезка. Отрезать от листа полосу $\diamond [B_1 \times B]$ 	Ножницы кривошипные листовые $\diamond$	Штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210102. Отрезка. Отрезать от полосы заготовку $\diamond [B_1 \times B]$ 	Ножницы кривошипные листовые $\diamond$	Штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210105. Отрезка. Отрезать от $\diamond$ [прутка, уголка, швеллера ...] заготовку длиной $\diamond [L]$ 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для отрезки $\diamond$, линейка 1 — $\diamond$ ГОСТ 427—75 $\diamond$
210606. Отрезка. Отрезать от $\diamond$ [прутка, уголка, швеллера ...] заготовку длиной $\diamond [L]$ 	Пресс-ножницы $\diamond$	Линейка 1 — $\diamond$ ГОСТ 427—75 $\diamond$
210110. Отрезка. Отрезать от полосы заготовку $\diamond [B_1 \times B]$ 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для отрезки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210111. Отрезка. Отрезать от полосы заготовку $\diamond [B_1 \times B]$ 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для отрезки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210112. Отрезка. Отрезать заготовку $\diamond [D, \dots]$ 	Ножницы дисковые $\diamond$	$\diamond$

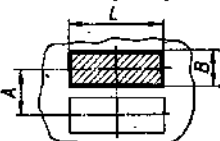
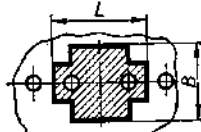
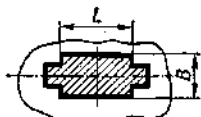
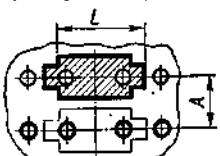
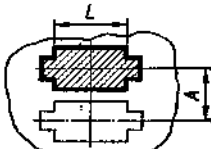
Продолжение табл. 53

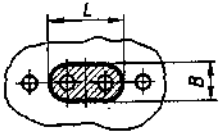
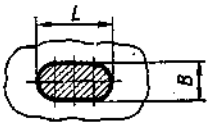
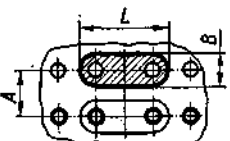
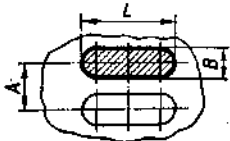
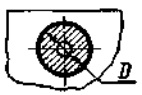
Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
210201. Разрезка. Разрезать заготовку, выдержав размеры $\diamond [H, D \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для разрезки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210301. Обрезка. Обрезать полку уголка, выдержав размеры $\diamond [B, L, \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для обрезки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210302. Обрезка. Обрезать $\diamond [n]$ полки уголка последовательно, выдержав размеры $\diamond [B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для обрезки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210303. Обрезка. Обрезать угол заготовки по дуге R $\diamond$ [согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для обрезки $\diamond$
210304. Обрезка. Обрезать $\diamond [n]$ угла заготовки по дуге R $\diamond$ [согласно чертежу, эскизу ...] последовательно 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для обрезки $\diamond$

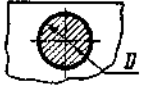
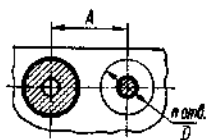
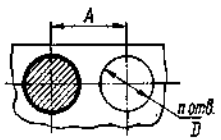
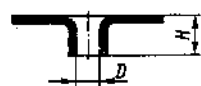
Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
210305. Обрезка. Обрезать угол заготовки, выдержав размеры $\diamond [B, L, \alpha \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...  	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для обрезки $\diamond$
210306. Обрезка. Обрезать $\diamond [n]$ угла заготовки, выдержав размеры $\diamond [B, L, \alpha \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... последовательно  	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для обрезки $\diamond$
210309. Обрезка. Обрезать уступ, выдержав размеры $\diamond [B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для обрезки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210310. Обрезка. Обрезать $\diamond [n]$ уступ, выдержав размеры $\diamond [B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... последовательно 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для обрезки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210403. Надрезка. Надрезать $\diamond [n]$ лапку, выступ..., выдержав размеры $\diamond [B, L, H \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... Операцию выполнять при двуручном включении пресса  	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для надрезки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$ Пинцет $\diamond$

Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
210404. Надрезка. Надрезать $\diamond [n]$ лапки выступа ... последовательно, выдержав размеры $\diamond [B, L, H \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... Операцию выполнять при двуручном включении пресса  	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для надрезки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$ Пинцет $\diamond$
210501. Пробивка. Пробить угловую впадину, выдержав размеры $\diamond [L, \alpha \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, угломер УН $\diamond$ ГОСТ 5378—66 $\diamond$
210502. Пробивка. Пробить $\diamond [n]$ угловых впадин последовательно, выдержав размеры $\diamond [L, A, \alpha \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, угломер УН $\diamond$ ГОСТ 5378—66 $\diamond$
210503. Пробивка. Пробить прямоугольный паз, выдержав размеры $\diamond [B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210504. Пробивка. Пробить $\diamond [n]$ прямоугольных $\diamond$ паза [пазов] последовательно, выдержав размеры $\diamond [B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$

Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
210505. Пробивка. Пробить продолговатый паз, выдержав размеры $\diamond [B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
		
210506. Пробивка. Пробить $\diamond [n]$ продолговатых пазов, выдержав размеры $\diamond [B, L, A \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
		
210509. Пробивка. Пробить прямоугольное отверстие, выдержав размеры $\diamond [B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... по ловителям	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
		
210510. Пробивка. Пробить прямоугольное отверстие, выдержав размеры $\diamond [B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
		
210511. Пробивка. Пробить $\diamond [n]$ прямоугольных отверстий последовательно, выдержав размеры $\diamond [B, L, A \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
		

Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
210512. Пробивка. Пробить $\diamond [n]$ прямоугольных отверстий последовательно, выдержав размеры $\diamond [B, L, A \dots]$ согласно чертежу, эскизу]	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
		
210513. Пробивка. Пробить фигурное отверстие, выдержав размеры $\diamond [B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... по ловителям	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
		
210514. Пробивка. Пробить фигурное отверстие, выдержав размеры $\diamond [B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...]	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
		
210515. Пробивка. Пробить $\diamond [n]$ фигурных отверстий последовательно, выдержав размеры $\diamond [B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ... по ловителям	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
		
210516. Пробивка. Пробить $\diamond [n]$ фигурных отверстий последовательно, выдержав размеры $\diamond [B, L, A \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...]	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
		

Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
210517. Пробивка. Пробить продолговатое отверстие, выдержав размеры $\diamond [B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] по ловителям 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80. $\diamond$
210518. Пробивка. Пробить продолговатое отверстие, выдержав размеры $\diamond [B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210519. Пробивка. Пробить $\diamond [n]$ продолговатых отверстий последовательно, выдержав размеры $\diamond [B, L, A \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] по ловителям 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210520. Пробивка. Пробить $\diamond [n]$ продолговатых отверстий последовательно, выдержав размеры $\diamond [L, B, A \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210521. Пробивка. Пробить отверстие диаметром $\diamond [D]$, выдержав размеры $\diamond [\dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] по ловителю 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$

Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
210522. Пробивка. Пробить отверстие диаметром $\diamond [D]$, выдержав размеры $\diamond [\dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210523. Пробивка. Пробить $\diamond [n]$ отверстий диаметром $\diamond [D]$ последовательно, выдержав размеры $\diamond [A \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] по ловителю 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210524. Пробивка. Пробить $\diamond [n]$ отверстий диаметром $\diamond [D]$ последовательно, выдержав размеры $\diamond [A \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210550. Пробивка. Произвести наладку пресса ПКР согласно типовому технологическому процессу $\diamond$ [шифр]	Пресс ПКР $\diamond$	Шаблон $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210601. Проколка. Проколоть отверстие, выдержав размеры $\diamond [D, H \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для проколки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210602. Проколка. Проколоть $\diamond [n]$ отверстий последовательно, выдержав размеры $\diamond [D, H, A \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для проколки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$

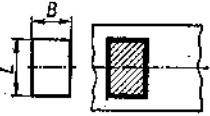
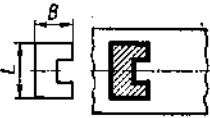
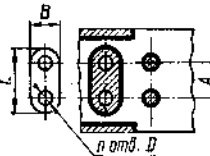
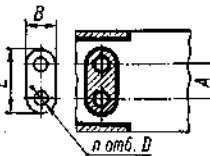
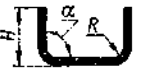
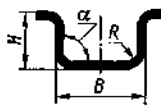
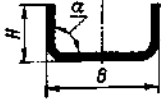
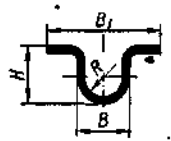
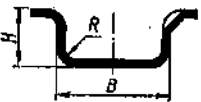
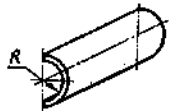
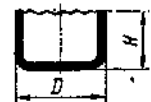
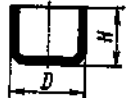
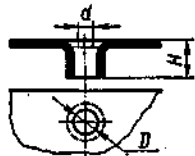
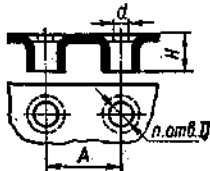
Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
210901. Вырубка. Вырубить деталь из полосы, выдержав размеры $\diamond [L, B \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для вырубки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210902. Вырубка. Вырубить деталь из заготовки, выдержав размеры $\diamond [L, B \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] Операцию выполнять при двукратном включении пресса 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для вырубки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 Пинцет $\diamond$
210903. Вырубка. Пробить $\diamond [n]$ отверстий диаметром $\diamond [D]$ и вырубить деталь из полосы, выдержав размеры $\diamond [A, B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Штамп последовательного действия для пробивки и вырубки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
210904. Вырубка. Вырубить из полосы деталь с одновременной пробивкой $\diamond [n]$ отверстий диаметром $\diamond [D]$, выдержав размеры $\diamond [A, B, L \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Штамп совмещенного действия для вырубки и пробивки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$

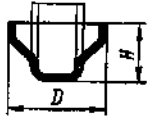
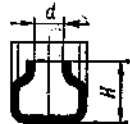
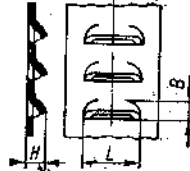
Таблица 54. Классификация формоизменяющих операций

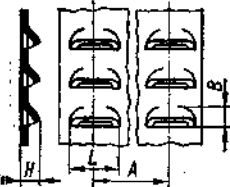
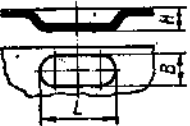
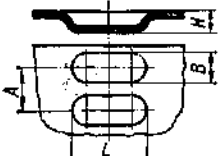
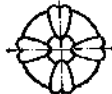
Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
212901. Гибка. Гнуть заготовку, выдержав размеры полки $\diamond [H, R, \alpha \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для гибки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, угломер УН $\diamond$ ГОСТ 5378—66, шаблоны радиусные набор N $\diamond$ ГОСТ 4126—66 $\diamond$
212902. Гибка. Гнуть заготовку последовательно, выдержав размеры $\diamond [H, B, \alpha \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс листогибочный $\diamond$	Универсальный штамп для гибки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, угломер УН $\diamond$ ГОСТ 5378—66, шаблоны радиусные набор N $\diamond$ ГОСТ 4126—66 $\diamond$
212903. Гибка. Гнуть заготовку, выдержав размеры полки $\diamond [H, B, \alpha \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс листогибочный $\diamond$	Универсальный штамп для гибки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, угломер УН $\diamond$ ГОСТ 5378—66, шаблоны радиусные набор N $\diamond$ ГОСТ 4126—66 $\diamond$
212905. Гибка. Гнуть заготовку последовательно, выдержав размеры $\diamond [B, H, R, \alpha \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для гибки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, угломер УН $\diamond$ ГОСТ 5378—66, шаблоны радиусные набор N $\diamond$ ГОСТ 4126—66 $\diamond$
212904. Гибка. Гнуть заготовку последовательно, выдержав размеры полок $\diamond [H, B, \alpha \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс листогибочный $\diamond$	Универсальный штамп для гибки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, угломер УН $\diamond$ ГОСТ 5378—66, шаблоны радиусные набор N $\diamond$ ГОСТ 4126—66 $\diamond$

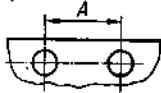
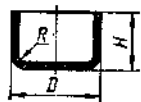
Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
212906. Гибка. Гнуть заготовку, выдержав размеры $\diamond$ [B, B₁, H, R ... согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для гибки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, шаблоны радиусные набор N $\diamond$ ГОСТ 4126—66. $\diamond$ пинцет $\diamond$
212907. Гибка. Гнуть заготовку и рельефно формовать $\diamond$ [ребра, углубления — ...], выдержав размеры $\diamond$ [B, H, R ... согласно чертежу, эскизу ...]. Операцию выполнять при двуруком включении пресса 	Пресс $\diamond$	Штамп совмещенного действия для гибки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, шаблоны радиусные набор N $\diamond$ ГОСТ 4126—66, $\diamond$ пинцет $\diamond$
212908. Гибка. Гнуть заготовку по R $\diamond$, выдержав размеры $\diamond$ [согласно чертежу, эскизу ...] 	Машина листогибочная трехвалковая $\diamond$ $\diamond$ $\diamond$ $\diamond$	
212909. Гибка. Гнуть заготовку, выдержав размеры $\diamond$ [B, H, α ... согласно чертежу, эскизу ...] 	Машина листогибочная с поворотной гибочной балкой $\diamond$	Штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
213201. Закатка. Закатать борт детали, выдержав размеры $\diamond$ [D, H, R ... согласно чертежу, эскизу ...]. Операцию выполнять при двуруком включении пресса 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для закатки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, $\diamond$ пинцет $\diamond$

Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
213401. Навивка. Произвести наладку станка для навивки пружины согласно технологической инструкции $\diamond$. Навить спиральную заготовку из проволоки $\diamond$ [виток к витку, с шагом ...], выдержав размеры $\diamond$ [D, t ... согласно чертежу, эскизу ...] 	Пружинно-навивочный автомат $\diamond$	Штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, $\diamond$ оправка $\diamond$
213501. Вытяжка. Протереть и смазать полосу $\diamond$ [маслом машинным, веретенным, техническим вазелином ...]. Вырубить заготовку по контуру с одновременной вытяжкой, выдержав размеры $\diamond$ [D, H ... согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Штамп совмещенного действия для вырубки и вытяжки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
213502. Вытяжка. Протереть и смазать заготовку $\diamond$ [маслом машинным, веретенным, техническим вазелином ...]. Вырубить заготовку по контуру с одновременной вытяжкой, выдержав размеры $\diamond$ [D, H ... согласно чертежу, эскизу ...]. Операцию выполнять при двуруком включении пресса 	Пресс $\diamond$	Штамп совмещенного действия для вырубки и вытяжки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, $\diamond$ пинцет $\diamond$
213503. Вытяжка. Протереть и смазать заготовку $\diamond$ [маслом машинным, веретенным, техническим вазелином ...]. Вытянуть заготовку, выдержав размеры $\diamond$ [D, H ... согласно чертежу, эскизу ...]. Операцию выполнять при двуруком включении пресса 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для вытяжки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, $\diamond$ пинцет $\diamond$

Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
213504. Вытяжка. Протереть и смазать заготовку $\diamond$ [маслом машинным, веретенным, техническим вазелином ...]. Вытянуть заготовку с одновременной обрезкой по высоте, выдержав размеры $\diamond$ $[D, H \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...]. Операцию выполнять при двуруком включении пресса 	Пресс $\diamond$	Штамп совмещенного действия для вытяжки и обрезки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, $\diamond$ пинцет $\diamond$
213701. Ротационная вытяжка. Выдавить деталь $\diamond$ [согласно чертежу, эскизу ...] с подрезкой $\diamond$ [торца, фланца ...], выдержав размер $\diamond$ $[H]$ 	Станок да- вильный $\diamond$	Давильная оправка $\diamond$, да- вильник $\diamond$
213801. Отбортовка. Отбортовать отверстие $\diamond$ $[d \dots]$, выдержав размеры $\diamond$ $[D, H \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...]. Операцию выполнять при двуруком включении пресса 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для отбортовки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, $\diamond$ пинцет $\diamond$
213802. Отбортовка. Отбортовать $\diamond$ $[n]$ отверстий последовательно, выдержав размеры $\diamond$ $[D, H, A \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...]. Отбортовку выполнять при двуруком включении пресса 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для отбортовки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, $\diamond$ пинцет $\diamond$

Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
213803. Отбортовка. Отбортовать фланец заготовки, выдержав размеры $\diamond$ $[D, H \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...]. Операцию выполнять при двуруком включении пресса 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для отбортовки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
213901. Раздача. Раздать заготовку, выдержав размеры $\diamond$ $[D, H \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...]. Операцию выполнять при двуруком включении пресса 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для раздачи $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
214101. Обжим. Обжать заготовку, выдержав размеры $\diamond$ $[D, H \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...]. Операцию выполнять при двуруком включении пресса 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для обжима $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
214201. Рельефная формовка. Рельефно формовать $\diamond$ $[n]$ вентиляционных отверстий с предварительной надрезкой, выдержав размеры $\diamond$ $[L, B, H \dots]$ согласно чертежу, эскизу ...] одновременно 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для рельефной формовки и надрезки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$

Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
214202. Рельефная формовка. Рельефно формовать $\diamond$ [л] вентиляционных отверстий с предварительной надрезкой, выдержав размеры $\diamond$ [L, B, H, A ... согласно чертежу, эскизу ...] последовательно 	Пресс $\diamond$	Универсальный штамп для рельефной формовки и надрезки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$
214203. Рельефная формовка. Рельефно формовать $\diamond$ [впадину, выступ, ребро ...], выдержав размеры $\diamond$ [L, B, H ... согласно чертежу, эскизу ...]. Операцию выполнять при двуруком включении пресса 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для рельефной формовки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, $\diamond$ пинцет $\diamond$
214204. Рельефная формовка. Рельефно формовать $\diamond$ [л впадин, выступов, ребер ...], последовательно выдержав размеры $\diamond$ [L, B, H, A согласно чертежу, эскизу ...]. Операцию выполнять при двуруком включении пресса 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для рельефной формовки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, $\diamond$ пинцет $\diamond$
214301. Рельефная чеканка. Рельефно чеканить $\diamond$ [согласно чертежу, эскизу ...]. Операцию выполнять при двуруком включении пресса 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для рельефной чеканки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80, $\diamond$ пинцет $\diamond$

Код, наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
214402. Керновка. Кернить $\diamond$ [л точечных углублений, координаты расположения отв ...], выдержав размеры $\diamond$ [A ... согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для кернения $\diamond$ $\diamond$
214901. Калибровка. Калибровать деталь, выдержав размеры $\diamond$ [D, H, R ... согласно чертежу, эскизу ...] 	Пресс $\diamond$	Штамп простого действия для калибровки $\diamond$, штангенциркуль ШЦ — $\diamond$ ГОСТ 166—80 $\diamond$

19. Ускоренное проектирование штампов

Анализ номенклатуры штампов на разных предприятиях показывает, что количество их типоразмеров может быть значительно уменьшено без ограничения технологических возможностей. Это достигается унификацией конструкций, приведением близких по конструкции и размерам штампов и их основных частей к оптимальной конструкции и созданием на базе существующих ГОСТов типовых конструкций.

Типовая конструкция включает несколько типоразмеров, количество которых определяется потребностями предприятия или отрасли. Такими типовыми конструкциями штампов могут быть:

однооперационные штампы для вырубки с верхним (нижним) прижимом-съемником;

штампы совмещенного действия для вырубки-пробивки с нижним расположением пуансон-матрицы, нижним прижимом-съемником и с упругим (жестким) выталкивателем;

штампы последовательного действия для вырубки-пробивки с неподвижным (подвижным) съемником и шаговыми ножами;

штампы последовательного действия с подвижным (неподвижным) съемником и шаговыми ножами;

штампы последовательного действия с неподвижным (подвижным) съемником и предварительными упорами;

однооперационные штампы для гибки П-образных деталей с прижимом-выталкивателем;

штампы последовательного действия с шаговыми ножами для вырубки и гибки многоугольных деталей;

штампы однооперационные для вытяжки на прессах простого (двойного) действия;

штампы совмещенного действия для вырубки-вытяжки на прессах простого (двойного) действия;
 штампы совмещенного действия для вырубки, вытяжки, пробивки и обрезки на прессах простого и двойного действия;
 штампы последовательного действия для вытяжки в ленте с нижним (верхним) расположением пуансонов;
 штампы для изготовления деталей на многопозиционных прессах-автоматах.

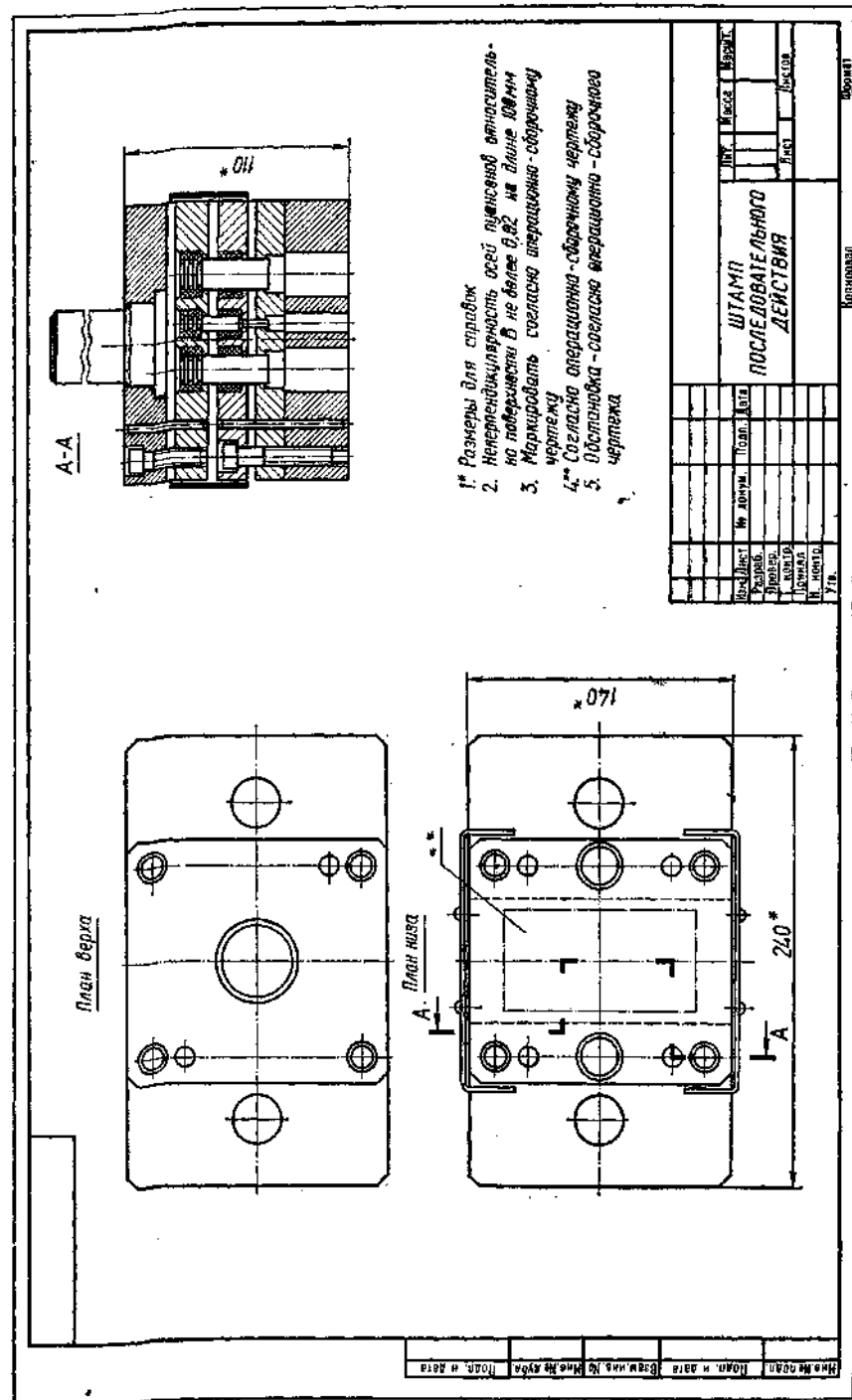
Количество подобных типовых конструкций и входящее в них количество типоразмеров определяются характером выпускаемой продукции и устанавливаются применительно к предприятию или отрасли. Каждая типовая конструкция характеризуется постоянством набора и конструктивного исполнения большинства входящих в нее узлов и деталей: блоков, пуансонодержателей, съемников, выталкивателей, упоров и т. д.

В штампах последовательного действия, например, изменяются размеры и форма, количество и расположение пуансонов, шаговых ножей, предварительных упоров, а в остальных случаях меняются только размеры и форма рабочих деталей штампа.

Таким образом, в конструкторской документации также можно выделить постоянную и переменную части и на этой основе создать систему ускоренного проектирования штампов. Так же, как и в системе ускоренного проектирования технологических процессов, постоянную часть конструкторской документации разрабатывают однократно в форме, удобной для тиражирования, а переменную часть вносят при конструировании конкретного штампа. Если унифицированные конструкции типовых штампов ориентировать одновременно на типовую технологию изготовления рабочих деталей и сборки, то тем самым ускорится не только процесс проектирования, но также процесс изготовления штампов.

Система ускоренного проектирования штампов разработана в СКБ Киевского ордена Трудового Красного Знамени завода реле и автоматики и успешно применяется на предприятиях под названием «Экспресс-штамп» [6]. Как показала практика, система обеспечивает: сокращение сроков и трудоемкости проектирования в 3...5 раз; сокращение сроков и трудоемкости проектирования технологических процессов изготовления штампов в 2...5 раз; ликвидацию или сведение до минимума слесарных доводочных операций и сокращение трудоемкости изготовления штампов на 25...30%. В результате сокращается длительность подготовки производства штампованных деталей в 2...3 раза.

В системе «Экспресс-штамп» в пределах каждой унифицированной (типоразмерной) группы штампов производится унификация узлов и деталей и конструкторская документация делится на постоянную и переменную части. Постоянная часть включает стандарты на блоки и пакеты, причем в стандарты на пакеты включены заготовки матриц, съемника, пуансонодержателя, плиты подкладной и крепежных деталей. Стандартизированы также заготовки основных и вспомогательных деталей штампов, например в штампах для разделительных операций — заготовки пуансонов, шаговых ножей, упоров, ловителей, ограничи-



телей хода, направляющих планок и других постоянных деталей данного типоразмерного ряда штампов. Постоянная часть конструкторской документации выполняется в виде альбома бланк-чертежей на каждый типоразмер штампа. Бланк-чертежи состоят из сборочного чертежа штампа-представителя всей типоразмерной группы и чертежей стандартизованных и нормализованных деталей с подробными техническими условиями по изготовлению каждой детали.

Сборочный чертеж представлен главным видом, где показаны в разрезе основные рабочие детали (пуансоны, шаговые ножи, матрица) своими заготовками (без контурных линий конкретной детали), планом верхней и нижней частей штампа без указания конкретного расположения и конфигурации пуансонов, шаговых ножей, упоров (так называемой «обстановки»). В примечании указывают, что расположение пуансонов, шаговых ножей и упоров, контуры рабочих отверстий матрицы выполняют согласно операционно-сборочному чертежу, а также приводят другие технические требования к штампу. На рис. 37 показан такой бланк-чертеж общего вида штампа последовательного действия с шаговыми ножами. В зависимости от базовой технологии изготовления сопряженных рабочих частей (пуансонов и матриц) в постоянную часть конструкторской документации может входить чертеж заготовок матрицы и пуансона.

На чертежах заготовок пуансонов указывают форму с буквенным обозначением размеров посадочной части и таблицей для занесения конкретных значений размеров пуансона. На чертежах заготовок матриц указывают габаритные размеры, расположение и размеры отверстий под винты и штифты, глубину профильной и провальной части рабочих отверстий, шероховатость поверхности. Штрихпунктирной линией обозначены размеры рабочей зоны. В технических условиях оговорены необходимые требования к изготовлению.

К постоянной части конструкторской документации относится спецификация на стандартные и постоянные детали штампа.

Операционно-сборочный чертеж включает чертеж штампуемой детали, раскрой полосы с указанием конфигурации и расположения шаговых ножей и пуансонов, наложенных на рабочую зону матрицы. В зависимости от способа получения профильной части пуансонов и матриц проставляют их размеры. Если профильные отверстия матрицы получают прошивкой термообработанным пуансоном (предпочтительный вариант), то на операционно-сборочном чертеже указывают размеры профильной части пуансона. На чертеже раскроя (плане рабочей зоны матрицы) размеры рабочих отверстий не указывают. Если размеры профильной части пуансонов получают по оттискам в термообработанной матрице, то на чертеже указывают размеры профильных отверстий матрицы. Зазор между пуансоном и матрицей получают последующей доработкой матрицы или пуансона соответственно.

На операционно-сборочном чертеже указывают индексы блоков и пакета, а также индексы типовых технологических процессов изготовления пуансонов и матрицы.

Таким образом, проектирование штампа сводится к разработке операционно-сборочного чертежа и указаний индексов блока, паке-

та и технологических процессов изготовления пуансонов и матриц. На рис. 1 прил. 10 показан пример оформления операционно-сборочного чертежа штампа последовательного действия для изготовления детали «Пластина контактная». Профильные отверстия матрицы получают прошивкой термически обработанным пуансоном. Поэтому на чертеже показаны размеры рабочей части пуансона.

Для удобства в работе спецификация на нестандартные детали подклеивается к операционно-сборочному чертежу (см. прил. 10, рис. 2).

Глава 7

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ЛИСТОШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

20. Состояние разработок по проектированию с помощью ЭВМ технологических процессов и оснастки холодной листовой штамповки

Широкое использование в производстве процессов холодной листовой штамповки (ХЛШ), непрерывно растущие объемы работ по проектированию технологических процессов штамповки и соответствующей оснастки, повышение требований к качеству проектов, выпускаемых технологическими службами предприятий, необходимость подготовки этих проектов в наиболее короткие сроки — все это явилось причиной для интенсивного развития в последние 10...15 лет исследований и научно-технических разработок в области создания систем автоматизированного проектирования (САПР) в технологической подготовке листоштамповочного производства. Технической базой для создания таких систем стали средства вычислительной техники — ЭВМ, чертежные автоматы, алфавитно-цифровые и графические дисплеи и другие устройства. В методическом плане эти разработки опираются на достижения науки в области моделирования умственной деятельности человека, формализации процесса принятия рациональных и оптимальных проектных решений, кодирования машиностроительных объектов, машинной графики, организации диалога человек — ЭВМ [1].

Описание некоторых САПР и программных систем, разработанных в нашей стране и за рубежом и предназначенных для проектирования технологических процессов и штампов ХЛШ, приведено ниже.

Автоматизированное проектирование технологических процессов холодной листовой штамповки. Средства и методы вычислительной техники в области проектирования технологических процессов холодной листовой штамповки начали использовать в нашей стране в начале семидесятых годов [29]. Первыми работами этого направления стали программные комплексы, которые были разработаны в Горьковском научно-исследовательском институте технологии и организации производства и в Ленинградском институте точной механики и оптики. Эти комплексы предназначены для проектирования маршрутных технологических процессов изготовления деталей, штампуемых из листа.

В основу систем автоматизированного проектирования технологических процессов заложены унифицированные технологические операции и формализованные условия их применения, принципы групповой обработки деталей. Одна из таких систем предназначена для решения задач [2]:

1) выбора рационального варианта технологического процесса штамповки (позлементная штамповка, с использованием сменных пакетных штампов, специальных штампов);

2) определения вида и размера заготовок;

3) определения рационального раскроя деталей в полосе (ленте);

4) проектирования операционного технологического процесса поэлементной штамповки;

5) группирования деталей по операциям холодной штамповки для вариантов изготовления деталей в универсально-наладочных и пакетных штампах.

Исходными для проектирования технологического процесса являются данные о геометрической форме, размерах детали, количестве деталей в партии, годовой программе выпуска и др. Эти данные технолог в соответствии со специальной инструкцией кодирует. При этом с помощью технологического классификатора он определяет и заносит в бланк-задание на автоматическое проектирование технологического процесса (ТП) данные об особенностях геометрической формы и размерах унифицированных элементов (выемок, выступов, отверстий и т. д.).

В ЭВМ вместе с программой проектирования, определяющей последовательность реализации отдельных его этапов и правила принятия технологических решений, находятся: нормативные данные заготовительных и штамповочных операций; сведения об оборудовании, технологическом оснащении, наименовании и содержании основных операций и переходов холодной штамповки; справочные данные, используемые при технологических расчетах. Все эти сведения образуют базу условно-постоянных данных. Изменения в базе данных производятся только в том случае, если изменились соответствующие условия производства.

Результат работы программы проектирования ТП — маршрутная технологическая карта, содержащая данные по каждой из операций: номер цеха, операции перехода и обрабатываемого элемента детали; наименование и содержание операции; количество ударов (ходов прессы); наименование и шифр оборудования; его мощность; данные об оснастке, вспомогательном мерительном и режущем инструменте, шифре профессии и разряде рабочего, штучном и подготовительно-заключительном времени и расценках.

Функционирование системы на предприятии организуют по этапам:

а) подготовка исходных данных для проектирования ТП (включая кодирование чертежа штампуемой детали);

б) подготовка перфокарт (перфоленты) с исходными данными;

в) решение задачи на ЭВМ (ЕС 1022);

г) анализ результатов проектирования, формирование комплекта технологической документации, размножение ее и передача в архив. Технологические карты размножают с помощью электрографических

машин или путем получения копий на печатающих устройствах ЭВМ.

В отделе главного технолога организуют группу эксплуатации системы, которая решает такие задачи:

1) отбирает чертежи и их кодирует (подготовка заданий на АПТП);

2) проверяет задания и передает их на вычислительный центр;

3) принимает и оценивает качество технологических карт, подготовленных ЭВМ, подбирает чертежи деталей.

Использование ЭВМ для проектирования технологических процессов штамповки позволяет повысить качество проектов и в 2...3 раза сократить общее время, требуемое на их разработку.

Проектирование на ЭВМ индивидуальных технологических процессов холодной штамповки на основе групповых технологий реализовано в разработке [3]. Созданию программной системы предшествовала большая работа по унификации информационной базы для проектирования ТП, по классификации и группированию деталей на основании общности технологического маршрута их изготовления. Групповые технологии были разработаны вручную и положены в основу применяемых алгоритмов проектирования. При кодировании штампуемых деталей используют каталоги технологических групп, групповых технологических операций, типовых элементов штампуемых деталей. Результатом работы программы являются данные о форме и размерах заготовки, выбранные исходя из наименьшего отхода материала, вычисляют также массу и цену материала. Индивидуальный технологический процесс изготовления детали формируется ЭВМ в виде упорядоченного списка кодов, выбранных технологических операций. На основании этого списка печатаются необходимые технологические документы.

При автоматизированном проектировании технологических процессов формоизменяющих операций — глубокой вытяжки цилиндрических и прямоугольных коробчатых деталей, коробчатых деталей произвольной конфигурации с фланцем и без фланца — на ЭВМ производят расчет формы и размеров заготовки, определяют количество переходов и размеров полуфабриката на этих переходах, усилий штамповки, необходимого прессового оборудования. Наряду с этим на ЭВМ выбирают технологическую схему штампа, рассчитывают размеры его рабочих деталей по основным технико-экономическим показателям процесса, изготавливают технологические документы.

На ЭВМ проектируют технологические процессы однооперационной и многооперационной вытяжки из штучной заготовки или полосы.

В основу алгоритмов построения формы заготовки (полуфабрикатов) и расчета количества переходов вытяжки коробчатых деталей различной конфигурации положено условие, что степень деформации, накопленной частицами материала при движении вдоль линий тока от искомого в процессе решения задачи контура предыдущего перехода к заданному контуру последующего перехода вытяжки, должна быть постоянной вдоль контура последующего перехода и не превышать допустимую величину [30].

Программы расчета операции вытяжки (особенно для цилиндрических и прямоугольных коробчатых деталей) широко распространены в промышленности и обеспечивают решение задачи проектирования технологического процесса на ЭВМ ЕС 1022 в течение нескольких минут.

Сравнительно большое количество разработок выполнено по автоматизации проектирования раскройных операций. Они предусматривают программное решение задачи оптимального одно- и многорядного раскроя полосы на фигурные заготовки и листа на полосы, в том числе и с обратным перемещением полосы, повернутой на 180°.

Исходными данными для проектирования служат информация о геометрической форме и размерах детали, требуемых размерах переминок между деталями, технологических ограничениях, точности счета, варианте укладки, размерах листа. Время выполнения одного расчета колеблется от 1 до 40 мин в зависимости от сложности контура детали, типа раскроя и применяемой ЭВМ. Это позволяет в среднем на 5...10% улучшить коэффициент использования материала. В основу разработок положены алгоритмы для решения задач оптимального раскроя, созданные в Институте проблем машиностроения АН УССР [28].

Экономическая эффективность автоматизации проектирования технологических процессов холодной листовой штамповки определяется в основном сокращением в несколько раз сроков проектирования, повышением качества проектных решений (за счет многовариантного решения задачи ручного варианта), снижения себестоимости изготовления проектной документации.

Автоматизированное проектирование штампов. Исследования в области автоматизированного проектирования штампов холодной листовой штамповки ведутся с середины 60-х годов.

Внимание исследователей привлекли в первую очередь штампы для разделительных операций, так как процесс их проектирования наиболее легко поддавался формальному описанию, а по частоте применения они всегда превосходили все остальные.

Отечественные разработки в области формализации процесса конструирования простейших однооперационных вырезных и пробивных штампов начались в Горьковском научно-исследовательском институте технологии и организации производства с создания алгоритмов решения следующих задач: выбора типов блока штампа и съёмника; расчета центра давления штампа; определения размеров деталей пакета и рабочих деталей; размещения крепежных деталей для индивидуальных пуансонов.

К концу 60-х годов в Институте технической кибернетики АН БССР была разработана и внедрена на одном из заводов в г. Николаеве первая в стране программа проектирования разделительных штампов простого и последовательного действия, используемых для выполнения операций вырубки-пробивки. ЭВМ «Минск-22» производила полный расчет штампа заданной конструкции, печатала в готовом для использования виде спецификацию деталей штампа и табуляграмму с данными о конструкции и размерах всех деталей штампа. Эти данные затем переносились техником на специальные бланк-чертежи. В 1975 г. была создана типовая система, предназначенная для конструирования

разделительных штампов совмещенного действия, а также однооперационных вырубных штампов с верхним и нижним прижимами заготовок, а в 1979 г. был разработан пакет прикладных программ (ППП) для ЕС ЭВМ («Штамп-80») — набор инвариантных программных компонент, используемых при создании систем автоматизированного проектирования разделительных штампов различных отраслевых ориентаций. Эти штампы имеют типовую конструкцию и предназначены для изготовления плоских деталей произвольной формы операциями вырезки, пробивки и кернения. В зависимости от конкретных условий проектирования конструкции этих штампов могут иметь различные варианты фиксации заготовок: шаговые ножи, предварительные упоры (утопающие и грибовые) ловители и др.

Программы ППП разработаны с учетом того, что максимальная толщина штампуемых материалов (металлов, неметаллических материалов) достигает 5 мм, а габаритные размеры матриц меняются от 63 × 80 мм до 250 × 320 мм. Пакет прикладных программ ориентирован прежде всего на конструкции штампов, применяемые в приборостроении, машиностроении и радиопромышленности. На базе ППП «Штамп-80» создана САПР «Автоштамп-ЕС», предназначенная для проектирования разделительных штампов в условиях Минского объединения вычислительной техники. В процессе решения задач с помощью этой САПР на ЭВМ ЕС 1022 производится выбор рациональных конструкций и полный расчет деталей штампа, печатается спецификация, изготавливаются автоматически [чертежный автомат (ЧА) типа «Итекан»] операционный эскиз штампуемой детали и рабочие чертежи деталей штампа, формируются данные для управления процессом изготовления рабочих окон матрицы на электроэрозионных станках с ЧПУ.

На базе методических разработок и алгоритмов Института технической кибернетики АН БССР системы для проектирования разделительных штампов разработаны во Всесоюзном научно-исследовательском технологическом институте приборостроения, Рижском политехническом институте, Казанском заводе ЭВМ, одесском специальном конструкторско-технологическом бюро «Спецтехоснастка».

Комплексное решение задач технологической подготовки листопрокаточного производства приборостроительного профиля осуществляется с помощью системы «Автоштамп-1П» [4]. Основные из них:

- 1) проектирование технологических процессов штамповки деталей из листа;
- 2) конструирование специальных штампов с автоматическим выполнением чертежей;
- 3) проектирование технологических процессов изготовления штампов;
- 4) подготовка данных для производства деталей штампа на станках с ЧПУ.

Решение этих задач базируется на максимальной стандартизации и унификации технологических процессов и оснастки, на использовании прогрессивных методов группового производства.

Объектами автоматизированного конструирования являются разделительные штампы для выполнения операций вырезки и пробивки

плоских деталей произвольной формы. Предусматривается возможность проектирования 17 видов конструкций со специальными и универсальными блоками.

С учетом принятых ограничений по габаритным размерам, толщине, количеству элементов контура и другим характеристикам система «Автоштамп-1П» охватывает около 95% разделительных штампов, изготавливаемых на предприятиях Министерства приборостроения (это составляет около 42% всех видов штампов, производимых в отрасли).

Программа написана на языке ФОРТРАН-4 и реализована на ЭВМ «Минск-32», М-4030.

В Рижском политехническом институте создана программа автоматизированного проектирования разделительных штампов последовательного действия с неподвижным съемником, фиксирующей полосы одним или двумя шаговыми ножами, выполняющими вырезные, пробивные и просечные операции. Программа разработана на языке ФОРТРАН для ЭВМ ЕС 1022.

Выходная текстовая документация (спецификация, сведения об общем виде штампа и др.) печатается на автоматическом цифровом печатающем устройстве (АЦПУ), а чертежи деталей получают на ЧА «Итекан-2М». При этом используется система бланк-чертежей, которые готовят вручную и тиражируют с помощью множительной техники. На бланк-чертеже содержится постоянная часть графической информации, а переменная часть отображается с помощью ЧА.

В СКБ при Казанском заводе ЭВМ разработана программная система «Автоштамп-С» для проектирования разделительных штампов простого и совмещенного действия. Для вычерчивания чертежей деталей штампов используется чертежный автомат ЕС 7051.

Разделительные штампы, конструкции которых специфичны для отраслей тракторосельхозмашиностроения, могут быть спроектированы с помощью программного комплекса, функционирующего в СКБ «Спецтехоснастка». В качестве технических средств для проектирования здесь используются ЭВМ ЕС 1022 и чертежный автомат «Итекан-2М».

Рассмотренные выше программы АПШ обеспечивают сокращение сроков проектирования в 2...2,5 раза и снижение его себестоимости на 35...40%.

Ряд разработок в области использования ЭВМ для автоматизации проектирования штампов выполнен за рубежом.

В ГДР на базе материалов, полученных из ИТК АН БССР, на комбинате «Центроник» (г. Эрфурт) и народном предприятии «Карл Цейсс» (г. Йена) создали и используют автоматизированную систему конструирования разделительных штампов с изготовлением их основных деталей на станках с ЧПУ. Техническую базу системы составляют ЭВМ ЕС 1040 и «Итекан-2М».

Разработка интерактивного (основанного на взаимодействии человека и ЭВМ) способа проектирования некоторых типов разделительных штампов выполнена в Институте вычислительной техники и автоматизации Академии наук ВНР. Основу используемого вычислительного комплекса составляют мини-ЭВМ ТРА-70 и графический дисплей

GD-80. Программный комплекс предназначен для решения следующих задач:

- 1) проектирование раскроя материала штампуемых деталей;
- 2) конструирование штампа с автоматическим вычерчиванием чертежей;
- 3) подготовка программ для изготовления деталей штампа на электроэрозионном станке с ЧПУ.

Ввод геометрических данных в систему производится в диалоговом режиме или на языке GEAN.

Созданная в НИИ металлообработки (г. Прешов, ЧССР) система АСТ предназначена для проектирования разделительных штампов последовательного, совмещенного и простого действия в автоматическом режиме на ЭВМ IBM 370/145 или ЕС 1040. По программе выбирается одна из типовых конструкций, составляется и печатается спецификация деталей, а также операционный технологический процесс производства штампов, изготавливается перфолента для вычерчивания на ЧА «ДИГИГРАФ» чертежей оригинальных деталей. Предусматривается также подготовка перфоленты для обработки основных деталей штампов на электроэрозионном EIR20NC и координатно-сверлильном VKP50N станках. Около 66% всех разделительных штампов в ЧССР могут быть спроектированы с помощью описанной системы. Подсистема подготовки входных данных, программный комплекс решения геометрических задач, методы конструирования основных деталей и узлов штампов базируются на разработках, выполненных в ИТК АН БССР.

Система PDDC, созданная фирмой «Diecomp» (США), предназначена для автоматизированного конструирования вырезных штампов последовательного действия. Программное обеспечение дает возможность выполнять расчеты технологического плана, определять оптимальный вариант раскроя заготовки, состав переходов и последовательность их выполнения. Полученные результаты используются для последующей реализации программ проектирования деталей и узлов штампов. Предусматривается подготовка данных для автоматического вычерчивания сборочных и подетальных чертежей последнего.

Система автоматизированного проектирования разделительных штампов совмещенного типа разработана в Англии фирмой «Pressed Steel Fisher». Программное обеспечение, ориентированное на ЭВМ IBM-360/40, построено таким образом, что одна часть задач решается автоматически, а другая — конструктором, который связан с ЭВМ при помощи устройства оперативного ввода-вывода графической информации (дисплея).

С использованием данных о форме штампуемой детали на ЭВМ рассчитывается требуемое усилие вырезки, а также съема, подбираются необходимые стандартные детали пакета, упоры и пружины, определяется количество и место расположения толкателей и т. д. На отдельных этапах конструирования изображения деталей и узлов штампов могут быть выведены на экран дисплея и проанализированы. Необходимые коррективы вводят с помощью светового пера и кнопочного пульта управления. После завершения процесса и визуальной оценки результатов оператор-конструктор вводит в ЭВМ директиву с заданием

на вычерчивание комплекта чертежей на рулонном ЧА «Калкомп», входящем в состав периферийного оборудования IBM-360/40.

Итальянской фирмой «Olivetti» создана система «Autodie», программное обеспечение которой, ориентированное на ЭВМ «Univac-1108» с объемом оперативной памяти до 126 Кбайт, предназначена для конструирования деталей и узлов штампа последовательного действия. Чертежи штампов изготавливаются затем на ЧА «Бенсон», работающем со скоростью 6 м/мин. Специальный комплекс программ подготавливает данные для производства основных деталей штампов на станках с ЧПУ, что позволяет сократить трудоемкость данного процесса на 30%. Используются многоцелевые станки модели «Auctog» фирмы «Olivetti», а также электрорезонные станки с проводочным электродом модели «Agiect Dem 15 NC» (Швейцария).

Система внедрена на центральном инструментальном заводе фирмы «Olivetti», где работают около 900 чел. Значительная часть продукции предприятия — штампы для изготовления пишущих машинок и арифмометров.

В США, Японии и других странах были проведены исследования в области автоматизации проектирования и изготовления на станках с ЧПУ штампов для формоизменяющих операций, используемых при производстве деталей кузовов автомобилей. Исследования имели комплексный характер и предусматривали создание систем, обеспечивающих автоматический или полуавтоматический ввод в ЭВМ данных о конфигурации и размерах деталей сложных пространственных форм с помощью специальных трехмерных координатно-измерительных машин, программное составление и обработку математических моделей поверхностей этих деталей, подготовку данных для автоматического вычерчивания и изготовления штамповой оснастки. Промышленное использование описанных систем дает возможность в 3—4 раза сократить сроки проектирования и создать оснастку для новых моделей автомобиля.

В ФРГ в 1969—1972 гг. была разработана и в 1973 г. внедрена на предприятиях фирмы «Форд» система автоматизированного проектирования штампов для изготовления деталей кузова. В ЭВМ вводится описание формы деталей в виде множества координат ее поверхности и характерных сечений. При наличии модели детали съем координат производится с помощью специальной трехкоординатной измерительной машины. Если в распоряжении конструктора имеется чертеж штампуемой детали, то ее цифровая модель может быть подготовлена с помощью двухмерного считывающего устройства. В качестве дополнительных используются следующие данные: тип штампа, типоразмер применяемого пресса и др.

Программа осуществляет выбор заготовки, производит необходимые расчеты, подготавливает данные, по которым на чертежном устройстве с размерами стола 5000 × 1600 мм выполняются чертежи пуансона и матрицы. Можно изготавливать чертежи максимум четырех размеров. В зависимости от типа штампа таким образом вычерчивается до 80% необходимой графической документации. Программа составлена на языке ФОРТРАН и реализована на ЭВМ IBM 360/50 и IBM 370/155 с объемом оперативной памяти 140 Кбайт. Данная система позволяет сократить

время проектирования штампа в среднем на 50%. Например, на конструирование вытяжного штампа для панели кабины обычным способом затрачивается около 120 ч. При автоматизации данного процесса подготовка исходных данных занимает около 6 ч, расчет на ЭВМ — 10 мин, изготовление перфоленты — 40 мин, выполнение графических работ на чертежном автомате — 3,5 ч, обработка чертежей вручную — 24 ч.

В Научно-исследовательском центре технологии машиностроения (г. Токио, Япония) с 1972 г. ведутся разработки по автоматизированному проектированию штампов. Первый вариант системы создан для конструирования вырезных штампов последовательного действия в диалоговом режиме. Исходными данными являются: сведения о штампуемой детали, прессовом оборудовании и оборудовании для изготовления штампов, предполагаемые стоимость и срок изготовления штампов.

Процесс проектирования начинается с установления конструкции штампа, расчета усилия вырубki и определения типоразмера пресса. Затем выбираются стандартные детали штампа и проектируются оригинальные, а также технологические процессы их изготовления, производится оценка затрат. При необходимости предусматривается изменение конструкций штампа, его отдельных деталей или способа их изготовления. Результат проектирования — сборочный чертеж штампа, на котором проставлены размеры. Преимущества рассмотренного способа конструирования: сокращение его продолжительности и уменьшение трудоемкости, возможность использования конструкторов с небольшим практическим опытом для решения достаточно сложных задач, устранения недосмотров, существующих ограничений, облегчение предварительных расчетов по определению стоимости штампа.

21. Общие сведения о системе автоматизированного проектирования штампов

Рациональное распределение функций по проектированию между человеком и ЭВМ — одна из важных проблем, которую решают при использовании ЭВМ для автоматизации проектно-конструкторских работ. В зависимости от природы проектируемого объекта, степени возможной формализации процесса его проектирования, имеющейся технической и программной базы проектная задача может быть реализована двумя путями.

Первый из них связан с разработкой программы, реализующей процесс конструирования в автоматическом (детерминированном) режиме, т. е. вмешательство человека в процесс конструирования здесь исключается, а развитие последнего жестко предопределяется соответствующей программой. Этот путь проектирования имеет сравнительно ограниченную область применения, так как его можно использовать лишь для тех сравнительно несложных типовых объектов, процесс проектирования которых может быть практически формализован, а полученная при этом модель обладает достаточно широкими для практического использования возможностями.

Второй путь, решение задачи в режиме человек — ЭВМ, обеспечивает более широкие возможности в смысле сложности проекти-

руемого объекта, так как позволяет наиболее эффективно использовать исключительную гибкость человеческого мышления, его превосходные способности в распознавании и оценке непредвиденных ситуаций, в выявлении ассоциаций в среде понятий, не обладающих очевидной общностью, в сочетании с быстрой и точной обработкой огромного объема данных, которой обладает современная вычислительная техника.

Человеко-машинные системы проектирования являются перспективными, однако в настоящее время такие системы пока еще уникальны, а обеспечение оперативной связи между человеком и ЭВМ обходится сравнительно дорого, поскольку необходимо использовать мощные вычислительные машины, сложные специализированные технические и программные средства.

Анализ конструкций штампов, спроектированных и используемых в производстве, показал, что, несмотря на огромное разнообразие, значительная часть их (50...70%) является типовыми, т. е. компонуется из стандартных и типовых деталей в соответствии с типовыми компоновочными схемами. Типовые конструкции особенно четко можно выделить для класса разделительных штампов.

Поскольку для типовых конструкций разделительных штампов процесс проектирования может быть легко и на достаточно высоком качественном уровне промоделирован, при разработке САПР для этих конструкций практически целесообразно создать программы, работающие в детерминированном режиме.

Приведенное ниже описание одной из систем АПШ дает общее представление о функциональных возможностях таких систем, составе и содержании решаемых ими задач, принципах организации обработки данных, технической базе, информационном и программном обеспечении. Рассматриваемая система предназначена для проектирования в детерминированном режиме разделительных штампов.

Номенклатура проектируемых штампов описываемой САПР охватывает конструкции простого, последовательного и совмещенного действия. В качестве исходной заготовки принята полоса или лента. Штампуемые детали плоские, с произвольной формой наружного контура и отверстий. Максимальная толщина материала — 4 мм. Тип раскроя — однорядный. Максимальные размеры штампуемых деталей ограничены наибольшими размерами матриц (320 × 250 мм).

Процесс автоматизированного проектирования штампов (АПШ) строится в соответствии со схемой, изображенной на рис. 38. Исходными данными для проектирования штампа служат сведения об операционном чертеже штампуемой детали, а также некоторые данные общего и технологического характера (номера детали и штампа, параметры раскроя заготовки, указания о желаемом варианте конструкции и др.). Они в соответствии со специальной инструкцией (см. параграф 23) преобразуются оператором в цифровую форму, переносятся на бланки, перфорируются и вводятся в ЭВМ, где находится записанный на магнитный диск (МД) комплекс программ проектирования штампов.

Процесс проектирования штампа расчленен во времени на два этапа. На первом из них осуществляется программный контроль исходных

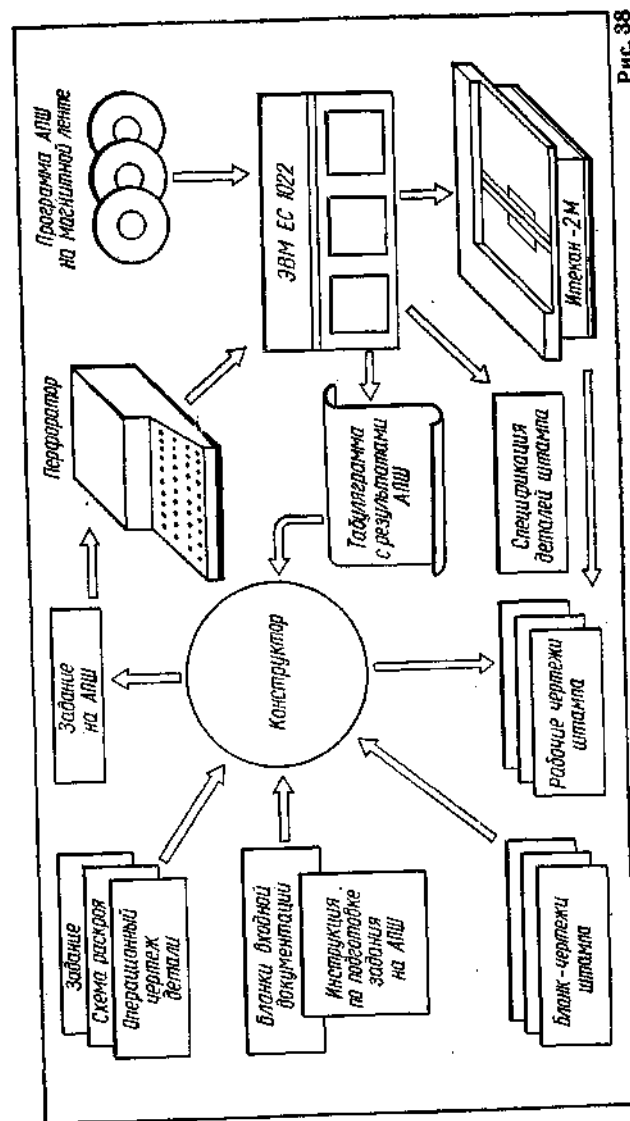


Рис. 38

данных с распечаткой информации об ошибках синтаксического характера. На этом же этапе подготавливается перфолента с программой вычерчивания на ЧА операционного чертежа штампуемой детали. Если в чертеже отсутствуют ошибки, то принимается решение переходить ко второму этапу — собственно проектированию штампов. Если ошибки имеются, то соответствующие коррективы вносятся в исходные данные.

В процессе проектирования производится выбор рациональных конструкций и полный расчет деталей штампа, печатается спецификация, изготавливаются автоматически (чертежный автомат типа «Итек-ан») операционный эскиз штампуемой детали, рабочие чертежи деталей штампа, формируются данные для управления процессом изготовления рабочих окон матрицы на электроэрозионных станках с ЧПУ.

Проектирование ведется на основе сведений: о конструкциях деталей и узлов штампов, их типоразмерах, материале, о применяемом прессовом оборудовании, справочных данных технологического характера (рабочие зазоры, допускаемые отклонения на изготовление и др.), о форматах чертежей, стандартных текстов, помещаемых на чертежах, и др.

Процесс подготовки задания для АПС делится на несколько этапов: подготовка чертежа детали к кодированию; кодирование сведений общего и технологического характера, размеров, геометрической формы детали и структуры размерной сетки, данных о положении размеров на поле чертежа.

При подготовке сведений общего и технологического характера в бланк-задания на АПС заносят номера штампа и детали, код, толщину и величину сопротивления срезу ее материала, код типа конструкции штампа, ширину полосы, шаг и размер перемычки между деталями на раскрое и др. При кодировании размеров в соответствии с номерами на чертеже детали в бланк записывают их номинальную величину и допускаемые отклонения.

Трудоемким и ответственным этапом является кодирование геометрической формы и структуры размерной сетки детали. Система кодирования имеет некоторые особенности:

а) контур детали рассматривается как упорядоченная совокупность взаимосвязанных между собой элементов (точек, дуг, окружностей, прямых линий);

б) для каждой линии графического изображения указывается направление, что позволяет сравнительно просто записать в цифровом виде зрительную информацию, содержащуюся в чертеже;

в) при кодировании элементы описываются вдоль размерной цепочки, поэтому можно избежать каких-либо пересчетов размеров и допускаемых отклонений;

г) учитываются свойства симметрии фигур, конгруэнтных контуров, что способствует значительному упрощению и ускорению процесса кодирования.

Данные о геометрической форме заносят в специальный раздел бланка-задания. Для каждого элемента контура указывают: номер элемента; номер контура, которому принадлежит элемент; тип элемен-

та (1 — прямая, 2 — дуга окружности, 3 — точка); номер, присвоенный его диаметру или радиусу; номера базовых элементов; коды видов размерной связи; номера размеров, стоящих между базовыми и строящимися элементами.

Сведения о положении размеров на поле чертежа кодируют только при необходимости подготовить данные для автоматического изготовления чертежей штампа. Их кодируют в порядке возрастания номеров. Для каждого размера указывают номера элементов, связываемых им, код вида связи, значение которого зависит от способа постановки размера по отношению к элементам. Далее записывают данные, характеризующие удаление размерной линии от центра одного из основных элементов контура, расположение размерного числа, выноски или полки, а затем — сведения о положении размерной линии при описании различных случаев постановки радиуса или диаметра, длине и ориентации выноски относительно размерной линии, длине полки.

Программный комплекс системы разделен на три блока программ (БП). В первом БП «Вход» решаются задачи контроля исходных данных и предварительной их обработки, во втором БП «Конструктор» проектируются детали и узлы штампов базовых конструкций, подготавливаются сведения для печати выходной документации, в третьем БП «Чертеж» подготавливается информация для автоматического изготовления чертежей деталей штампов. Блоки программ составлены из программ (П) решения частных функционально самостоятельных задач, общее количество которых составляет свыше 100 наименований. К этим задачам можно отнести, например, вычисление координат узловых точек контура штампуемой детали, расчет размеров рабочих участков пуансонов и матриц, компоновки узла выталкивателя совмещенного штампа, подготовку данных для вычерчивания различных деталей штампов и т. д.

Чтобы облегчить разработку названных программ, в отдельную группу выделены задачи, неоднократно встречающиеся при проектировании различных деталей и узлов штампов и относящиеся прежде всего к классу геометрических (вычисление длины периметра контура; определение характеристик прямоугольника наименьшей площади, описанного около контура; построение контура, эквидистантного данному, и т. д.). Для их решения разработана библиотека подпрограмм. В эту библиотеку включены также подпрограммы для решения задач по подготовке данных для вычерчивания на ЧА типовых графических и текстовых изображений, достаточно часто встречающихся в чертежах. Примеры таких задач: вычерчивание контура заготовки матрицы, системы крепежных отверстий, упоров, рабочих контуров, размерной сетки и др.

Таким образом, при разработке структуры программного обеспечения системы АПС применяется многоуровневая схема композиции программ (блоки программ — программы — подпрограммы). В некоторых случаях одни и те же программы используются при компоновке различных БП. Такие программы названы типовыми (ТП). Имеется тенденция к расширению их библиотеки, так как это позволяет существенно упростить компоновку и создание блоков программ.

Одна из важных целей при разработке структуры программного обеспечения — выделение и максимально возможное развитие той части программного комплекса, которая является инвариантной в отношении новых конструкций разделительных штампов. Эта цель достигнута в значительной степени благодаря формированию первого программного блока и библиотек подпрограмм. Таким образом, если необходимо создать программы для проектирования штампов нового типа, то значительную часть разработанных ранее программ можно использовать без изменений. Сменный информационный блок, содержащий сведения о типоразмерах деталей и узлов штампов, материалах и штамповочном оборудовании, позволяет сравнительно легко привязывать систему к конкретным условиям предприятий.

Программами первого блока решаются основные задачи:

1) синтаксический контроль правильности подготовки исходных массивов;

2) формирование массива, содержащего сведения о положении элементов контура детали в единой системе координат;

3) вычисление основных геометрических характеристик наружных и внутренних контуров детали (площади, периметра, параметров окружности и прямоугольника минимальной площади и др.);

4) нахождение центра давления штампа и усилия пресса;

5) расчет размеров рабочих участков пуансонов и матриц;

6) определение числа винтов и штифтов для крепления секционных матриц и координат места их установки;

Программы второго блока выполняют:

1) проектирование пуансонов (выбор варианта и определение размеров конструкции, прочностной расчет, проверка возможности взаимного пересечения пуансонов по буртикам и посадочным участкам);

2) проектирование выталкивателей и пуансон-матриц;

3) компоновку системы выталкивания (выбор числа толкателей и места их установки, а также типа и размеров траверсы);

4) выбор конструкции и нахождение места расположения упоров, фиксирующих заготовку по шагу;

5) выбор конструкции и расчет направляющих планок;

6) выбор конструкции и размеров верхних и нижних плит, хвостовиков прокладок, упругих элементов, колонок, втулок;

7) формирование массивов с данными о варианте конструкции и размерах всех деталей штампа;

8) выбор пресса;

9) формирование массива спецификации деталей штампа;

10) печать спецификации деталей штампа;

11) печать табуляграммы с данными о всех деталях штампа.

Функциональные возможности программ проектирования деталей и узлов штампов зависят от положенной в их основу методики проектирования. Поэтому к ней предъявляются следующие основные требования: полнота описания процесса конструирования; наличие объективных методов получения рациональных и оптимальных решений; определенность решений; количественная интерпретация качественных

оценок и понятий, используемых в данном процессе; конкретизация области задания исходных и выходных параметров.

В общем случае программами проектирования деталей штампа предусматривается решение следующих основных задач:

а) выбор рационального варианта конструкции детали;

б) определение параметров ее типовых и стандартных элементов;

в) выполнение при необходимости проверочных расчетов элементов конструкции на прочность;

г) расчет размеров элементов, зависящих от формы и размеров штампуемой детали;

д) выбор материала, технических условий изготовления детали;

е) уточнение пространственного положения в узлах;

ж) подготовка массива с данными о ней.

Комплекс программ третьего блока выполняет:

1) вычисление параметров, определяющих положение элементов размерной сетки чертежа штампуемой детали (размерных и выносных линий, полок, стрелок, изображений номинальных величин размеров и допускаемых отклонений);

2) уточнение списков и габаритных размеров изображений, из которых будут компоноваться чертежи деталей штампа; рациональное размещение изображений на чертеже; выбор формата и масштаба вычерчивания чертежа;

3) последовательно для каждой детали на входном языке базового математического обеспечения (БМО) чертежного автомата подготовку данных для вычерчивания изображений, включенных в список (основных проекций, видов, разрезов, технических требований, основной надписи и др.);

4) обработку языковых описаний чертежей деталей и подготовку перфоленты для ЧА с использованием программ БМО.

С помощью комплекса программ третьего блока можно подготовить данные для вычерчивания на автомате «Итекан-2М» операционного эскиза штампуемой детали, схемы раскроя полосы, рабочих чертежей деталей штампа.

22. Описание конструкций проектируемых штампов

Область функционирования САПР распространяется на ограниченное множество конструктивно-технологических схем штампов, вариантов конструкций, их деталей и узлов. Границы этого множества можно расширить путем разработки новых программных модулей, решающих задачи проектирования соответствующих конструкций.

Автоматизированное проектирование штампов основано на широком использовании стандартных деталей и узлов, применении типовых конструктивно-технологических решений, хорошо зарекомендовавших себя на практике, типизации и унификации элементов конструкций деталей штампов. Введение ЕСКД и ЕСТД, регламентирующих формы конструкторской и технологической документации, наряду со стандартами на детали и узлы штампов создает благоприятные предпосылки

развития и широкие перспективы внедрения методов автоматизированного проектирования штампов.

Конструктивно-технологические схемы штампов. Описываемая САПР предназначена для проектирования наиболее распространенных в промышленности основных типов штампов для разделительных операций:

- а) последовательного действия с неподжным съемником (рис. 39);
- б) последовательного действия с верхним прижимом заготовки (рис. 40);
- в) совмещенного действия (рис. 41).

Предусматривается возможность проектирования также штампов для вырубки простого действия, которые рассматриваются как частный случай последовательных, когда число контуров штампуемой детали равно единице. Указанные выше типовые конструкции в сочетании с различными схемами фиксации заготовки (с помощью шаговых ножей, фиксаторов, временных и постоянных упоров, направляющих планок) образуют достаточно широкий для использования в практике проектирования базовый набор конструкций штампов (БНКШ). Он включает следующие конструкции штампов:

- 1) последовательного действия с верхним прижимом заготовки, двумя шаговыми ножами;
- 2) последовательного действия с верхним прижимом, двумя шаговыми ножами и керном;
- 3) последовательного действия с верхним прижимом заготовки, двумя ножами, керном и фиксаторами;
- 4) последовательного действия с верхним прижимом и упором по шагу;
- 5) последовательного действия с неподжным съемником, двумя шаговыми ножами;
- 6) последовательного действия с неподжным съемником, двумя шаговыми ножами и керном;
- 7) последовательного действия с неподжным съемником, двумя ножами, керном и фиксаторами;
- 8) последовательного действия с неподжным съемником, фиксатором, грибовым упором;
- 9) последовательного действия с неподжным съемником к пресс-автомату АА-30;
- 10) для вырубки с верхним прижимом заготовки и шаговым ножом;
- 11) для вырубки с верхним прижимом и грибовым упором;
- 12) для вырубки с жестким съемником и шаговым ножом;
- 13) для вырубки с жестким съемником и грибовым упором;
- 14) для вырубки с жестким съемником к прессу-автомату;
- 15) совмещенного действия с тремя утопающими упорами (один по шагу и два боковых).

Базовый набор деталей штампов определяется, как некоторое множество вариантов их конструкций, достаточное для построения любой из базовых конструкций штампов. Конструкции деталей из базового набора делятся на типовые и стандартные.

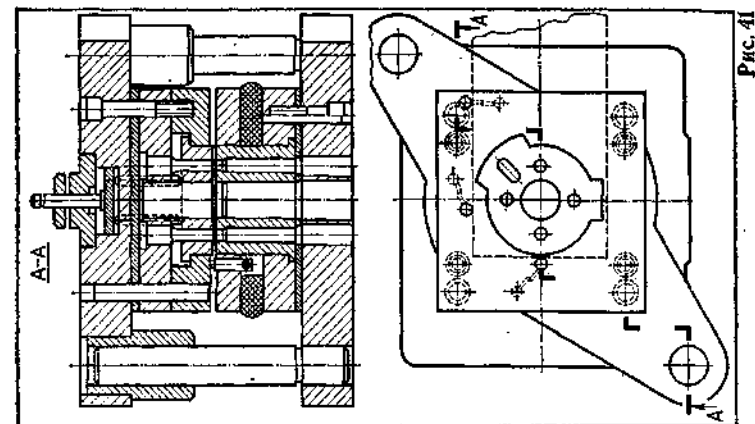


Рис. 41

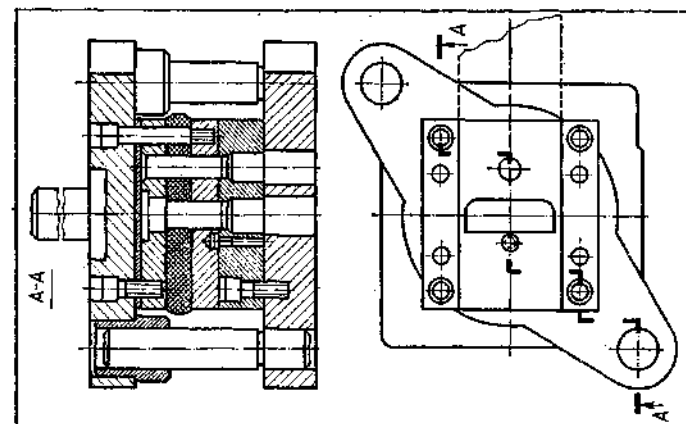


Рис. 40

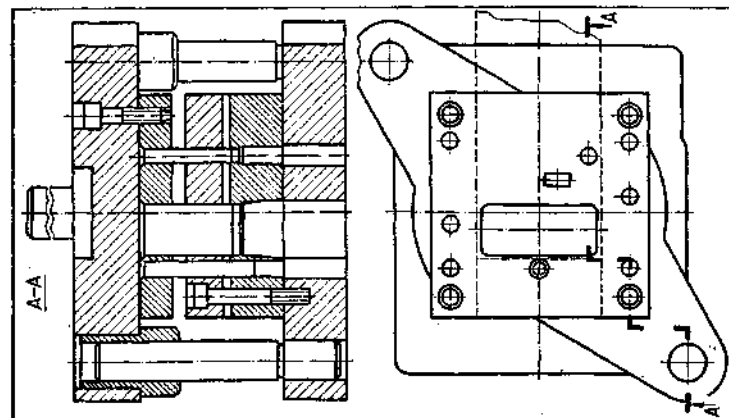


Рис. 39

Типовые детали штампов. Конструкции типовых деталей в общем случае состоят из элементов (отверстий, выступов, пазов и др.) трех типов: стандартных, унифицированных и оригинальных. Для стандартных элементов характерно постоянство геометрической формы и размеров, для унифицированных — постоянство формы, размеры могут быть произвольными. Геометрическая форма и размеры оригинальных элементов, например рабочий контур вырезной матрицы, в каждом конкретном случае проектирования зависят от формы и размеров штампуемой детали. Ниже приведено описание основных типовых деталей, входящих в базовый набор.

Матрицы (заготовки) (ГОСТ 15861—81). Конструктивные варианты показаны на рис. 42 (где 1 — отверстия для крепления под винт; 2 — отверстия для крепления под штифт; 3 — рабочий контур; 4 — отверстия под шаговые ножи; 5 — отверстие под фиксатор): для штампов последовательного (а) и совмещенного действия (б), для разрезной (секционной) матрицы (в).

Матрицы стандартизованы по размерам заготовок, размерам и схемам расстановки крепежа (винтов, штифтов).

Основной материал для изготовления: сталь Х12М, ГОСТ 5950—73.

Провальное отверстие в штампах последовательного типа выполняется по рабочему отверстию с уменьшением 0,5 мм на сторону. На чертеже матрицы указывают технические требования:

1. HRC 56...60.

2. Отверстие под пуансоны пригнать по пуансонам с зазором 0, ... мм на сторону.

3. Отверстие под пуансоны и ножи пригнать по пуансонам и ножам с зазором 0, ... мм на сторону.

Пуансоны. Конструктивные варианты даны на рис. 43: круглый с буртиком (а); круглый с буртиком, усиленный (г); фасонный сквозной с расклепкой (д); с фасонной рабочей и круглой посадочной частью и с буртиком (б, е); с фасонной рабочей и прямоугольной посадочной частью и с буртиком (в, ж); керн (з).

Представители группы пуансонов (включая керны) характеризуются следующими особенностями:

а) имеют цельную конструкцию, плоские режущие кромки и крепятся в пуансонодержателе при помощи буртика или расклепки;

б) конструкции, имеющие круглую посадочную часть и фасонный рабочий контур, от поворотов в пуансонодержателях крепятся дополнительно штифтом;

в) участки пуансонов по всей длине, за исключением переходной части, имеют сечение постоянной формы, постоянных размеров.

Форма сечения участков пуансонов унифицирована до трех разновидностей: круг; прямоугольник; сечение произвольной формы, повторяющее по форме обрабатываемый контур детали.

По форме сечения рабочего участка пуансоны делят на круглые и фасонные.

Сквозные пуансоны имеют постоянное по всей длине сечение и крепятся при помощи расклепки.

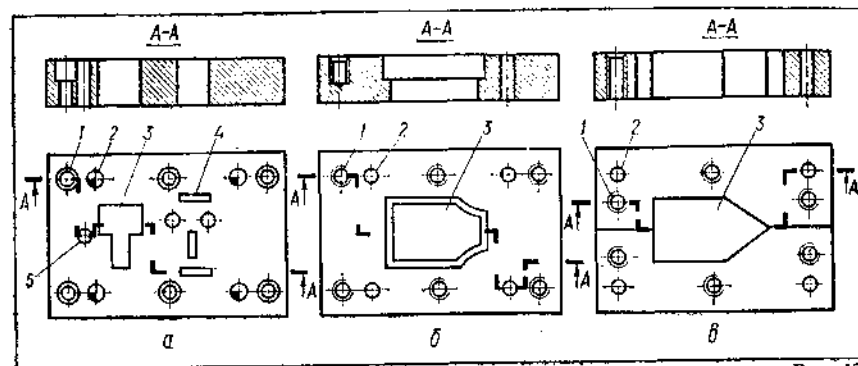


Рис. 42

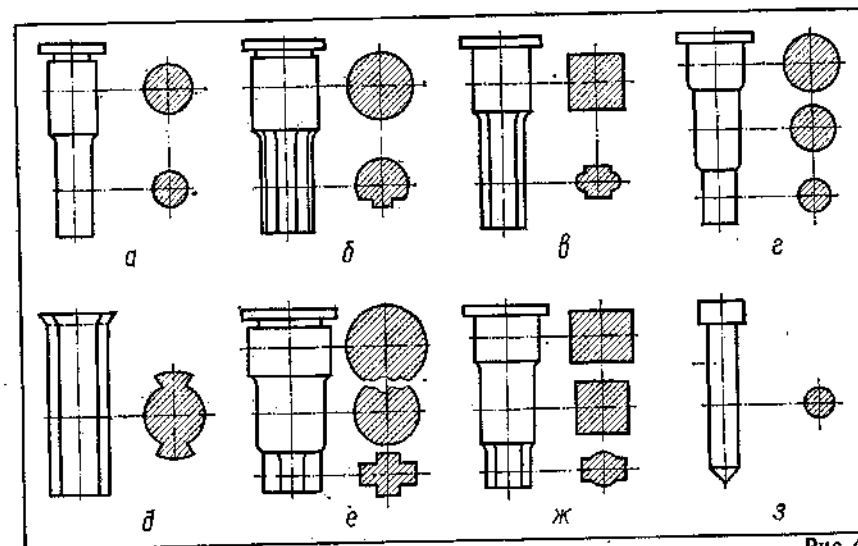


Рис. 43

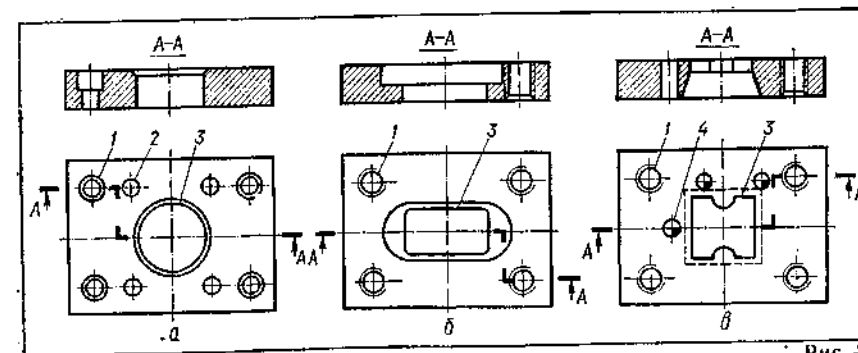


Рис. 44

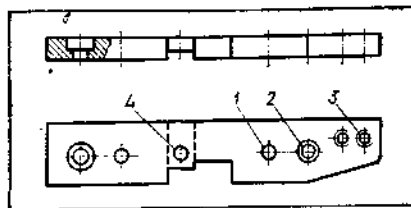


Рис. 45

Пуансоны в общем случае имеют 4 участка (рабочий, участок усиления, посадочный и крепления). Конструкции пуансонов предусматривают плавный по радиусу переход одного участка к другому. Форма переходной части унифицирована.

В конструкциях пуансонов с буртиком переход от посадочного участка к буртику осуществляется через проточку для выхода шлифовального круга. Форма и размеры проточки и буртика унифицированы.

Материал для изготовления: — сталь У10А, ГОСТ 1435—74; сталь Х12М, ГОСТ 5950—73.

На чертежах пуансонов указывают технические требования:

1. Рабочий контур пригнать по матрице с двусторонним зазором 0, ...мм.
2. HRC 54...58, кроме места, обозначенного особо.
3. * Уточнить при сборке.
4. Размер и шероховатость поверхности в скобках — после сборки.

Съемники. Конструктивные варианты показаны на рис. 44 (где 1 — отверстия для крепления под винт; 2 — отверстия для крепления под штифт; 3 — отверстия под пуансон-матрицу или пуансон; 4 — отверстие под упор): для штампов последовательных с неподвижным съемником (а); для штампов последовательных с верхним съемником — прижимом (б); для штампов совмещенного действия (в).

Съемники стандартизованы по размерам заготовок, размерам и установке крепежа. В съемниках рабочий контур пригоняется по пуансону по высоте пояса отверстий (под ножи — по всей высоте) по посадке $\frac{H7}{h6}$.

Материалы для изготовления: сталь 45, ГОСТ 1050—74.

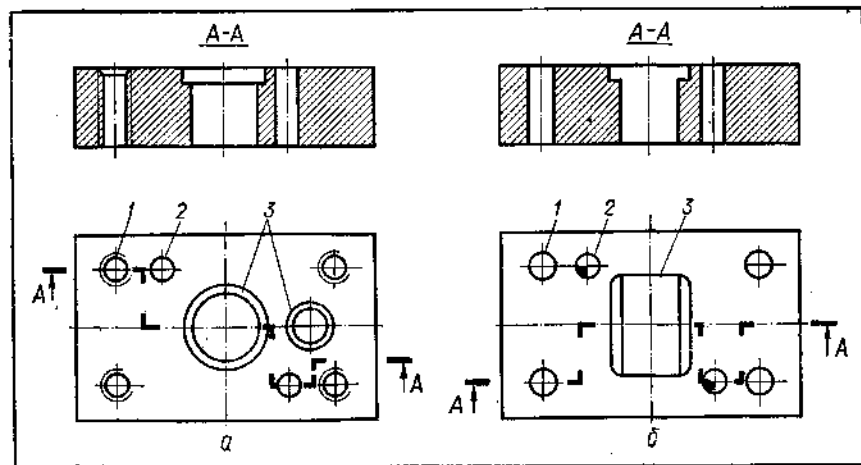


Рис. 46

Примеры технических требований:

1. Координаты под пуансоны и ножи уточнить по матрице (поз...)
2. Отверстия под пуансоны и ножи пригнать по пуансонам и ножам по посадке $\frac{H7}{h6}$.
3. Координаты отверстий под пуансоны уточнить по матрице.

Планки направляющие. Конструктивные варианты даны на рис. 45 (где 1 — отверстия под штифты; 2 — отверстия под винты; 3 — резьбовые отверстия для крепления планки лотка; 4 — отверстие для крепления упора по шагу): гладкая; для штампа с предварительным упором и ножом.

Заготовки для направляющих планок не стандартизованы, основные размеры выбираются конструктивно.

Стандартными элементами планок являются отверстия под крепеж деталей пакета и планки лотка. Унифицирована высота планок: для штампов с верхним прижимом высота равна 6 мм, для штампов с жестким съемником — 6 или 10 мм, для штампов к прессу-автомату АА-30 — 4 мм.

Унифицированными элементами являются *выемки* для ножевых упоров и шаговых ножей. Основной материал для изготовления: сталь 45, ГОСТ 1050—74.

Пуансонодержатели. Конструктивные варианты показаны на рис. 46 (где 1 — отверстия под винты; 2 — отверстия под штифты; 3 — отверстия под пуансоны): для штампов последовательного (а) и совмещенного (б) типов.

Пуансонодержатели стандартизованы по размерам заготовок, размерам и расположению отверстий для крепления.

Отверстия для пуансонов могут иметь форму прямоугольную, круглую и произвольную.

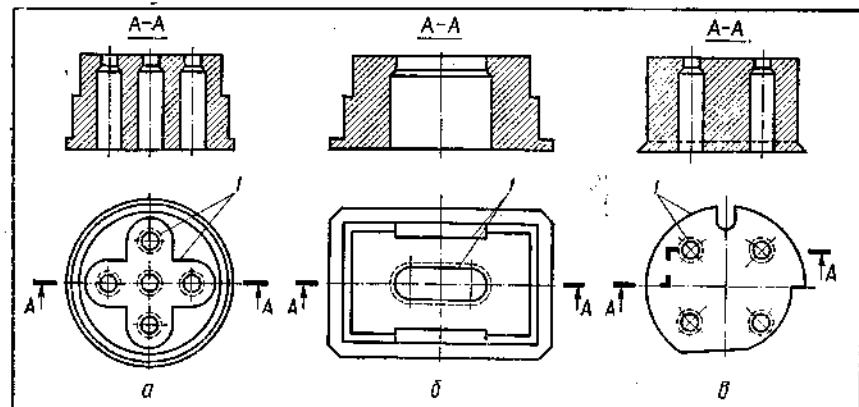


Рис. 48

Таблица 55. Стандартные детали и узлы

Наименование детали	Наименование и номер ГОСТа
Блоки штампов	ГОСТ 13124—75. Блоки штампов для листовой штамповки с диагональным расположением направляющих колонок и втулок. Конструкция и размеры
Блоки штампов	ГОСТ 13126—75. Блоки штампов для листовой штамповки с осевым расположением направляющих колонок и втулок. Конструкция и размеры
Колонки направляющие	ГОСТ 13118—75. Колонки направляющие гладкие для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры
Втулки направляющие	ГОСТ 13122—75. Втулки направляющие ступенчатые удлиненные для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры
Хвостовики	ГОСТ 16715—71. Хвостовики с буртиком для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры
Хвостовики	ГОСТ 16719—71. Хвостовики плавающие для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры
Фиксаторы	ГОСТ 18771—80. Фиксаторы со ступенчатым отверстием. Конструкция и размеры
Ножи	ГОСТ 18737—80. Ножи шаговые с направлением. Конструкция и размеры
Упоры	ГОСТ 18738—80. Упоры к шаговым ножам. Конструкция и размеры
Упоры	ГОСТ 18742—80. Упоры разовые. Конструкция и размеры
Упоры	ГОСТ 18743—80. Упоры грибовые. Конструкция и размеры
Упоры	ГОСТ 18745—80. Упоры Г-образные. Конструкция и размеры
Шпильки	ГОСТ 18746—80. Шпильки упорные. Конструкция и размеры
Пружина	ГОСТ 18751—80. Пружина кручения к упорам. Конструкция и размеры
Устройства прижимные	ГОСТ 18767—80. Устройства прижимные. Конструкция и размеры
Планки поддерживающие	ГОСТ 18768—80. Планки поддерживающие. Конструкция и размеры
Фиксаторы	ГОСТ 18770—80. Фиксаторы с резьбовым отверстием. Конструкция и размеры
Толкатели	ГОСТ 18780—80. Толкатели. Конструкция и размеры
Винты	ГОСТ 18786—80. Винты ступенчатые с шестигранным углублением «под ключ». Конструкция и размеры
Винты	ГОСТ 18787—80. Винты ступенчатые со шлицем для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры
Пружины	ГОСТ 18793—80. Пружины сжатия для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры
Штифты	ГОСТ 3128—70. Штифты цилиндрические. Конструкция и размеры
Винты	ГОСТ 8922—69. Винты грузовые (цапфы). Конструкция и размеры

Продолжение табл. 55

Наименование детали	Наименование и номер ГОСТа
Винты	ГОСТ 18786—80. Винты ступенчатые с шестигранным углублением «под ключ». Конструкция и размеры.

Основной материал для изготовления: сталь 45, ГОСТ 1050—74.

На чертежах пуансонодержателей указывают технические требования:

1. Отверстия под пуансоны и ножи пригнать по пуансонам и ножам по посадке $\frac{H7}{r6}$.

2. * Размеры согласовать по матрице (поз...).

Выталкиватели. Конструктивные варианты приведены на рис. 47. Форма буртика (в плане) унифицирована (круг, прямоугольник). Форма отверстий под пуансоны унифицирована (круг, прямоугольник) или повторяет форму сечения рабочего участка пуансона.

Основной материал для изготовления: сталь 45, ГОСТ 1050—74.

На чертежах выталкивателя указывают технические требования:

1. HRC 40...45.

2. * Размеры пригнать по матрице (поз...), обеспечив посадку $\frac{H12}{h12} (C_8)$.

3. Размеры пригнать по пуансонам с зазором 0, ... мм.

Пуансон-матрицы. Конструктивные варианты приведены на рис. 48. Форма сечения посадочной части унифицирована: круг (а), прямоугольник (б) или повторяет форму рабочего контура (в).

Основной материал для изготовления: сталь X12M, ГОСТ 5950—73.

На чертеже пуансон-матриц указывают технические требования:

1. HRC 54...58.

2. * Размеры пригнать по матрице с зазором 0, ... мм на сторону.

3. ** Размеры пригнать по пуансонам с зазором 0, ... мм на сторону.

Стандартные детали и узлы. Для стандартных деталей и узлов, входящих в базовый набор, строго регламентированы характеристики: геометрическая форма, размеры, точность, чистота обработки, технические условия на изготовление. В табл. 55 приведены основные стандартные детали и узлы, входящие в базовый набор рассматриваемой системы.

23. Подготовка входных данных при автоматизированном проектировании штампов

Исходными данными при автоматизированном проектировании штампов являются сведения общего и технологического характера (номер детали, номер штампа, его тип, вид и параметры раскроя заготовки, указания о варианте схемы фиксации заготовки и т. д.), а также сведения о чертеже штампуемой детали (данные о размерах, размер-

ной сетке — виде простановки размеров на чертеже — и конфигурации детали).

Для ввода в ЭВМ исходные данные кодируют в соответствии с правилами, изложенными ниже. Задание на автоматизированное проектирование штампа представляют в форме таблиц кодированных сведений (ТКС), которые содержат информацию общего характера (табл. ТКСА), о размерах штампуемой детали (табл. ТКСВ), о геометрии штампуемой детали (табл. ТКСД) и информацию о размерной сетке (табл. ТКСД).

Чтобы облегчить процесс кодирования чертежа детали и схемы раскроя, их объединяют в чертеже раскроя, который является исходным документом для кодирования.

Процесс кодирования контура детали отражает процесс его геометрического построения, т. е. каждый последующий элемент контура кодируется (строится) на базе ранее закодированных элементов, непосредственно связанных с ним размерами. Контур считается закодированным, если закодированы все его основные элементы. Кодирование последующего контура следует начинать только после полного описания предыдущего.

Под элементами чертежа понимаются объекты: «прямая», «дуга окружности» (в частном случае полная окружность), «точка». Основными элементами считаются дуги окружности (полные окружности), которые являются частью кодируемого контура (принадлежащие контуру точки считаются дугами окружности нулевого радиуса). Вспомогательные элементы служат для построения основных. Вспомогательными могут быть «точка», «направленная прямая», «дуга окружности» (окружность).

В качестве начальных элементов контура рекомендуется выбирать конструкторские базы, в симметричных деталях — оси симметрии. Начальными элементами контура называются элементы, с которых начинается кодирование контура.

Кодирование ведется в такой последовательности:

- 1) подготовка чертежа раскроя к кодированию;
- 2) кодирование общих сведений;
- 3) кодирование размеров и предельных отклонений;
- 4) кодирование сведений о геометрии детали;
- 5) кодирование сведений о размерной сетке чертежа раскроя.

Подготовка чертежа раскроя к кодированию (см. прил. 11, рис. 1). Вычерчивается контур полосы (ленты), наносятся наружные и внутренние контуры детали, причем располагаются они в соответствии с заданной технологической схемой штамповки и выдерживается масштаб, удобный для построения размерной сетки. Наружный контур вычерчивается на расстоянии технологической перемычки от края полосы.

На чертеже раскроя проставляются все размеры и предельные отклонения, характеризующие контуры детали и связывающие их между собой. Для простановки размерного числа и допускаемого отклонения на него отводится зона, ограниченная прямоугольником с размерами сторон не менее 45×8 мм. Если недостаточно места для напи-

сания размерного числа между выносными линиями, то его следует расположить на свободном месте (см. прил. 11, рис. 1, размер 4).

Наружный контур привязывается двумя размерами, а при необходимости — еще и угловым размером к краям полосы; при этом на привязочные размеры допуски не проставляются.

Привязку наружного контура желательно осуществить через оси симметрии или другие вспомогательные прямые, использованные при его построении. Внутренние контуры, если они имеются, привязываются размерами к наружному контуру или друг к другу. К краю полосы привязывать их не следует. Размеры надо проставлять так, чтобы каждый контур можно было построить независимо от любого другого. Направление подачи полосы или ленты на чертеже раскроя всегда справа налево.

По краям полосы проводятся направленные прямые 1 и 2. Прямая 1 проводится по нижней стороне полосы. Ей присваивается направление, противоположное направлению подачи, т. е. слева направо. В случае проектирования штампа с шаговыми ножами прямая 1 проводится по нижней стороне полосы с учетом ножевой кромки (см. прил. 11, рис. 1). Прямая 2 проводится через начало полосы и направляется снизу вверх. Прямые 1 и 2 и точка их пересечения 3 являются базами для привязки наружного контура.

Производится нумерация контуров детали (номер 1, 2, 3 и т. д.). Наружные контуры следует нумеровать в первую очередь, внутренним контурам присваиваются последующие номера. Для удобства чтения чертежа раскроя к цифре, обозначающей номер контура, рекомендуется добавлять букву К (например, К1, К2, К3 и т. д.).

Нумеруются все основные элементы каждого контура детали. Нумерация основных элементов производится последовательно, начиная с цифры 4, обходя контур по заданному направлению (тело детали должно оставаться слева), т. е. наружный контур обходится против, а внутренний — по часовой стрелке. Первым может быть пронумерован любой элемент первого контура (К1). Нумерация элементов всех контуров детали сквозная. Переход от одного контура к другому производится в порядке возрастания их номеров.

Вспомогательные элементы вводятся и нумеруются в процессе кодирования. Первому из них присваивается номер 101, последующим — 102, 103 и т. д.

Чтобы определить взаимное положение элементов контура, каждому из них присваивается направление. Основным элементам, а также вспомогательным типа «прямая» и «дуга окружности», касающимся контура, присваивается направление, совпадающее с общим направлением обхода контура (тело детали должно оставаться слева). Вспомогательным элементам, не касающимся контура, направление указывается произвольно.

При наличии одинаковых внутренних контуров, которые могут быть закодированы по правилам комбинированного кодирования (см. ниже), выбирается один базовый контур, на котором проставляются номера элементов и который кодируется по основным правилам кодирования. На производных контурах номера элементов не проставля-

ются, а номера этим контурам присваиваются в последнюю очередь (см. рис. 64—66).

На чертеже раскрыя всем проставленным размерам, линейным, угловым, привязочным — в произвольном порядке присваиваются номера 1, 2, ... При этом линейным привязочным размерам первого контура *KI* необходимо присваивать номера 1 и 2, а нумерацию справочных размеров производить в последнюю очередь. Рекомендуется для наглядности номер размера обводить кружком.

Правила заполнения таблиц входных данных. Входные данные записываются в табл. ТКСА, ТКСР, ТКCV, ТКCD в отведенные для них графы. Дробные числа записываются через точку (например, 2. 5). В первые строки табл. ТКСР, ТКCV, ТКCD в позиции 6 и 7 заносится число заполненных строк таблицы, а последняя таблица данных должна заканчиваться строкой с символом «*» в первой позиции.

Таблица общих сведений ТКСА. Графы таблицы общих сведений ТКСА (см. прил. II, табл. 1) заполняют в такой последовательности:

Признак. Заносят букву «С» при реализации варианта контроля достоверности подготовки исходных данных или букву «Р» при реализации варианта проектирования.

Режим. Заносят код режима работы системы: 0 — рабочий режим; 1 — первый отладочный режим; 2 — второй отладочный режим.

Конструктор. Заносят признак запрещения счета подсистемы «Конструктор»: 1 — подсистема не просчитывается; 0 — отсутствие указаний — подсистема просчитывается.

Изготовление. Заносят признаки запрещения счета программ расчета координатной сетки рабочего контура деталей пакета (КООР) подготовки управляющих программ контрольного прочерчивания траектории инструмента на чертежном автомате (ЧГА) и обработки рабочего контура деталей пакета штампа на программно-управляемом электроэрозионном станке (ЧПУ): 1 — соответствующая программа не просчитывается, результат не выдается; 0 — отсутствие указаний — программа просчитывается с выдачей результата.

Чертеж. Заносят признаки запрещения счета программ печати спецификации (Спец.), построения чертежей и подготовки перфоленты для вычерчивания на ЧГА матрицы (Матр.), съемника (Съем.), пуансонодержателя (Пдерж.), направляющих планок (План.), пуансонов (Пуан.) и общего вида (ОВид): 1 — соответствующая программа не просчитывается, результат не выдается; 0 — отсутствие указаний — программа просчитывается с выдачей результата.

Номер штампа. Заносят вторую половину номера штампа (изменяющуюся).

Номер детали. Заносят номер штампуемой детали. Может быть любая комбинация цифр и букв. Максимальное количество символов — 16.

Код материала. Заносят код материала (табл. 56).

Толщина материала. Проставляют в миллиметрах (мм) толщину материала детали.

Таблица 56. Код штампуемых материалов

Наименование и марка материала	Сопротивление материала срезу, МПа	Код	Наименование и марка материала	Сопротивление материала срезу, МПа	Код
Сталь: декапированная	355	1	Сталь: 35	450	53
08кп	245	2	У10А	630	54
10кп	265	3	У10	630	55
15кп	305	4	У8А	540	59
08	275	5	Резервные коды	—	43,44 48,49 56...58,60
10	285	6	Сталь: Х12Ф1	745	61
15	315	7	65Г	710	62
20	355	8	Э. ЭА	245	63
Жесть белая	275	9	ЭАА	245	64
Медь: М1	255	10	Э41	420	65
М2	255	11	Э42	420	66
М3	255	12	Э44	420	67
Латуны: Л62, Л63	355	13	Э310	540	68
ЛС59 = 1	390	14	Сталь: Э350	540	69
Алюминий: А0	110	15	Х18Н9Т	450	70
А7	110	16	Сплав: 79НМ	590	71
Свинец: С0; С1; С2;	30	17	50Н	590	72
С3	—	18	80НХС	590	74
Серебро: Ср 999	290	18	60С2А	745	90
Ср М875	—	19	Резервные коды	—	73...75...89
Припой: ПСр 45	50	19	Текстолит АСТ В4ПТК	120	91
ПСр 40	—	20	Стеклотекстолит	150	92
ПСр 70	—	21	СТК-41; СФ-1; СФ-2	—	—
Сталь: Ст3	265	22	Гетинакс ГФ-1-11;	120	93
Ст1	330	23	ГФ-2-11	—	—
Ст2	345	24	Фибра ФЛАК	170	94
20кп	320	25	Пленка из фторопласта	30	96
Алюминий: А2, А3	90	26	Пленка ПВХВ230	20	97
АД, АД1	120	27	Лента ПХД-020;	10	98
Резервные коды	—	28	ПХД-30; ПХД-040	—	—
—	—	29	Пленка полиэтиленовая	40	99
—	—	30	Лакоткань	30	100
Сталь: 25	385	31	Резервный код	—	95
30	420	32	Картон	60	101
45	510	33	Бумага обмоточная	40	102
Бронза: БрКМц 3-1	590	34	Войлок	60	103
БрОФ 6,5-0,15	490	35	Резина	10	104
БрОЦ 4-3	490	36	Кожа	50	105
БрБ2	540	37	Бумага асбестовая	50	106
Сплав: Д16А	290	38	Картон асбестовый	70	107
АМг6	230	39	Поропласт	30	111
АМгА	230	40	Слюда, миканит	80	112
АМцА	110	41	Миканит ГМГ; ГМС;	100	113
Лента стальная 40	390	42	КФК; КФА	—	114
Сталь: 50	530	43	Микалес	100	115
Ст3	390	44	Микалента	100	116
Ст4	440	45	Паронит	60	117...119
40	485	46	Резервные коды	—	120
У7, У7А	540	47	—	—	—
У8	540	48	—	—	—

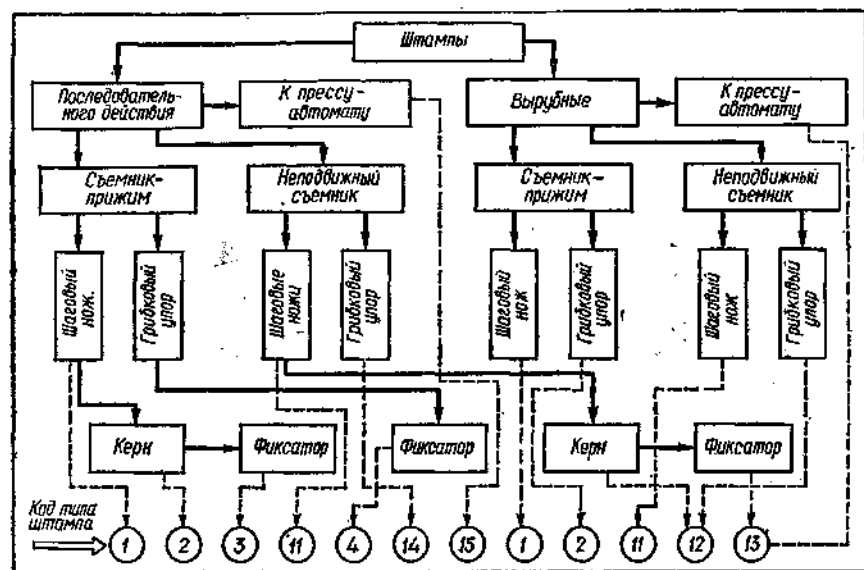


Рис. 49

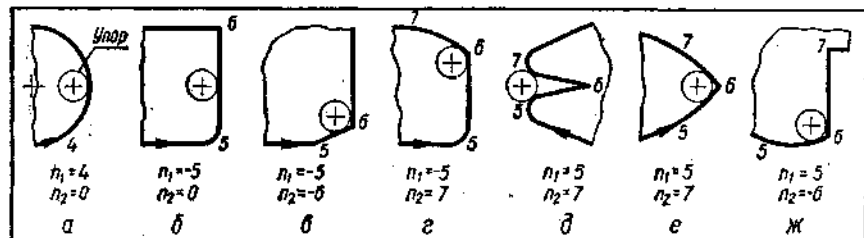


Рис. 50

Сопротивление срезу. Проставляют величину сопротивления материала срезу в мегапаскалях (МПа).

Тип штампа. Заносят код вида штампа, определяемый по схеме (рис. 49).

Ширина полосы. Проставляют в миллиметрах ширину полосы.

Шаг. Проставляют в миллиметрах шаг штамповки.

Количество шагов. Указывают количество ходов пресса, за которое изготавливается деталь.

Упор, элемент 1. Заносят номер первого (по обходу контура) из основных элементов, между которыми располагается упор по шагу или которого касается упор. Когда упор по шагу касается основного элемента, номер этого элемента заносится со знаком «+», в остальных случаях — со знаком «-» (рис. 50). На этом рисунке показаны также варианты базирования упора по шагу: а — на основной элемент контура; б — на прямолинейный участок контура; в — на два прямолинейных участка контура; г — на прямолинейный участок контура и основной элемент; д, е — на два основных элемента; ж — на основной элемент и прямолинейный участок контура.

Упор, элемент 2. Заносят номер второго (по обходу контура) из основных элементов, между которыми располагается упор по шагу или которого касается упор. Если упор касается только одного основного элемента контура, то в эту строку следует заносить 0, а если упор касается второго элемента, то номер его следует проставлять со знаком «+» (рис. 50, г, е).

Масштаб раскроя. В эту графу следует занести масштаб, в котором выполнен чертеж раскроя полосы и в котором необходимо получить чертежи рабочих контуров деталей штампа. Например, если задан масштаб 2,5 : 1, то в графу следует занести 2,5, если 1 : 2, то заносится 0,5, т. е. результат деления первого числа масштаба на второе.

Перемычка боковая. Перемычка по шагу. Перемычка ножевая. Проставляются в миллиметрах размеры перемычек по шагу, боковой, ножевой. При проектировании штампа без шаговых ножей в соответствующую графу заносится 0.

Количество размеров. В эту графу заносят общее количество пронумерованных на чертеже раскроя размеров (кроме справочных).

Тип раскроя. Заносят 0 — для прямого раскроя, 1 — для других раскроев (встречного, шахматного и т. д.).

Код привязки. Заносят признак привязки к центру пакета: 0 — указаний о привязке нет; 1 — совмещение координат центра описанного около рабочей зоны матрицы прямоугольника с центром пакета; 2 — центр пакета совмещается с центром давления; n — в других случаях, при этом $n > 100$ — центр пакета располагается на вспомогательной прямой n , параллельной оси OX ; $0 < n < 100$ — центр пакета совмещается с центром элемента n ; $n < 0$ — центр пакета располагается на вспомогательной прямой n , параллельной оси OY .

Пуансон 1...5. Заносят номера контуров, для которых кодировщик считает необходимым проектирование сквозных пуансонов. При отсутствии указания проставляют 0.

Фиксатор 1; фиксатор 2. Заносят номера внутренних контуров штампуемой детали, на которые будут базироваться фиксаторы. При отсутствии фиксаторов проставляют 0.

Керн 1...5. Заносят номера контуров детали, подлежащие кернению. Возможно сокращенное указание групп контуров, например запись 4—10 означает кернить контуры 4, 5, ..., 10. При отсутствии кернов заносят 0.

Код обозначения материала. Заносят код слова в обозначении материала: 0 — лист; 1 — лента; 2 — полоса.

Установка ножа. Заносят рекомендуемую координату X установки ножа. При отсутствии рекомендаций проставляют 0.

Код станка. Заносят код модели электроэрозионного станка с ЧПУ для обработки деталей штампа: 1 — модель 4531; 2 — модель 4532; 3 — модель 453103; 4 — модель 4532Ф3; 5 — модель УЭП1. При отсутствии указаний проставляют 0.

Отклонения размеров детали. Отклонения межцентровых расстояний. Заносят отклонения на точность размеров, оговоренные в тексте технических условий на чертеже штампуемой детали.

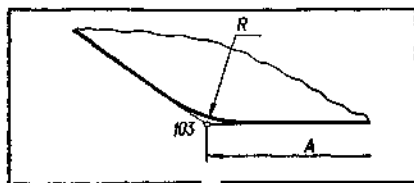


Рис. 51

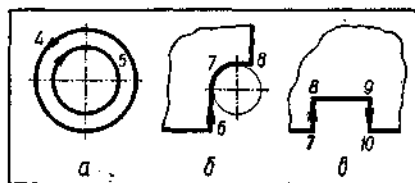


Рис. 52

Обозначение материала (2 графы). Заносят обозначение материала штампуемой детали. Могут быть любые наборы символов.

Таблица размеров ТКCR содержит сведения о размерах детали и предельных отклонениях на них (см. прил. 11, табл. 2). В каждую строку таблицы заносят номинал, верхнее и нижнее отклонения одного размера.

Порядковый номер строки в таблице должен соответствовать номеру размера на чертеже. В первую очередь записываются размеры, пронумерованные на чертеже детали.

Угловые размеры записывают в градусах, причем минуты следует писать через точку. Например, $5^{\circ}32'$ заносят как 5.32.

При записи в табл. ТКCR размеров, аналогичных размерам 4 и 8 (см. прил. 11), размер радиуса 8 ($R10$) следует считать справочным.

После пронумерованных на чертеже размеров в табл. ТКCR допускается дописывать размеры, необходимые при составлении следующей табл. TKCV, например, не проставленные на чертеже величины углов, определенные геометрической формой контуров (углы прямоугольника, углы правильных фигур) и т. п. Эти размеры, как и пронумерованные справочные, при автоматическом вычерчивании чертежей деталей штампа проставляться не будут.

Свободные размеры воспринимаются программами проектирования: для отверстий — по $H14$, для валов — по $h14$, для остальных — $IT15$.

Таблица сведений о геометрии детали ТКCV состоит из 11 столбцов (см. прил. 11, табл. 3) и содержит сведения о геометрической форме детали. Для описания формы использованы правила, разработанные в ИТК АН БССР.

Предусмотрено два варианта кодирования детали: 1) по основным правилам; 2) по правилам сокращенного кодирования (метод комбинированного кодирования).

При кодировании по основным правилам каждая строка табл. ТКCV описывает один из элементов контура 11 параметрами и заполняется следующим образом:

Номер элемента. Заносят номер кодируемого элемента согласно чертежу раскроя.

Номер контура. Заносят номер контура, которому принадлежит кодируемый элемент. Если кодируется вспомогательный элемент, касающийся контура детали или составляющий часть его, то проставляется номер соответствующего контура. При кодировании вспомогательного элемента, типа приведенного на рис. 51 элемента 103, также проставляется номер контура. В остальных случаях в графу следует занести 0.

Тип элемента. В эту графу заносят одно из значений, указанных ниже:

Тип кодируемого элемента	Код
Направленная прямая	1
Дуга окружности	2
Точка	3

Для элемента «Дуга окружности» в качестве нормального принято направление против часовой стрелки. Если направление обхода элемента типа «Дуга окружности» на чертеже раскроя не совпадает с нормальным (против движения стрелки), то перед значением «Тип элемента» ставится знак «—». На рис. 52 в ситуациях а, б код типа элементов 5, 7 проставляется «—2», элементов 4, 6, 8 — «2»; в случае в — для элементов 7, 10 проставляется «2», для элементов 8, 9 — «—2». Точки, принадлежащие контуру, считаются основными элементами, т. е. дугами окружности, имеющими радиус «0», и при кодировании в графе «Тип элемента» указывается код 2 с соответствующим знаком.

Диаметр, радиус. Заносят номер размера, являющегося радиусом или диаметром кодируемого элемента. При этом, если размер — радиус, то его номер заносят со знаком «—», для точки или прямой заносят 0.

Следующие семь параметров определяют положение кодируемого элемента относительно двух других основных или вспомогательных элементов контура, выбранных в качестве баз и уже закодированных в предыдущих строках таблицы.

База № 1, база № 2. Заносят номер первого и второго базовых элементов. Чтобы правильно занести эти параметры при кодировании размера между линиями или углового размера (вид связи 20 или 30, см. ниже), необходимо знать направление кодируемого и базового элементов.

Если выносные линии, между которыми проставлен на чертеже размер от базового до кодируемого элемента, направить по обходу контура, то они определяют направление этих элементов. Выносные линии должны касаться кодируемого и базового элементов и проводиться по нормали к размеру, связывающему их (рис. 53, где А, Б, В, Г — допустимые варианты направлений базового и кодируемого элементов; Х — недопустимые варианты (необходима нормализация базы)).

Когда базовый и кодируемый элементы имеют одинаковое направление, производят нормализацию базы (рис. 54, где а, б, в — необходима нормализация базы; г, д, е — база нормализована), т. е. мысленно направление базы меняется на противоположное, и в табл. ТКCV номер базового элемента записывают со знаком «—».

Для базы, связанной с кодируемым элементом угловым размером, нормализация производится тогда, когда ее направление не совпадает с направлением кодируемого элемента. Совпадение направлений определяется поворотом кодируемого элемента на заданный угол до совмещения с базой (рис. 54 в, е).

При кодировании размеров между центрами окружностей, дуг или между точками, размеров от линии (базы) или от центра (базы)

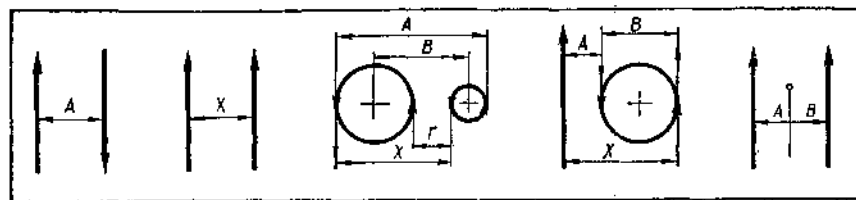


Рис. 53

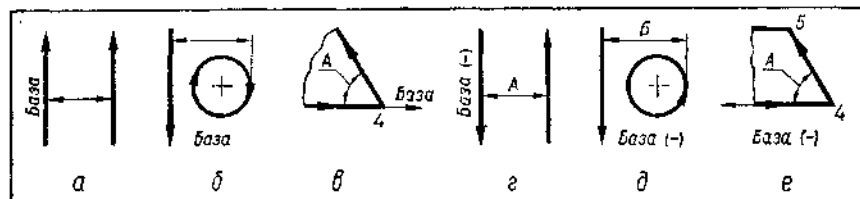


Рис. 54

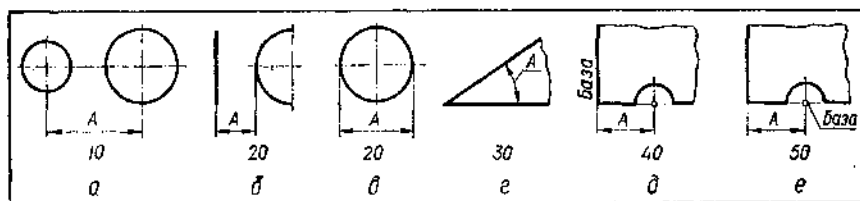


Рис. 55

до линии (виды связи 10, 40 и 50, см. ниже) определять направление кодируемого и базового элементов и производить нормализацию базы не требуется.

Прямые 1 и 2 следует использовать в качестве базовых элементов только для привязки начальных элементов первого контура. Если элемент описывается по основным правилам кодирования, то и элементы, являющиеся базами для него, должны быть описаны по тем же правилам.

Вид связи. В эту графу заносится код, характеризующий размерную связь между базовым и кодируемым элементами [рис. 55, где а — между центрами окружностей; б, в — между линиями; г — угловой размер; д — от линии (базы) до центра; е — от центра (базы) до линии]:

Вид связи	Код
Размер между центрами окружностей, дуг, между точками	10
Размер между линиями	20
Угловой размер	30
Размер от линии (базы) до центра	40
Размер от центра (базы) до линии	50

При кодировании размерных связей точек, принадлежащих контуру и являющихся основными элементами — дугами окружности с радиусом 0, считать, что размер проставлен до линии, а не до центра такой дуги окружности и соответственно определять код вида связи 20, 40 или 50 (например, рис. 55, д, е).

Если размер проставлен между симметричными элементами, причем в качестве базового элемента используется ось симметрии, то вводится код на единицу больше кодов, указанных выше. Примеры такой размерной связи показаны на рис. 56, где а, д — вариант проставки размера от линии (базы) до центра; б — между центрами; в — между линиями; г — угловой размер; е — от центра (базы) до линии.

Номер размера. Проставляют номер размера, связывающего кодируемый элемент с базовым. На рис. 57 показана простановка знака номера размера: а, б — между линиями; в, г — между линиями и центрами элементов; д, е — углового размера. Номер размера может быть положительным или отрицательным. Знак перед номером линейного размера определяют по правилам:

1. Расстояние считается положительным, если размер проставлен между центрами двух элементов.

2. Если размерная линия проставлена влево (вправо) от выносной линии базового элемента (направление взгляда наблюдателя совпадает с направлением базы), то расстояние между элементами считается положительным (отрицательным).

3. Если размер проставлен между лежащими слева (справа) от линии центром (базового или кодируемого элемента) и линией, то расстояние считается положительным (отрицательным).

4. При нормализации базы знак номера размера определять по отношению к нормализованной базе.

Угловой размер считается положительным, если угол отсчитывается от базовой прямой в направлении, обратном движению часовой стрелки.

При определении знака базы и размера для случаев, подобных изображенным на рис. 58, где а, б, в, г — варианты с нормализацией базы; д, е — без нормализации, наклонный участок контура условно поворачиваем вокруг точки пересечения выносной линии с контуром детали на острый угол до совпадения с выносной линией. Описание некоторых часто встречающихся при кодировании ситуаций (рис. 59) рекомендуется производить следующим образом:

а) сопряжение прямой линии и дуги окружности (рис. 59, а) или двух дуг окружностей (рис. 59, б) (N6 — номер базового элемента):

База	Вид связи	№ разм. от базы
—N6	20	0

б) два элемента дуги окружности, имеющие общий центр (рис. 59, в). Достаточно указать, что расстояние между центрами этих элементов равно нулю:

База № 1	Вид связи	№ разм. от базы № 1	База № 2	Вид связи	№ разм. от базы № 2
N6	10	0	0	0	0

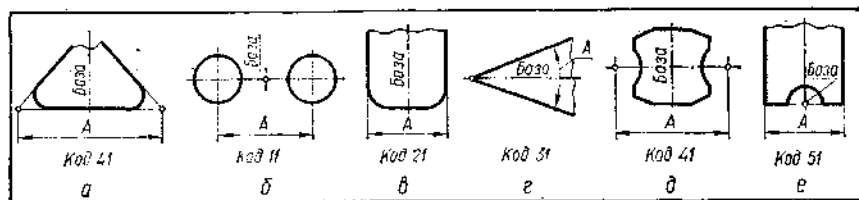


Рис. 56

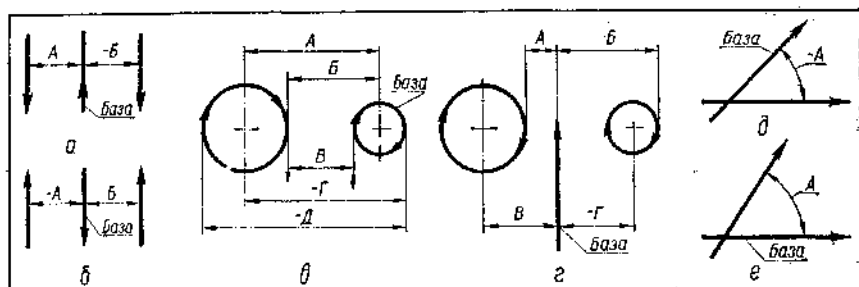


Рис. 57

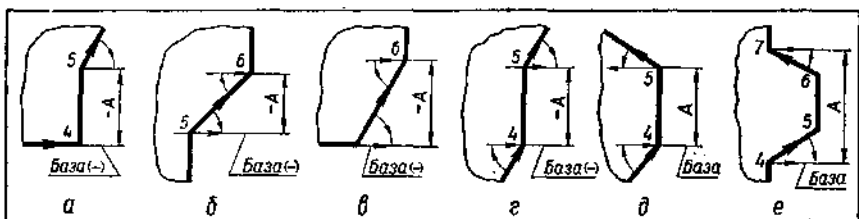


Рис. 58

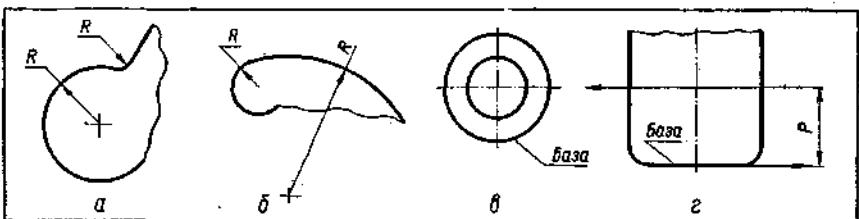


Рис. 59

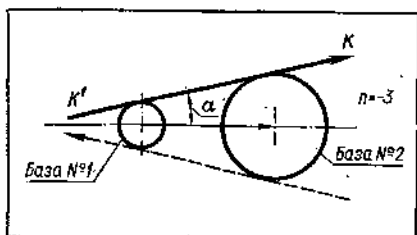


Рис. 60

в) две параллельные прямые (рис. 59, г). Достаточно заполнить зону записи сведений о размерной связи с первой базой:

База № 1	Вид связи	№ разм. от базы № 1	База № 2	Вид связи	№ разм. от базы № 2
$\pm N6$	20	$\pm P$	0	0	0

«Признак». Заносится для устранения неоднозначности кодирования. Он необходим, когда только один из трех элементов (кодируемый элемент, база № 1, база № 2) является направленной прямой, либо все упомянутые элементы — дуги окружности или точки.

Признак n может принимать значение «+3» («-3»), если центр строящегося элемента лежит слева (справа) от линии, проходящей через центры двух баз и направленной от центра базы № 1 к центру базы № 2 (рис. 60). Принято считать, что центр направленной прямой лежит слева от нее на бесконечно удаленном расстоянии.

На рис. 61 в случаях а, в центр кодируемого элемента лежит справа от прямой, соединяющей центры баз № 1 и № 2, в случае б — слева.

Метод комбинированного кодирования заключается в использовании при кодировании плоских машиностроительных деталей (кроме основных правил) правил сокращенного кодирования. Особенно эффективно использование этого метода при описании деталей сложной формы, контур которых состоит из большого количества элементов. Характерные детали этого класса изображены на рис. 62. Как правило, именно таким деталям наиболее часто свойственны симметрия и конгруэнтность (совпадение по форме и размерам) составляющих геометрических объектов. Под геометрическими объектами здесь понимаются: отдельный элемент контура, отрезок контура, замкнутый контур.

Благодаря симметрии и конгруэнтности геометрические объекты контура, называемые производными, могут быть описаны как образы других объектов этого контура — главных — и получены при некотором ортогональном преобразовании плоскости.

Все объекты детали могут быть разделены на главные, производные и нейтральные (не участвующие в преобразованиях). Элементы главных и нейтральных объектов описывают с использованием основных правил кодирования, элементы производных объектов — по правилам сокращенного кодирования.

При описании производных геометрических объектов используют процедуры:

а) симметрия (S) позволяет описать производный геометрический объект, расположенный симметрично базовому относительно опорной прямой n (рис. 63);

б) поворот (R) позволяет описать производный геометрический объект, полученный поворотом базового относительно центра опорного элемента n на угол SM против (по) часовой стрелке (рис. 64);

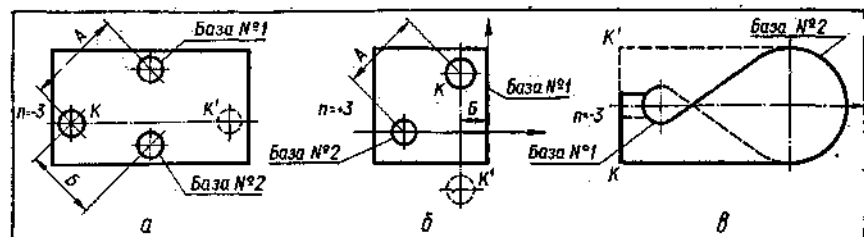


Рис. 61

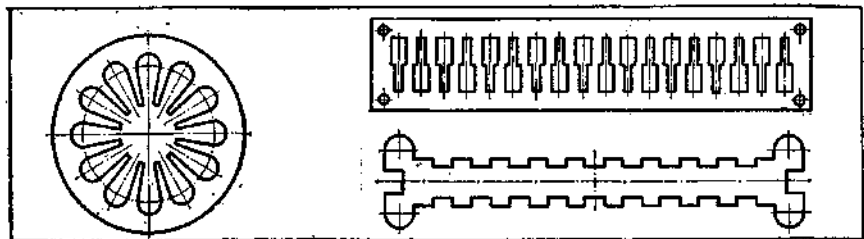


Рис. 62

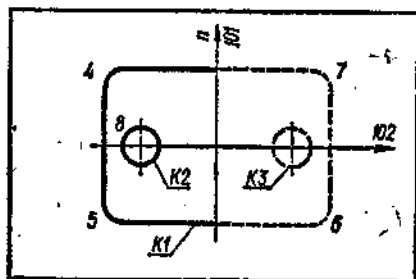


Рис. 63

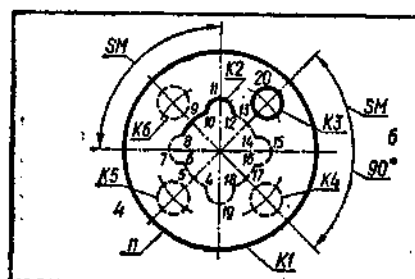


Рис. 64

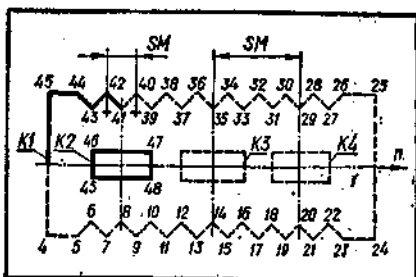


Рис. 65

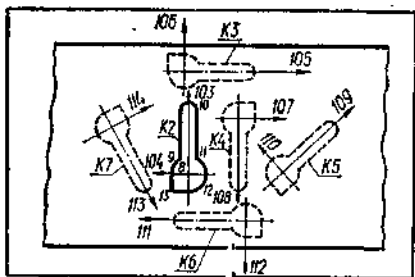


Рис. 66

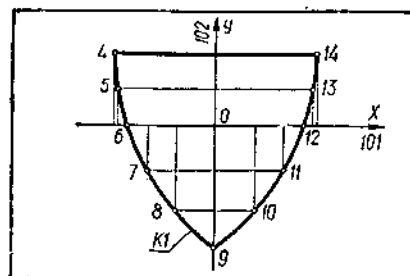


Рис. 67

Таблица 57. Код процедуры

Наименование процедуры	Характеристика геометрического объекта	
	элемент или отрезка контура	отдельного контура
Симметрия	8	—8
Поворот	9	—9
Перенос	10	—10
Конгруэнция	11	—11
Криволинейный контур	12	—12

в) перенос P позволяет описать производный объект, полученный перемещением базового на величину SM вдоль опорной прямой l (рис. 65);

г) конгруэнция позволяет описать положение любого производного геометрического объекта; конгруэнтного базовому и полученного в общем случае в результате последовательного выполнения преобразований S , R , P (рис. 66);

д) криволинейный контур позволяет описать положение криволинейного участка контура, заданного в системе координат XOY координатами своих узловых точек. Оси OX и OY должны быть предварительно описаны как вспомогательные элементы (рис. 67).

Каждой процедуре присвоен код, значения которого приведены в табл. 57.

Процедуры «симметрия, поворот и перенос» названы основными, остальные — вспомогательными.

Описания процедур размещают в строках табл. ТКCV. Описание каждой основной процедуры состоит из заголовка и списка соответствий. Заголовок описания размещают в столбцах 1, 2 и 3 и имеет вид: n , N , K , где n — номер опорного элемента; N (при $K > 0$) — номер контура, которому принадлежат производные элементы, указанные в списке соответствий; N (при $K < 0$) — количество элементов контура, описанного в списке соответствий в качестве производного геометрического объекта; K — код процедуры.

В столбцах 4...11 указывают соотношения между производными и базовыми объектами. Список соответствий может содержать:

- 1) соответствия между отдельными элементами (первая группа);
- 2) соответствия между группами элементов, образующими участки контура (вторая группа);
- 3) соответствия между замкнутыми контурами (третья группа).

Соответствие первой группы — это пара номеров элементов: $n_{пр}$, $n_{баз}$.

Первым в паре записывается номер производного элемента, вторым — номер базового. Например, сведения о приведенном на рис. 63 элементе 6, симметричном ранее закодированному (базовому) элементу 5 относительно прямой 101, записываются в табл. ТКCV (начиная с первого столбца) в таком порядке: 101, 1, 8, 6, 5.

Соответствие второй группы записывается в виде двух пар чисел: $n_{пр}, n_{пр}; n_{баз}, n_{баз}$.

Первая из них — номера $n_{пр}, n_{пр}$ граничных элементов участка контура производного объекта; вторая пара — соответствующие им номера $n_{баз}, n_{баз}$ граничных элементов базового геометрического объекта. Второй номер в каждой паре указывается со знаком «—». Порядок записи номера граничных элементов соответствия произвольный. Предполагается, что $n_{пр}$ — элемент, производный от элемента $n_{баз}$. Например, участок 1 от элемента 7 до элемента 6 (рис. 63) симметричен относительно прямой 101 базовому геометрическому объекту — участку этого контура от элемента 4 до элемента 5. В табл. ТКCV записывают: 101, 1, 8, 7, —6, 4, —5.

При составлении соответствий второй группы участки контура, ограниченные элементами $n_{пр}...n_{пр}$ или $n_{баз}...n_{баз}$, не должны содержать крайние элементы данного контура (рис. 63, элементы 4 и 7) одновременно.

Соответствие третьей группы — это пара чисел номеров замкнутых контуров, производного и базового: $N_{пр}, N_{баз}$. Например, при кодировании контура 3 (рис. 63), симметричного относительно прямой 101 контуру 2, в табл. ТКCV записывают: 101, 1, —8, 3, 2.

В списке соответствий, относящихся к одному и тому же заголовку, разрешается одновременно указывать соответствия первой и второй групп. Соответствия третьей группы требуют указания отдельного заголовка, что вытекает из правил его формирования.

Если все соответствия, относящиеся к данному заголовку процедуры, нельзя разместить в одной строке, необходимо повторить заголовков в следующей строке и продолжить запись соответствий. При этом для соответствий второй группы при необходимости допускается вариант разбивки на две части, т. е. вторая пара чисел может быть перенесена во вторую строку. Конец списка соответствий, размещенных в данной строке, определяется концом строки (заполнен последний 11 столбец) или прерыванием записи.

При описании процедур, для которых необходимо указать величину углового (поворот) или линейного (перенос) перемещения SM ; последнее вместе с указателем перемещения числом 10^4 располагается в списке перед теми соответствиями, к которым оно относится. Величина SM — это номер размера из табл. ТКCR, который следует указывать как положительный (отрицательный), если для построения производного элемента необходим поворот против (по) часовой стрелки или перемещение, совпадающее (не совпадающее) по направлению с опорной прямой n . Например, о том, что участок контура 2 от элемента 8 до элемента 5 (рис. 64) получен поворотом против часовой стрелки на угол 90° (размер 6) относительно центра элемента 4 — базового геометрического объекта — участка этого контура от элемента 12 до элемента 9, следует записать: 4, 1, 9, 10000, 6, 8, —5, 12, —9.

Если величина перемещения для группы соответствий одна и та же, то повторять запись $10^4, SM$ перед каждым из них не рекомендуется. Размещенная перед любым соответствием группы, она будет

определять величину перемещения, пока не встретится следующее указание о новой величине перемещения.

Описание процедуры «Конгруэнтция» производится по следующим правилам: в первом столбце указывается номер контура $N_{пр}$ описываемого производного объекта; во втором столбце — номер контура $N_{баз}$ базового объекта; код процедуры K указывается в третьем столбце; в столбцах 4...7 записываются соответствия, установленные между парой привязочных элементов $n_{пр}, n_{пр}$ производного и парой привязочных элементов $n_{баз}, n_{баз}$ базового объектов:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$N_{пр}$	$N_{баз}$	K	$n_{пр}$	$n_{баз}$	$n_{пр}$	$n_{баз}$	$\mathcal{E}_n$	$\mathcal{E}_k$	$\mathcal{E}_n$	$\mathcal{E}_k$

В качестве привязочных элементов каждой пары могут быть использованы две пересекающиеся прямые или прямая и элемент контура. Например, сведения о контуре 3, конгруэнтном базовому контуру 2 (рис. 66), записываются в табл. ТКCV в таком порядке: 3, 2, —11, 106, 104, 105, 103.

Если для построения производного конгруэнтного объекта (рис. 66, контур 5) необходимо дополнительно использовать преобразование симметрии базового объекта (рис. 66, контур 2) относительно некоторой прямой (переворот), то эта прямая (в рассматриваемом случае прямая 103) должна быть записана в табл. ТКCV в качестве одного из привязочных элементов контура. Номер этой прямой для базового объекта, т. е. $n_{баз}$ или $n_{баз}$, следует указывать со знаком «—»: 5, 2, —11, 110, 104, 109, —103.

В качестве $n_{пр}$ и $n_{баз}$ следует использовать только прямые линии, $n_{пр}$ и $n_{баз}$ могут быть как прямые, так и дуги окружности. Знаки перед элементами привязочными, за исключением случая переворота, должны быть положительными.

При описании геометрического объекта участка контура в столбцах 8...11 указывают номер граничных элементов этого участка ($\mathcal{E}_n$; $\mathcal{E}_k$) — граничные элементы производного объекта; $\mathcal{E}_n, \mathcal{E}_k$ — граничные элементы базового объекта). Если описываемый объект — замкнутый контур, то столбцы 8...11 не следует заполнять.

При описании процедуры «Криволинейный контур» следует учитывать, что каждая узловая точка, заданная на криволинейном участке контура, рассматривается как его отдельный элемент и нумеруется на общих основаниях (рис. 67).

Сведения о координатной кривой записываются в табл. ТКCV:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
n	N	K	N_y	N_x	X_1	Y_1	X_2	Y_2	X_3	Y_3
n	N	K	X_4	Y_4	...	...	X_n	Y_n	10^4	—

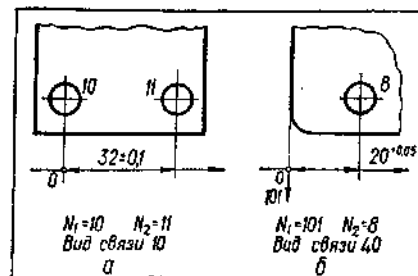


Рис. 68

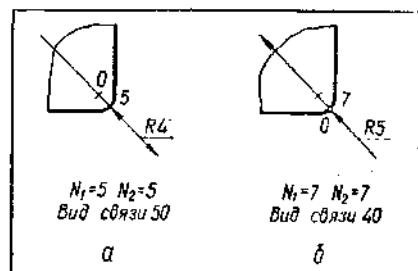


Рис. 69

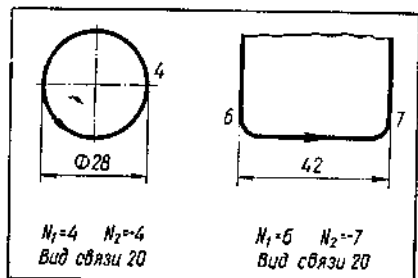


Рис. 70

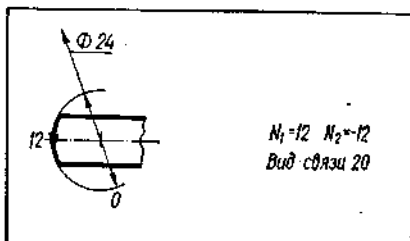


Рис. 71

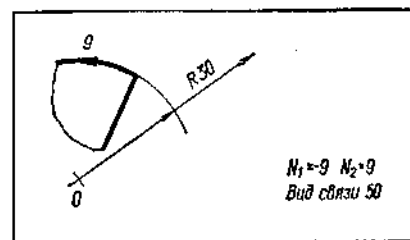


Рис. 72

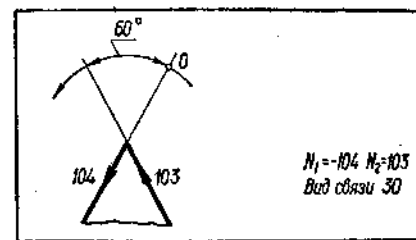


Рис. 73

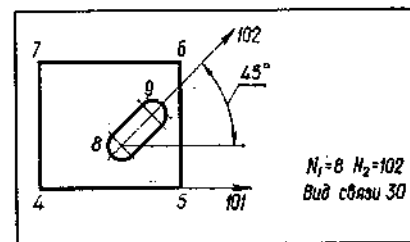


Рис. 74

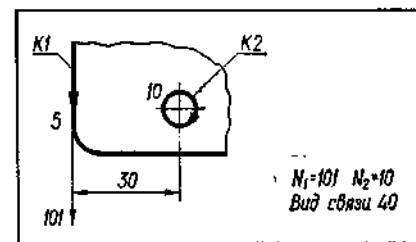


Рис. 75

n — номер первого (в соответствии с обходом контура) элемента криволинейного участка контура; N — номер контура, к которому относится криволинейный участок; K — код процедуры; N_y, N_x — номера осей OY и OX частной системы координат, в которой заданы координаты X, Y узловых точек криволинейного участка контура; $X_1, Y_1 \dots X_n, Y_n$ — координаты элемента.

Если запись координат о криволинейном участке необходимо продолжить в следующей строке, то значения n, N, K повторяются и запись координат продолжается (начиная с четвертого столбца). Границей записи является конец строки или число 10^4 .

Возможно кодирование исходной и начальной точек для обработки рабочего контура деталей пакета штампа на станках с ЧПУ. В исходной точке засверливается отверстие для ввода проволоки при электроэрозионной обработке. Начальная точка лежит на обрабатываемом контуре, всегда совпадает с концом дуги окружности основного элемента контура (в частном случае при дуге окружности с радиусом, равным нулю, совпадает с центром элемента) и указывает начало реза контура. Траектория от исходной точки до начальной не должна пересекать контур.

Кодированные сведения о исходной и начальной точках записывают в конце табл. ТКSV после кодирования всех контуров штампуемой детали. Исходная точка кодируется как вспомогательный элемент окружности с номером элемента $900 + N$, где N — номер контура, и диаметром d . Начальная точка кодируется как вспомогательный элемент точки с номером элемента $930 + n$, где n — номер основ-

ного элемента, на котором эта точка лежит. Если для кодирования точек имеющихся на чертеже размеров недостаточно, то можно ввести дополнительные размеры, записав их в конце табл. ТКCR. Аналогичным образом в табл. ТКCR записывается и диаметр вспомогательной окружности d , кодируемой в исходной точке.

При отсутствии кодированных сведений о исходной и начальной точках последние выбираются автоматически в программе подготовки данных для обработки деталей штампа на станках с ЧПУ. Обязательно точки кодируются в случаях контура с одним из габаритных размеров меньше 2 мм или контура, у которого нет ни одного элемента с радиусом, равным нулю или больше 2 мм.

Таблица сведений о размерной сетке чертежа детали ТКCD. Кодированные сведения о размерной сетке чертежа раскроя записывают в таблицу «Д» (см. прил. 11, табл. 4), состоящую из 12 столбцов. Каждая строка таблицы содержит полную информацию о положении одного из размеров на чертеже раскроя детали. Кодирование производят в порядке возрастания номеров размеров. Порядковый номер строки в табл. ТКCD должен соответствовать номеру размера на чертеже.

Нормер первого элемента и номер второго элемента. Указываются номера первого и второго элементов, связанные кодируемым размером. Номера элементов записываются так, чтобы направление от элемента N_1 к элементу N_2 совпадало с направлением размерной линии, имеющей условное направление, которое совпадает с направлением написания на ней размерного числа.

При использовании полки для простановки размерного числа направление размерной линии выбирается произвольно, причем начало

размерной линии находится в точке пересечения с выносной линией первого элемента (рис. 68, где a — вариант простановки размера между центрами элементов, b — то же между прямой и центром элемента). При указании размера радиуса дуги окружности начало размерной линии лежит в центре дуги (рис. 69, a) либо на дуге (рис. 69, b). Элементы N_1 и N_2 могут иметь знаки «+» или «-». Если размер проставлен до выносной линии, касающейся записываемого в качестве N_1 или N_2 элемента контура дуги окружности, и направление выноса не совпадает с направлением обхода контура (рис. 70), то записывается знак «-».

Знак «+» или «-» присваивается номеру элемента также при простановке размеров диаметра или радиуса до выносной линии типа «дуга». Если направление выноса совпадает с направлением обхода контура, то номер элемента заносится в табл. ТКCD со знаком «+», в случае несовпадения — со знаком «-» (рис. 71). При кодировании радиуса учитывается знак только для номера первого элемента (рис. 72).

Заполняя табл. ТКCD для размеров радиуса или диаметра, следует помнить, что N_1 равно N_2 с учетом указанных выше знаков.

Для углового размера N_1 или N_2 записывается со знаком «-», когда направление выноса противоположно направлению вспомогательного элемента, используемого при кодировании этого номера (рис. 73). Угловой размер бывает иногда проставлен между вспомогательным элементом и выносной линией, проведенной из центра основного элемента параллельно какой-нибудь вспомогательной прямой. Тогда в столбцах N_1 или N_2 записывается номер элемента, из центра которого проведена эта линия (рис. 74). Как и при кодировании контура, размер между двумя элементами откладывается по нормали. Поэтому в случае, аналогичном приведенному на рис. 75, в качестве элементов N_1 и N_2 записываются не 5 и 10, а вспомогательная прямая 101 и дуга окружности 10.

Предусмотрена возможность кодирования размеров, симметричных относительно оси. При таком кодировании условно считается, что размер проставлен между каким-либо из симметричных элементов и осью симметрии (или наоборот), которая соответственно записывается в качестве N_1 или N_2 (рис. 76).

Чтобы вычертить оси симметрии на чертеже раскроя детали, необходимо при кодировании размера выбрать элементы N_1 и N_2 , между которыми проставлен этот размер таким образом, чтобы ось симметрии совпадала с наиболее протяженной выносной линией размера и была вычерчена полностью. Например, размер 10 следует кодировать между элементами 4 и 103 (рис. 77), тогда выносная линия вычертится от центра элемента 4 и обозначит ось симметрии.

Если номер одного из элементов N_1 или N_2 , связанных размером, неизвестен, то в чертеж раскроя детали вводится недостающий вспомогательный элемент, а кодированные сведения о нем записываются в последнюю строку табл. ТКCV. Таким образом, по мере необходимости табл. ТКCV дополняется вспомогательными элементами, вводимыми при кодировании размерной сетки.

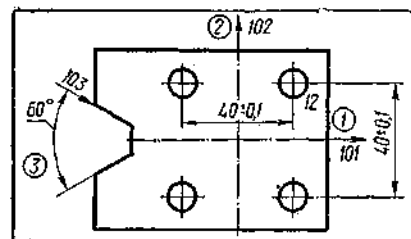


Рис. 76

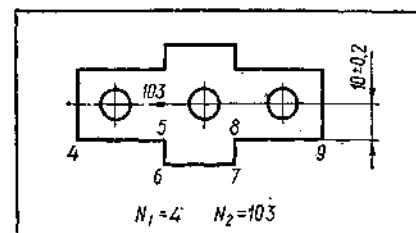


Рис. 77

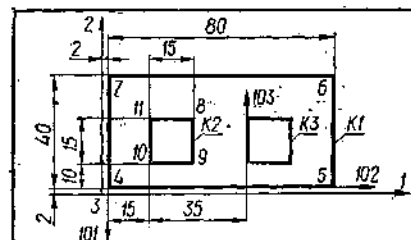


Рис. 78

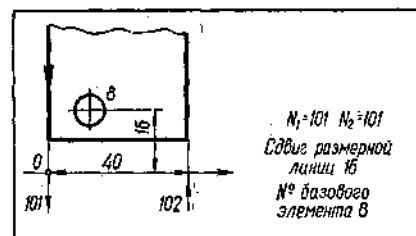


Рис. 79

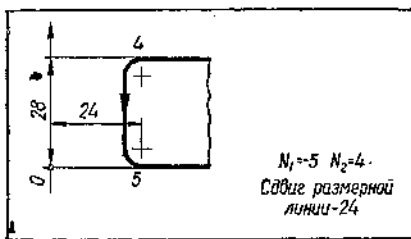


Рис. 80

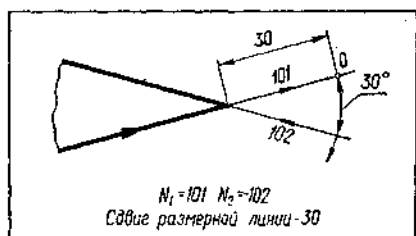


Рис. 81

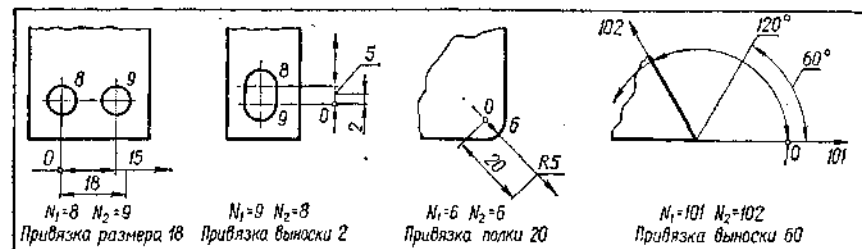


Рис. 82

Таблица 58. Коды вида размерной связи

Способ простановки кодируемого размера по отношению к элементу		Код вида размерной связи
N_1	N_2	
От центра	До центра	10
От линии	До линии	20
Угловой размер		30
От линии	До центра	40
От центра	До линии	50

руемого размера по отношению к элементам N_1 и N_2 один из кодов вида связи согласно табл. 58. Примеры определения вида связи для различных размеров показаны на рис. 68...75.

При кодировании симметричных размеров в первом порядке кода размерной связи ставится единица (11, 21, 31, 41, 51 на рис. 75).

Сдвиг размерной линии. Проставляют для линейных размеров величину расстояния в миллиметрах от размерной линии до центра элемента N_1 или N_2 (рис. 79, 80), для угловых размеров — радиус дуги размерной линии (рис. 81).

В случае линейного размера, проставляемого между двумя вспомогательными прямыми, сдвиг размерной линии определяется относительно центра любого элемента на чертеже раскроя детали, а номер этого элемента заносится в столбец дополнительной ориентации размерной линии как № базового элемента (рис. 79).

Величина сдвига имеет знак «+» («—») для линейных размеров, если центр элемента, относительно которого определяется сдвиг, лежит слева (справа) от направленной размерной линии (рис. 79, 80), и для угловых размеров — «+» («—»), если направление дуги размерной линии обозначено против (по) часовой стрелки (рис. 81).

Привязка. Привязка начала описания индексов на размерной линии, начала выноски или полки. В этой графе строки указывается значение размера (в миллиметрах для линейных размеров и в градусах — для угловых) от начала размерной линии до точки привязки. Значение привязки указывается со знаком «+» («—»), если направление отсчета ее совпадает (не совпадает) с направлением размерной линии (рис. 82).

При кодировании симметричного размера привязка отсчитывается от оси симметрии (вспомогательная прямая 102), если ось записана элементом N_1 (графа «Привязка размера, выноски, полки» при кодировании размера 2 на рис. 76).

Дополнительная ориентация. Номер элемента. Записывают дополнительные сведения о положении линии, необходимые при указании размеров радиуса и диаметра. Частичная ориентация размерной линии требуется также в отдельных случаях простановки линейных и угловых размеров. При кодировании размера радиуса или диаметра записывают номер направленной прямой, относительно которой ориенти-

руется размерная линия со знаком «+», если используется направление этой прямой, заданное на чертеже, и со знаком «—», если используется направление прямой, противоположное заданному (рис. 83, где a — кодирование диаметра, b — кодирование радиуса).

При кодировании произвольного контура без вспомогательных элементов размерная линия диаметра или радиуса ориентируется относительно базы № 1 на чертеже раскроя детали (рис. 84). В случае линейного размера, проставленного между двумя направленными прямыми, в эту графу табл. ТКCD заносится номер элемента, от центра которого отсчитан сдвиг размерной линии. Причем начало выносных линий будет лежать на уровне центра базового элемента, как показано на рис. 85.

Если кодируется угловой размер и выносная линия проведена из центра основного элемента параллельно какой-либо вспомогательной прямой, в качестве базового элемента записывается номер прямой со знаком «+» («—») при условии, что направление выноса совпадает (не совпадает) с направлением вспомогательного элемента (рис. 86).

При кодировании симметричного размера (рис. 76) в графу «Доп. ориентация», «№ элем.» заносится номер вспомогательного элемента, являющегося осью симметрии.

Дополнительная ориентация. Угол. Указывают угол (в градусах) между вспомогательной прямой, записанной в графе «№ базового элемента», и размерной линией радиуса или диаметра. Отсчет угла производят от базовой прямой. Если направление отсчета совпадает (не совпадает) с направлением движения часовой стрелки, то значение угла заносится со знаком «—», «+» (рис. 83...87). На рис. 87 показана дополнительная ориентация размеров: a — диаметра, b — радиуса.

Иногда направление размерной линии, выбранное при кодировании линейного размера между двумя элементами, один из которых является дугой или оба элемента — дуги, не совпадает с направлением вектора $\vec{N_1N_2}$, построенного из центра первого элемента к центру второго (оба элемента — дуги), или (когда прямая и дуга) с направлением вектора $\vec{N_1N_2}$, построенного на перпендикуляре, проведенном из центра дуги к прямой и имеющем направление от первого элемента ко второму. Тогда в эту графу табл. ТКCD записывается число 180 [рис. 88, где N_1 и N_2 — дуги окружности (a); N_1 — направленная прямая, N_2 — дуга окружности (b)].

Выноска. Угол. Указывают ориентацию выноски относительно размерной линии или линейных размеров, а также относительно базы № 1 чертежа детали для угловых размеров. Начало выноски всегда лежит на размерной линии и определяется привязкой. Направление выбирают от начала выноски в сторону полки. Проставляют угол (в градусах) между выносной и размерной линией или базой № 1. Угол следует отсчитывать от размерной линии линейного размера или базы № 1 при кодировании углового размера до выноски. Положительный отсчет — против часовой стрелки, отрицательный — по часовой

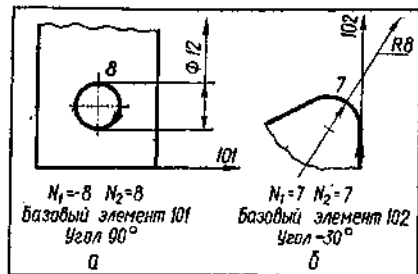


Рис. 83

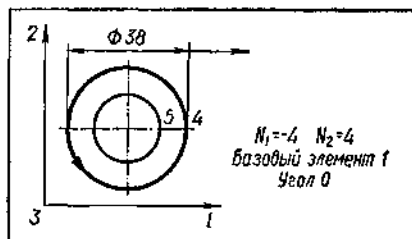


Рис. 84

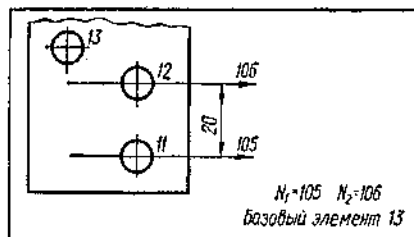


Рис. 85

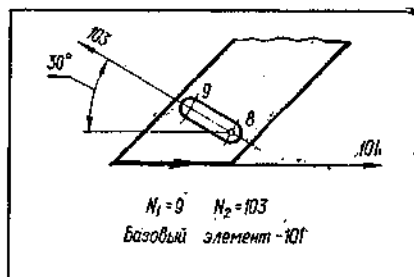


Рис. 86

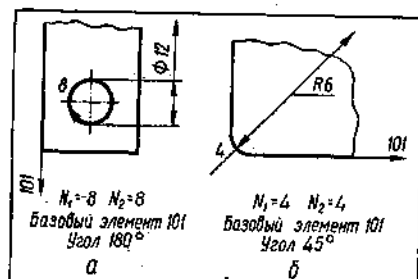


Рис. 87

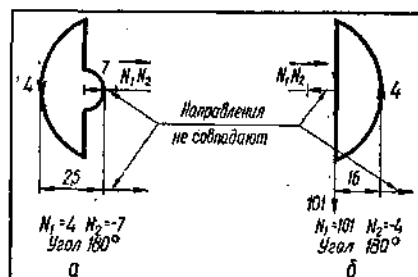


Рис. 88

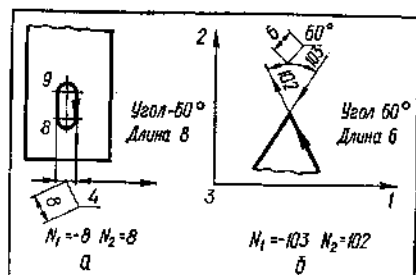


Рис. 89

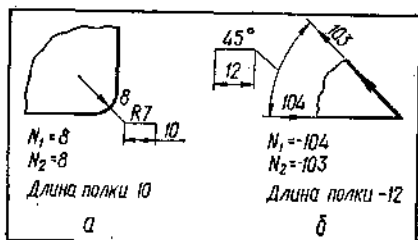


Рис. 90

стрелке (рис. 89), где показано кодирование выноски: *a* — линейного размера, *b* — углового размера.

Выноска. Длина. Проставляют длину выноски в миллиметрах (рис. 89).

Полка. Записывают длину полки в миллиметрах. На чертеже раскроя полка всегда вычерчивается горизонтально. Начало полки лежит на выноске, а при отсутствии таковой — на размерной линии и определяется привязкой. Полка, вычерчиваемая слева направо, имеет положительную длину и записывается со знаком «+», в противном случае — со знаком «-» (рис. 90, где *a* — кодирование размера радиуса, *b* — кодирование углового размера).

Надпись. Тип. Заносят код типа надписи согласно табл. 59. На рис. 91 показано кодирование размера между крайними из равномерно расположенных отверстий (*a*) и размера нескольких отверстий равного диаметра (*b*).

Надпись, количество. Указывают число отверстий, шагов, пазов и т. п. (обозначено в табл. 59 как K_n).

При кодировании привязочных размеров в строки табл. ТКCD, соответствующие этим размерам, записываются нули. Все размеры в табл. ТКCD (сдвиг, привязка, угол и длина выноски, длина полки) указывают с точностью до 1 мм (1 град.).

Контроль правильности подготовки входных данных. После подготовки входных данных следует тщательно проверить правильность заполнения таблиц кодированных сведений: все ли элементы закодированы; выдержана ли последовательность кодирования (элемент, используемый в качестве базового, должен быть предварительно закодирован); во всех ли необходимых случаях определен признак устранения неоднозначности кодирования; правильно ли определены вид размерной связи, знаки базы и размера при заполнении параметров, определяющих положение кодируемого элемента относительно баз.

Таблица 59. Коды надписей

Тип надписи	Обозначение по ЕСКД	Код
Радиус	R	1
Диаметр	$\varnothing$	2
K_n отверстий диаметром	K_n отв. $\varnothing$	3
Длина дуги	$\circ$	4
Звездочка для ссылки на размер	*	5
Размер между крайними из равномерно расположенных элементов с шагом $A = \frac{R(m)}{K_n}$, где $R(m)$ — номинал размера с размером K_n — количество шагов	$K_n \times A = R(m)$	6

Кроме того, синтаксический контроль исходных данных осуществляется в блоке контроля программы проектирования после ввода данных в ЭВМ. Однако это не гарантирует выявление всех ошибок, и в программе предусмотрено контрольное прочерчивание контура и размерной сетки штампуемой детали на чертежно-графическом автомате.

В прил. 11—14 приведено четыре примера подготовки входных данных для автоматизированного проектирования штампов.

24. Результаты автоматизированного проектирования штампов

Результат реализации на ЭВМ комплекса программ проектирования штампов — спецификация деталей штампа и данные для изготовления чертежей его деталей.

Спецификация печатается в виде готового для использования документа (см. прил. 12, табл. 5), выполненного в соответствии с ЕСКД. В разделе «Документация» указываются обозначение и форматы сборочного и технологического (операционного) чертежей. В разделе «Детали» приводятся сведения об оригинальных деталях штампа, на которые изготавливают чертежи. Для каждой из них указываются формат чертежа, номер позиции, обозначение чертежа, наименование детали и количество деталей данной позиции в штампе. В примечаниях приводится кодовый номер бланк-чертежа, если он используется при вычерчивании детали.

В разделе «Стандартные изделия» приводятся сведения о применяемых в штампе стандартных деталях. Чертежи на эти детали при проектировании штампа не изготавливают. Для каждой детали указываются обозначение по ГОСТу и количество.

Комплект чертежей штампа состоит из сборочного чертежа (чертеж общего вида штампа), операционного чертежа штампуемой детали и чертежей нестандартных деталей штампа. Учитывая, что конструкции штампов, проектируемых на ЭВМ, являются типовыми, сборочные чертежи их для сокращения затрат времени и средств на их изготовление целесообразно оформлять в виде групповых (безмасштабных) чертежей (см. прил. 12, рис. 2). Такие групповые чертежи готовят на каждую из базовых конструкций, размножают заранее типографским или иным способом и прикладывают к комплекту чертежей деталей штампа. Изображение рабочих окон на таких чертежах показано условно, т. е. форма и размеры их приняты постоянными для всех штампов данной базовой конструкции. Доработка группового чертежа, выполняемая вручную, сводится к указанию на нем номеров штампуемой детали и штампа, усилия вырубки, типоразмера пакета, закрытой высоты пресса, отдельных технических указаний по изготовлению штампа.

Групповые сборочные чертежи используют на практике и при «ручных» способах проектирования, особенно в некоторых вариантах ускоренного метода проектирования штампов (см. параграф 19).

В инструментальном цехе предприятия слесарь практически всю информацию для изготовления типовых конструкций штампов полу-

чает из чертежей его деталей и спецификации, поэтому такой подход к оформлению сборочных чертежей находит все большее применение на практике. Только при определенных технико-экономических условиях применения САПР, например при наличии высокоскоростных (свыше 20 м/мин) чертежных автоматов, автоматическое изготовление сборочных чертежей штампов может быть экономически оправдано. Пример такого чертежа, изготовленного по программе, разработанной в Рижском политехническом институте сотрудниками кафедры инструментального производства, приведен на рис. 92. Время его вычерчивания на чертежном автомате «Итекан-2М» составляет около 38 мин.

При проектировании штампов с помощью ЭВМ чертежи и его детали можно изготавливать вручную и автоматически.

При ручной подготовке чертежей результаты автоматизированного проектирования штампа печатаются ЭВМ в виде табуляграмм. Данные из табуляграмм переносят на бланк-чертежи. Каждому бланк-чертежу присвоен код. Изображения постоянных элементов детали приведены без соблюдения масштаба (справа сверху, рис. 93), а для вычерчивания специальных или фасонных элементов отведена специальная зона. Такое построение бланк-чертежей позволяет в несколько раз сократить количество типоразмеров бланк-чертежей, приходящихся на одно наименование детали, и этим значительно упростить использование их в производстве. Размеры унифицированных элементов детали, значения которых вычисляются по программе, обозначены на бланк-чертеже буквенно-цифровыми идентификаторами.

По каждой детали спроектированного штампа ЭВМ печатает следующие данные:

- 1) наименование детали и индекс бланк-чертежа;
- 2) сведения спецификационного характера (номер, материал и количество деталей данного наименования в штампе, номер штампа);
- 3) типоразмер и габаритные размеры заготовки детали (для деталей, пакета, изготавливаемых из стандартных заготовок);
- 4) тип, размеры и координаты привязки унифицированных элементов деталей (посадочные участки пуансонов и пуансон-матриц, отверстия и выборки под упоры, отверстия для крепления пуансонов в пуансонодержателе и др.);
- 5) размеры фасонных элементов деталей штампа, повторяющих контур штампуемой детали (рабочие участки пуансонов, матрицы, съемники и др.);
- 6) примечания, касающиеся характера термообработки, способа изготовления детали и пр.

Процесс получения рабочих чертежей штампа сводится к формальному переносу приведенных в табуляграмме результатов проектирования на соответствующие бланк-чертежи.

При автоматическом изготовлении графической документации на штамп результаты проектирования выдаются из ЭВМ в виде перфоленты с программой вычерчивания деталей штампа. Вычерчива-

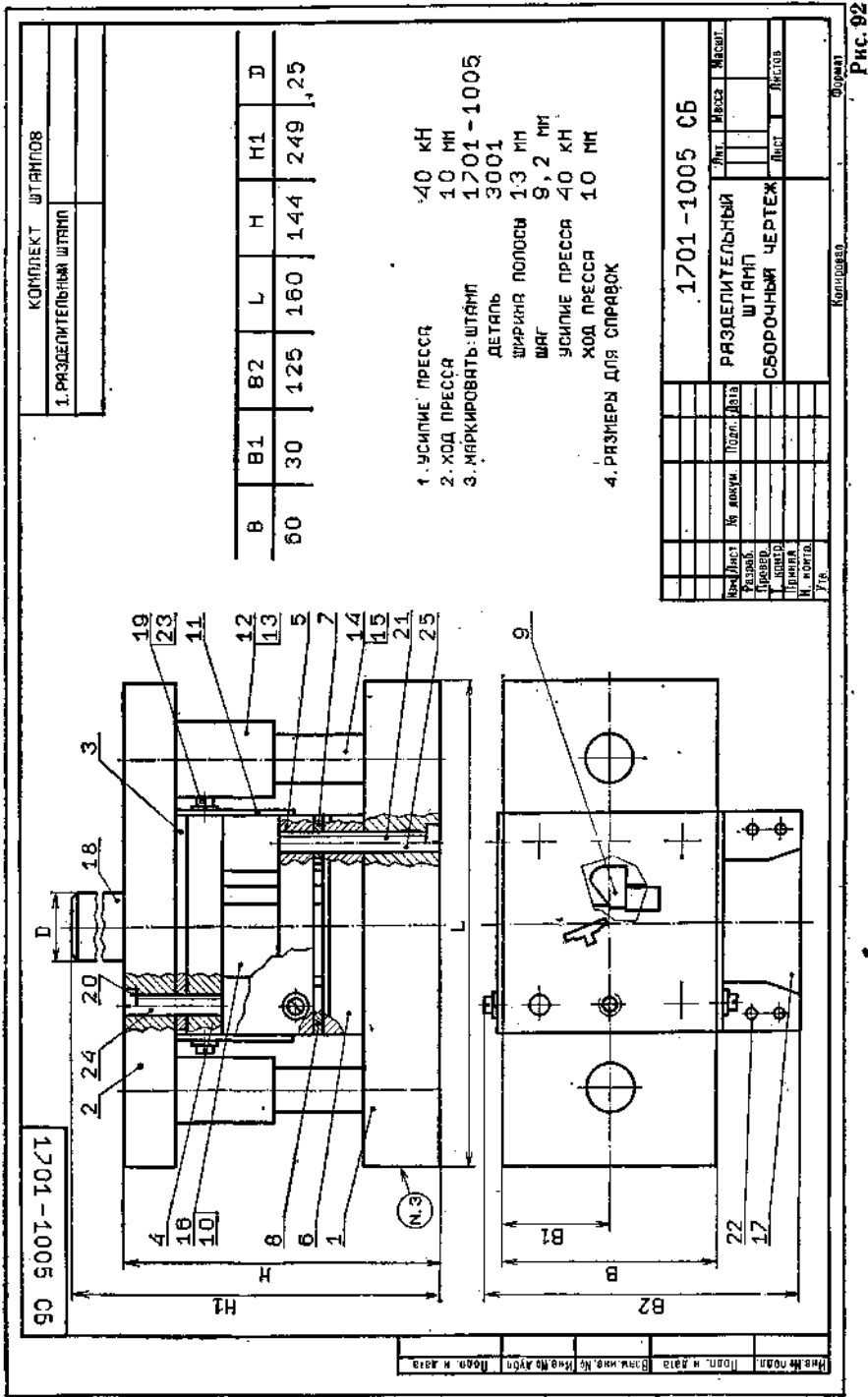
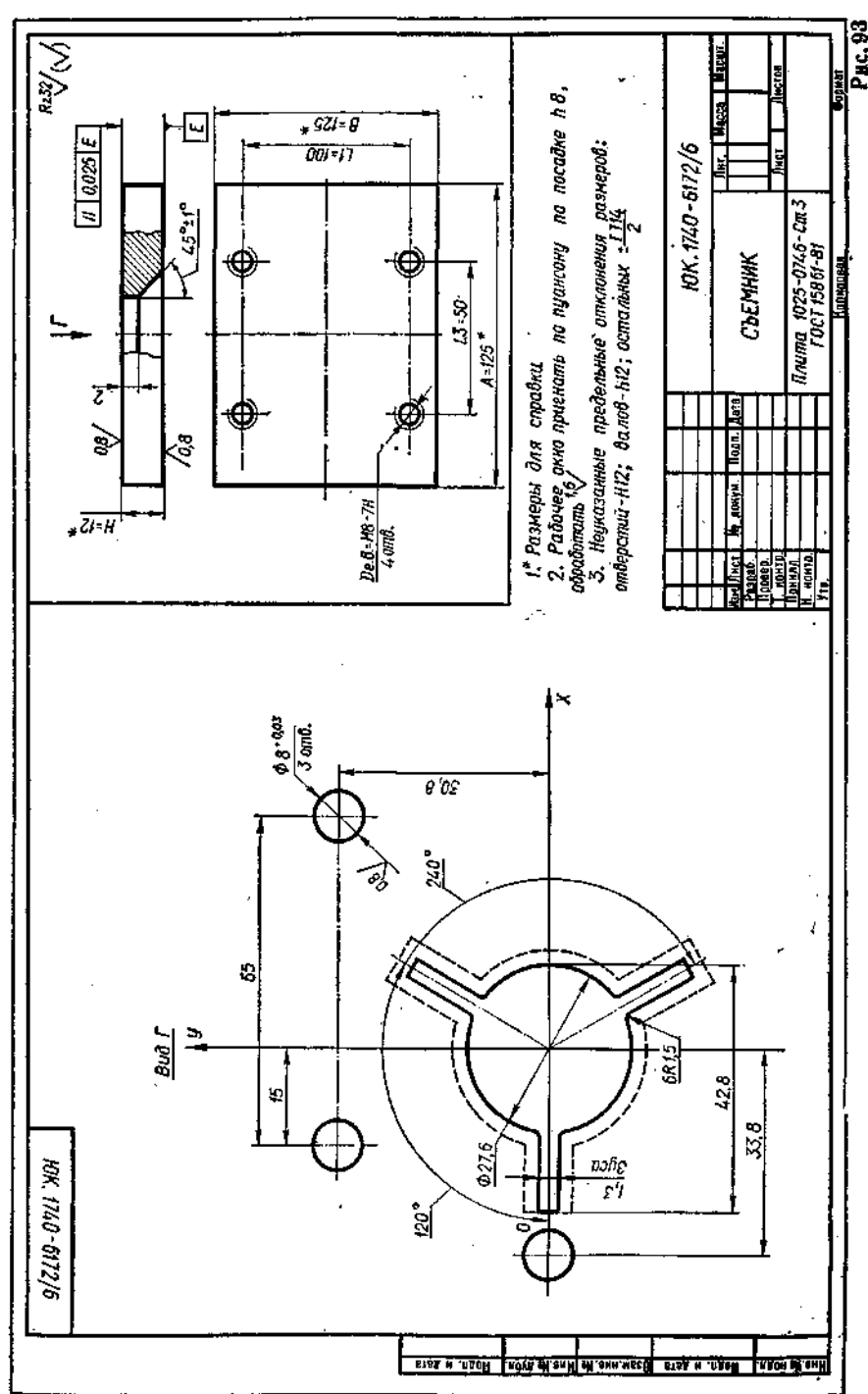


Рис. 92



ние осуществляется на одном из применяемых в настоящее время в промышленности чертежных графических автоматов (ЧГА) — ЕС7051, ЕС7052, ЕС7054, «Итекан-2М», «Итекан-4» и др. ЧГА по конструкции могут быть планшетными и рулонными (барабанными) [11].

Использование планшетных автоматов более предпочтительно, так как в этом случае возможно легко организовать только дочеривание бланк-чертежей, т. е. в 2,5...3 раза сократить общее время изготовления чертежей. При использовании ЧГА барабанного типа приходится вычерчивать чертеж полностью. Большинство планшетных и рулонных ЧГА позволяют вычерчивать чертежи, размеры которых могут достигать формата А1. Скорость вычерчивания у ЧГА указанных выше типов изменяется от 4 до 10 м/мин. При таких скоростях автоматическое вычерчивание чертежа одной детали штампа занимает в среднем от 20 до 40 мин (без использования бланк-чертежей). Вычерчивание производится тушью или черными чернилами на чертежной бумаге или кальке. Пишущие узлы ЧГА содержат обычно 2...4 рапидографа, обеспечивающих вычерчивание линий различной толщины.

Программы для формирования цифр, букв, символов с целью ускорения процесса их вычерчивания в большинстве применяемых автоматов реализованы схемно.

Получаемый автоматически комплект чертежей имеет некоторые отличия по форме и составу от изготовленных обычным способом.

Эти отличия вызваны особенностями чертежно-графического автомата, уровнем математического обеспечения устройств вывода и трудностями машинного синтеза чертежа. Рассмотрим наиболее характерные особенности формы чертежей:

а) увеличение по сравнению с ручным вычерчиванием количества проекций и дополнительных видов с целью создания большего пространства для простановки размеров;

б) специализация дополнительных видов и сечений по функциональным группам размеров, например не просто «Вид по стрелке А» или «Сечение В — В» с указанием размеров всего, что проектируется в данном направлении, а проекции только одного элемента детали с указанием его размеров (фасонный рабочий участок пуансона и т. п.);

в) обозначение дополнительных видов пояснительной надписью, без указания места выносимого изображения на основных видах (например, «рабочий контур», «окно под траверсу» и др.);

г) широкое использование табличной простановки размеров;

д) несколько большие форматы чертежей, чем при ручном вычерчивании, из-за увеличения количества проекций и видов.

Автоматическое изготовление рабочих чертежей может быть предусмотрено для всех деталей штампа, за исключением полностью стандартных.

Автоматически могут быть изготовлены чертежи всех типовых деталей штампа. Например, для последовательного штампа с неподвижным съемником и грибовым упором (тип 14) автоматически вычерчиваются: матрица, пуансоны, съемник, пуансонодержатель, на-

правляющие планки и дополнение к групповому сборочному чертежу, где приводятся операционный чертеж штампуемой детали, схема раскроя полосы, таблица с данными о размерах отверстий под хвостовик в верхней плите штампа, закрытой высоте штампа, расстоянии между направляющими планками. В прил. 12, рис. 3, 4, 5, 6, приведено несколько чертежей, полученных в результате проектирования на ЭВМ штампа для детали «кронштейн» (прил. 12, рис. 1). Размеры крепежных отверстий на чертежах матрицы, пуансонодержателя и других деталей пакета не приводятся, так как в данном случае они оговорены стандартом предприятия на заготовки этих деталей.

Приложение 1

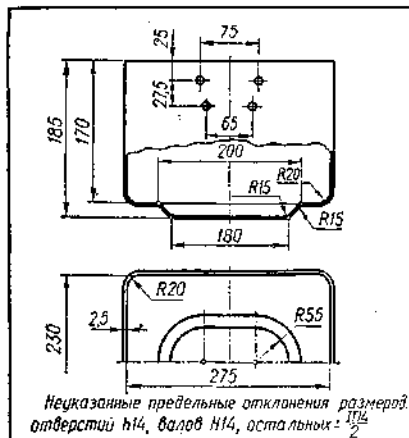


Рис. 1

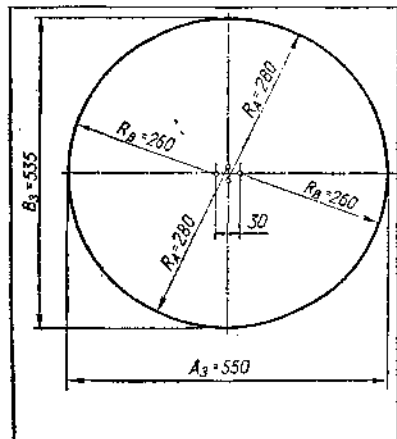


Рис. 3

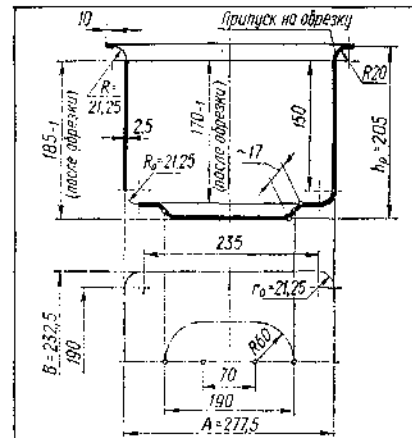


Рис. 2

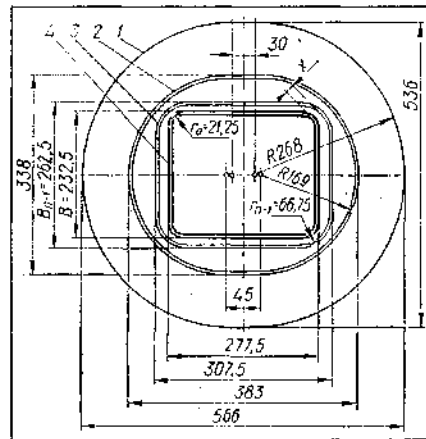


Рис. 4

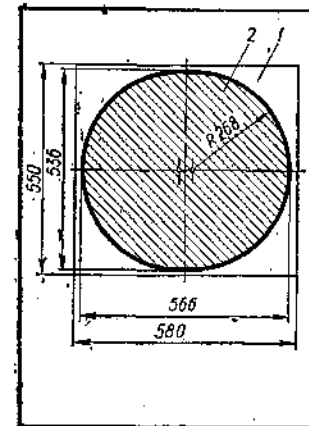


Рис. 5

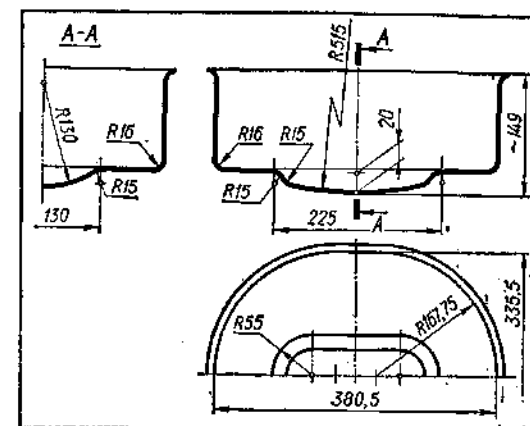


Рис. 6

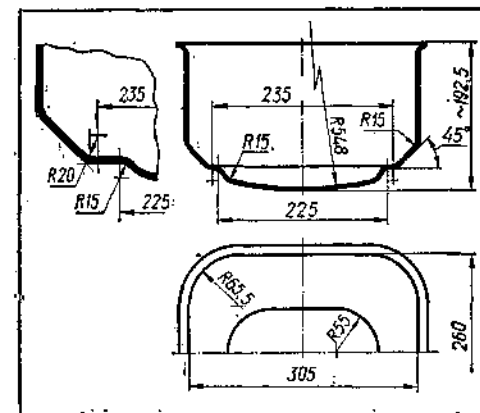


Рис. 7

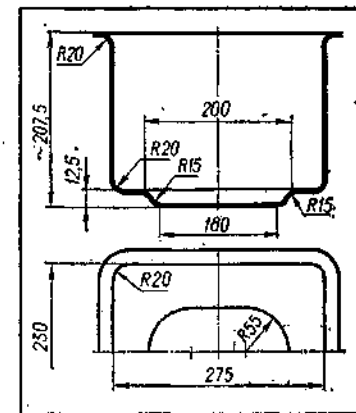


Рис. 8

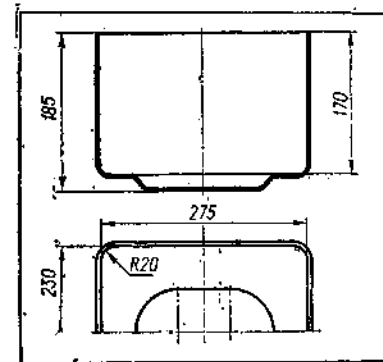


Рис. 9

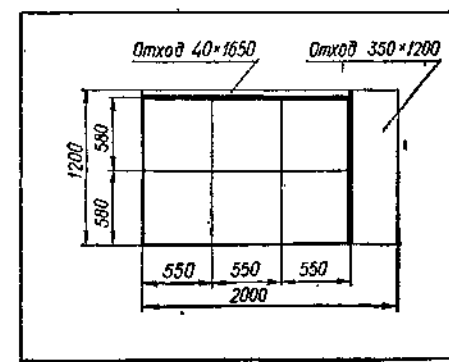
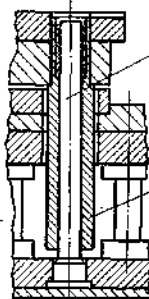
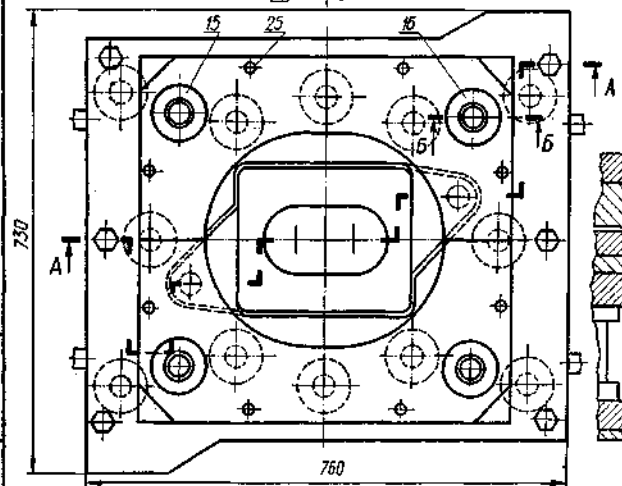
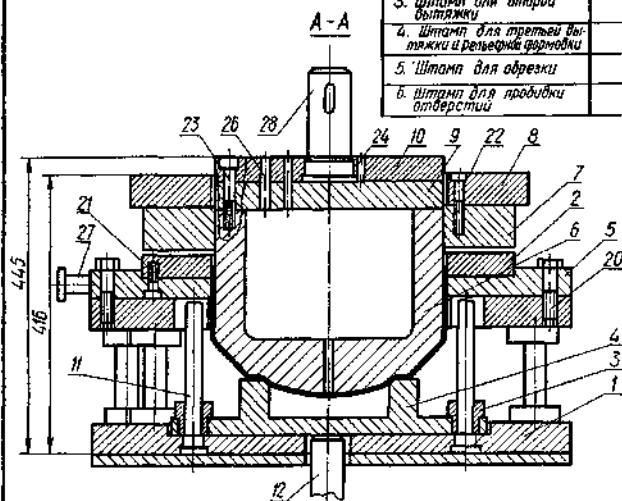


Рис. 10

Комплект штампов

1. Штампа для обрезки газонной	0000.0001
2. Штампа для первой дылажки	0000.0002
3. Штампа для второй дылажки	0000.0003
4. Штампа для третьей дылажки и рельефной дорожки	0000.0004
5. Штампа для обрезки	0000.0005
6. Штампа для продублики отпечатков	0000.0006



Технические требования:

1. Маркировать 0000.0002
2. Штамп установить на пресс КА5530 усилием 1000/600 кН
3. Ход 420 мм
4. Потребное усилие на внутреннем ползуне 150 кН

5. Остальные технические требования по
ГОСТ 22472-77

[illegible]

Колиторовал

Формат

Рис.11

[illegible]

Код	Обозначение	Наименование	Мат.	Примечание
0000.0003.05	Сборочный чертёж	Документация		
0000.0002.000.05	Сборочные детали	Описание		
0000.0002.000.05	Матрица секционная	Детали		
0000.0002.001	Втулка	Втулка	2	
0000.0002.002	Выталкиватель	Выталкиватель	1	
0000.0002.003	Обойма	Обойма	1	
0000.0002.004	Поршень	Поршень	1	
0000.0002.005	Пакетин	Пакетин	1	
0000.0002.006	Основание прижима	Основание прижима	1	
0000.0002.007	Пластика	Пластика	1	
0000.0002.008	Пластика верхняя	Пластика верхняя	1	
0000.0002.009	Колпачок	Колпачок	2	
0000.0002.010	Тампона	Тампона	1	
0000.0002.011	Втулка направляющая	Втулка направляющая	2	
0000.0002.012	Втулка направляющая	Втулка направляющая	2	
0000.0002.013	Колпачок направляющая	Колпачок направляющая	2	
0000.0002.014	Колпачок направляющая	Колпачок направляющая	2	

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого: 10 шт.

Итого

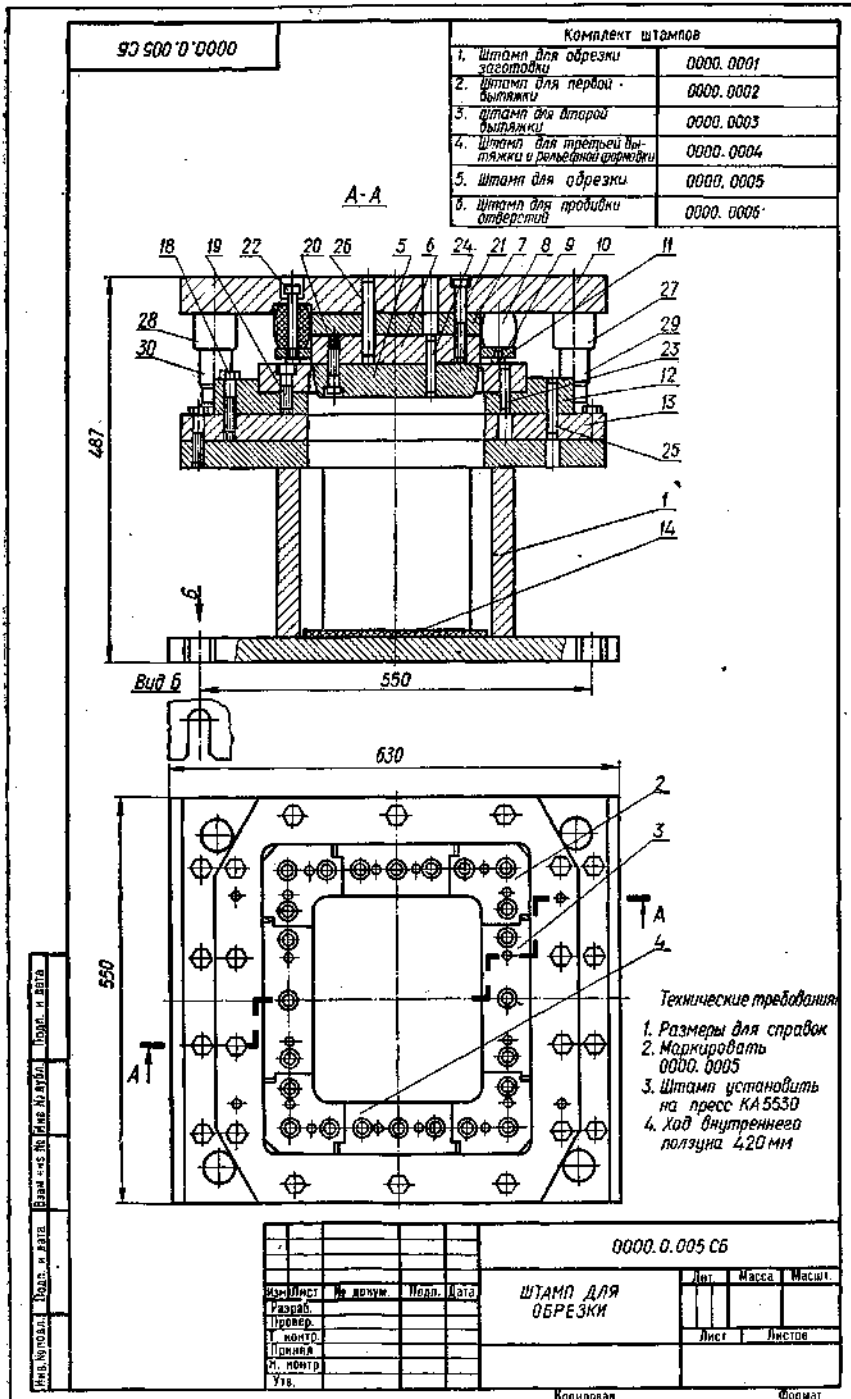


Рис.15

Наименование	Обозначение	Примечание
Документация		
Сборочный чертеж	0000.0005 С6	
Сборочные единицы		
Подставка	1 0000.0005.0001 С6	
Детали		
Секция матрицы	2 0000.0005.001	
Секция матрицы	3 0000.0005.002	
Секция матрицы	4 0000.0005.003	
Лодыжка	5 0000.0005.004	
Пруток	6 0000.0005.005	
Пластина	7 0000.0005.006	
Амортизатор	8 0000.0005.007	
Съемник	9 0000.0005.008	
Плита верхняя	10 0000.0005.009	
Шар	11 0000.0005.010	
Обойма	12 0000.0005.011	
Пластина нижняя	13 0000.0005.012	
Подкладка	14 0000.0005.013	

0000.0005

ШТАМП ДЛЯ ОБРЕЗКИ

Копировать

Формат

Наименование	Обозначение	Примечание
Стандартные изделия		
Болт М12-70	ГОСТ 7798-70	22
Винт ГОСТ 18786-80	М12-45-6.05	6
М12-50-6.05	М12-50-6.05	24
М12-80-6.05	М12-80-6.05	8
Винт 1002-0478	ГОСТ 18786-80	12
Штифт ГОСТ 3128-70	10 т6 х 60	16
10 т6 х 70	10 т6 х 70	2
12 т6 х 70	12 т6 х 70	16
12 т6 х 80	12 т6 х 80	2
Втулка ГОСТ 13121-81	1032-1006-20	2
1032-1117-20	1032-1117-20	2
Колодка ГОСТ 1349-75	1030-1261-20-28	2
1030-1250-20-26	1030-1250-20-26	2

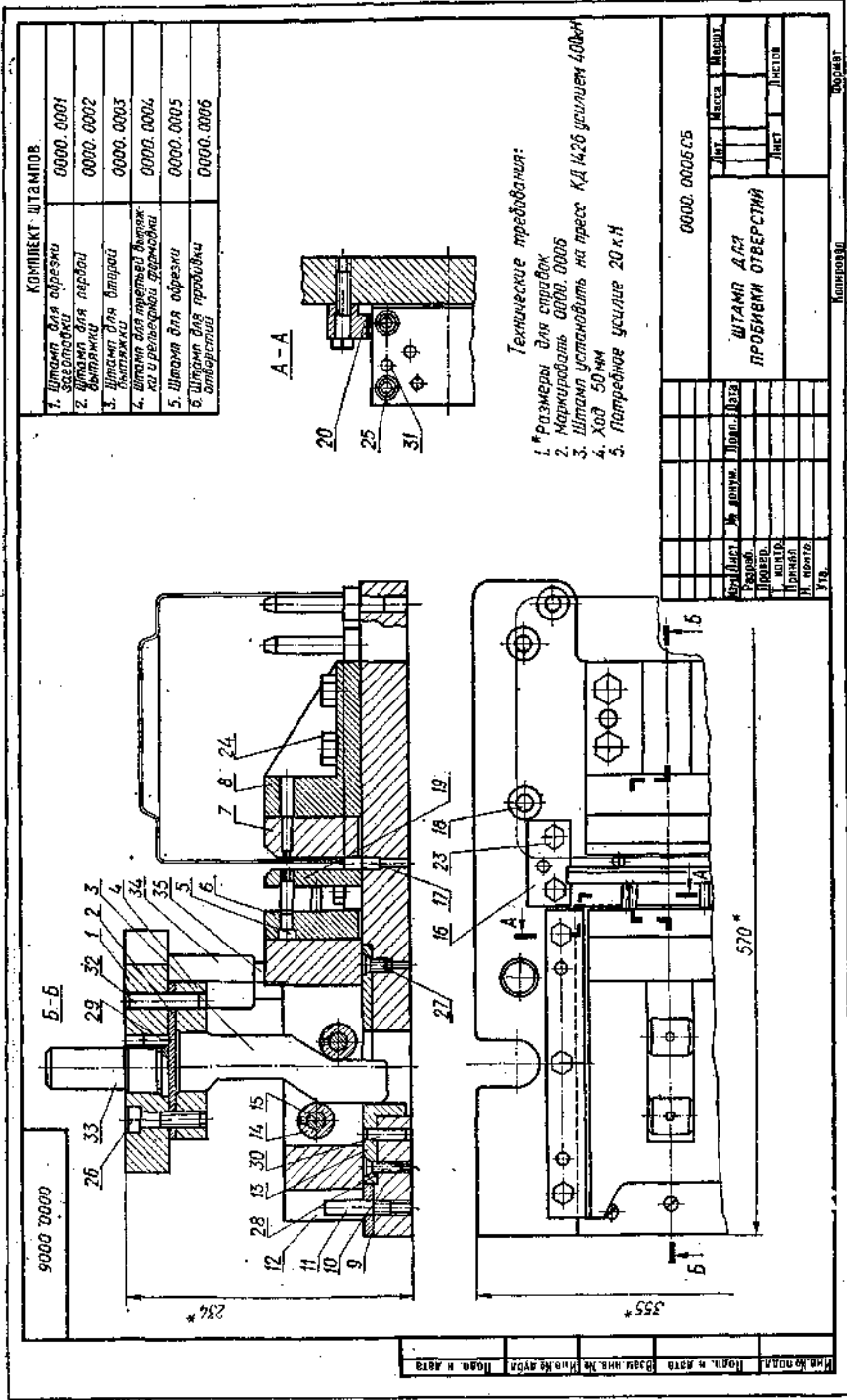
0000.0005

ШТАМП

Копировать

Формат

Рис.16



Копировать

Формат

Рис. 17

Лист	№ докум.	Дата	Лист	Масштаб	Материал
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
10			10		
11			11		
12			12		
13			13		
14			14		
15			15		
16			16		
17			17		
18			18		
19			19		
20			20		
21			21		
22			22		
23			23		
24			24		
25			25		
26			26		
27			27		
28			28		
29			29		
30			30		
31			31		
32			32		
33			33		
34			34		
35			35		

0000.0006 СБ

ШТАМП ДЛЯ ПРОБИВКИ ОТВЕРСТИЙ

Копировать

Формат

Лист	№ докум.	Дата	Лист	Масштаб	Материал
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
10			10		
11			11		
12			12		
13			13		
14			14		
15			15		
16			16		
17			17		
18			18		
19			19		
20			20		
21			21		
22			22		
23			23		
24			24		
25			25		
26			26		
27			27		
28			28		
29			29		
30			30		
31			31		
32			32		
33			33		
34			34		
35			35		

0000.0006 СБ

ШТАМП ДЛЯ ПРОБИВКИ ОТВЕРСТИЙ

Копировать

Формат

Рис. 18

Приложение 3

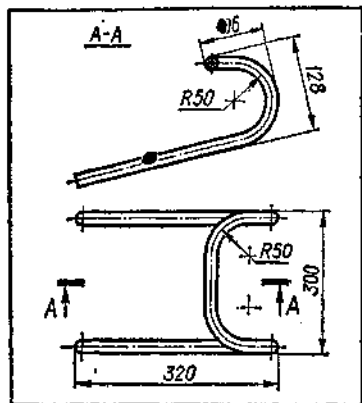


Рис. 1

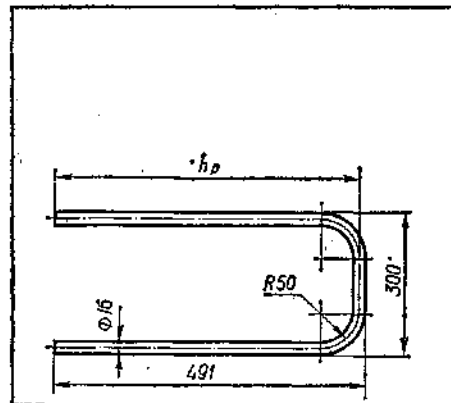


Рис. 2

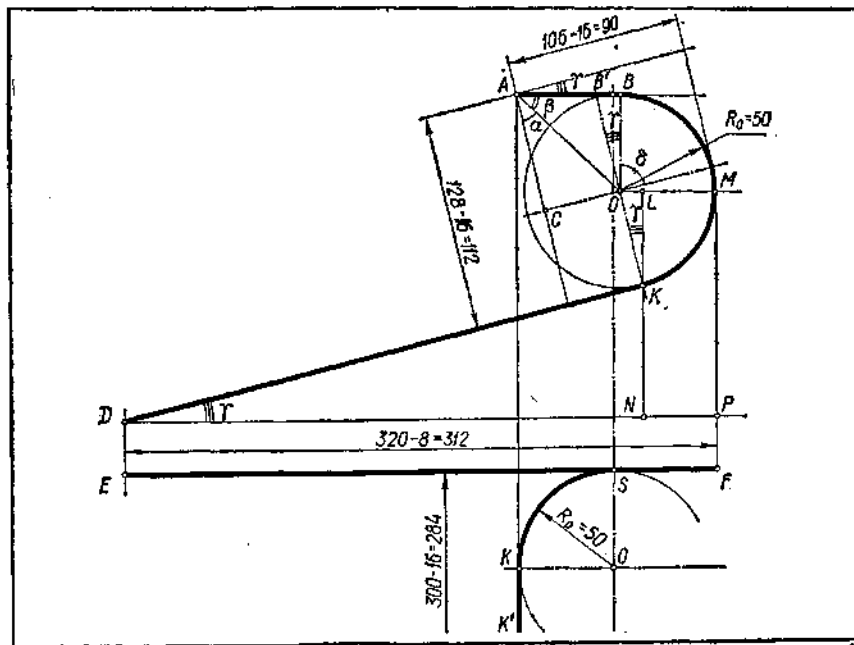
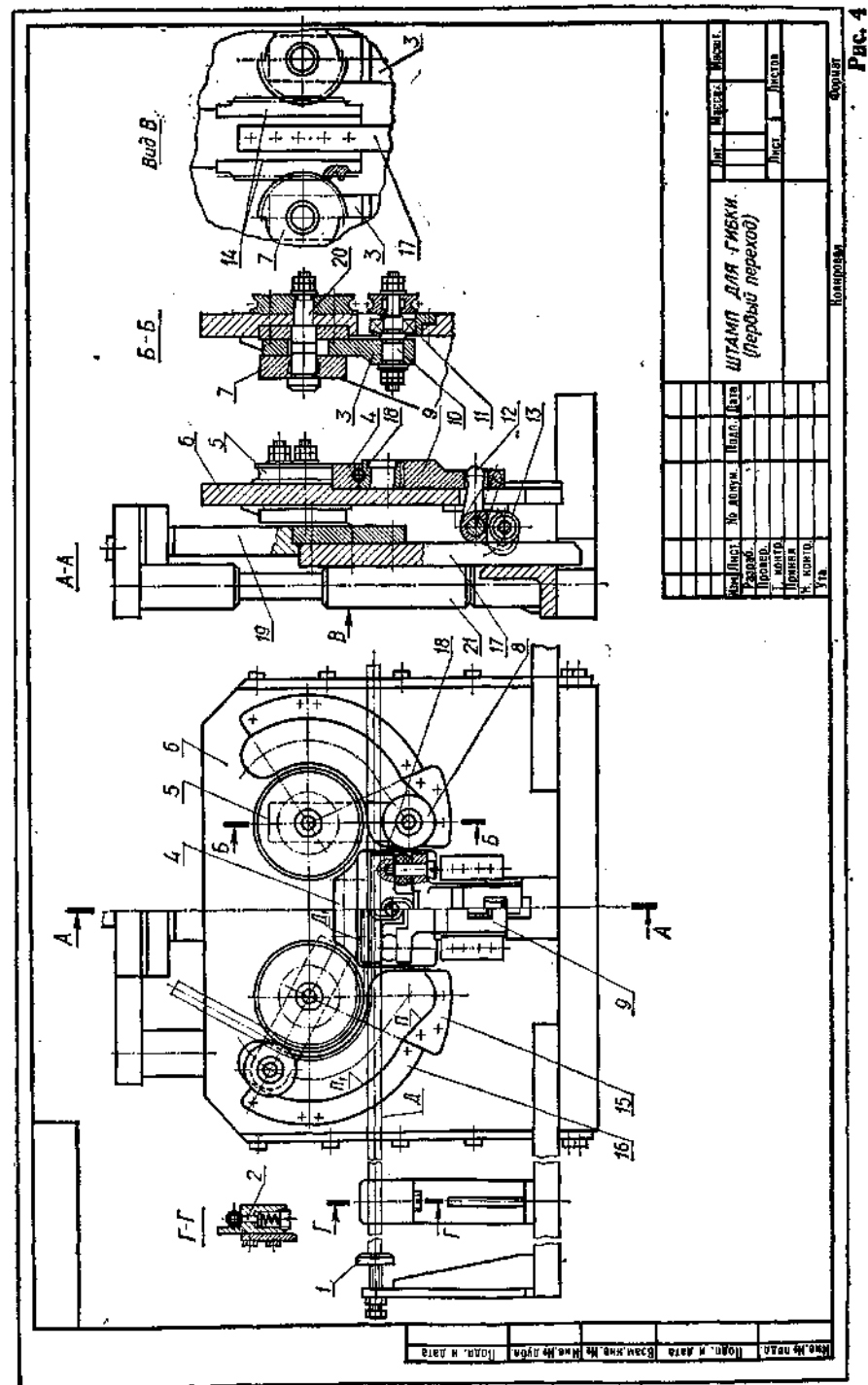
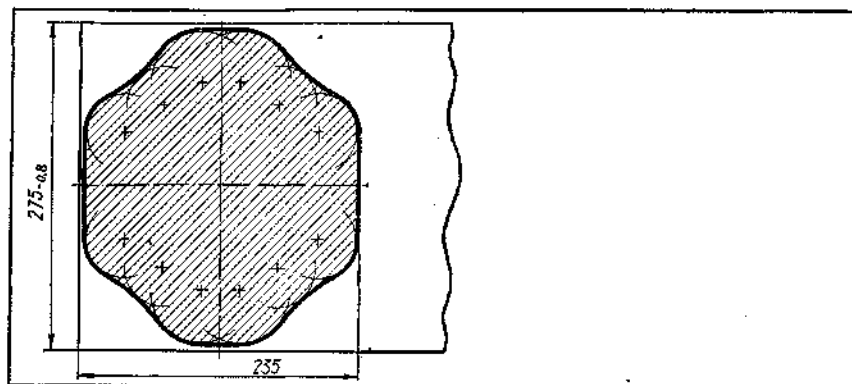
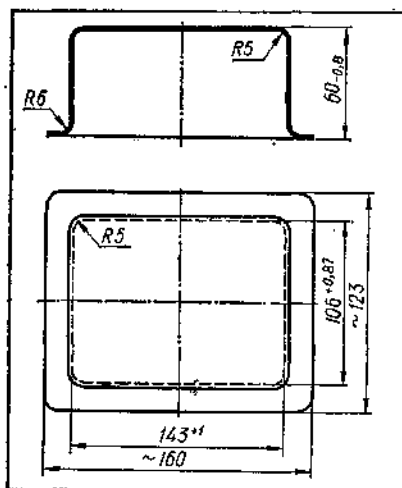


Рис. 3

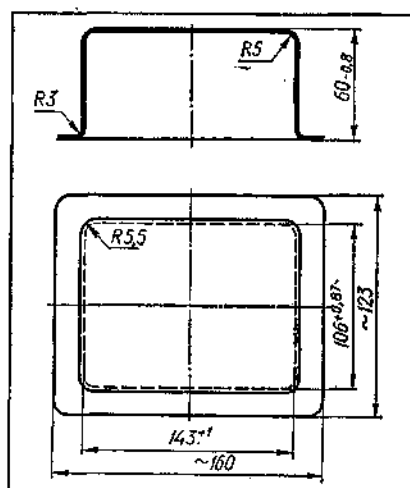




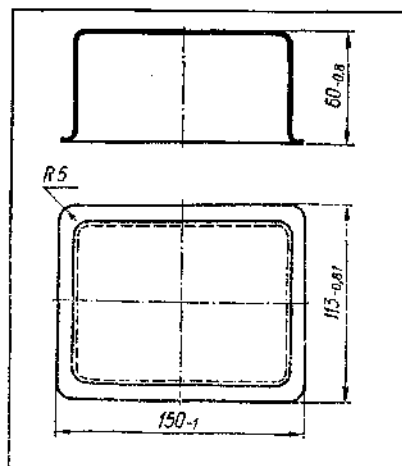
a



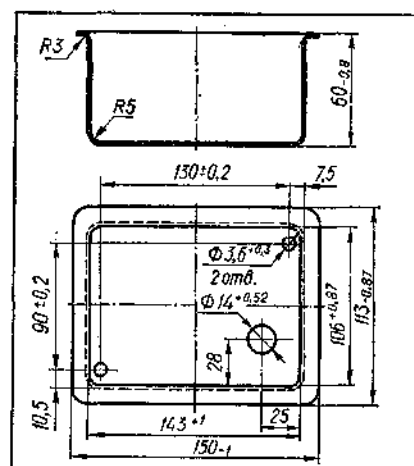
б



в



г



д

Рис. 5

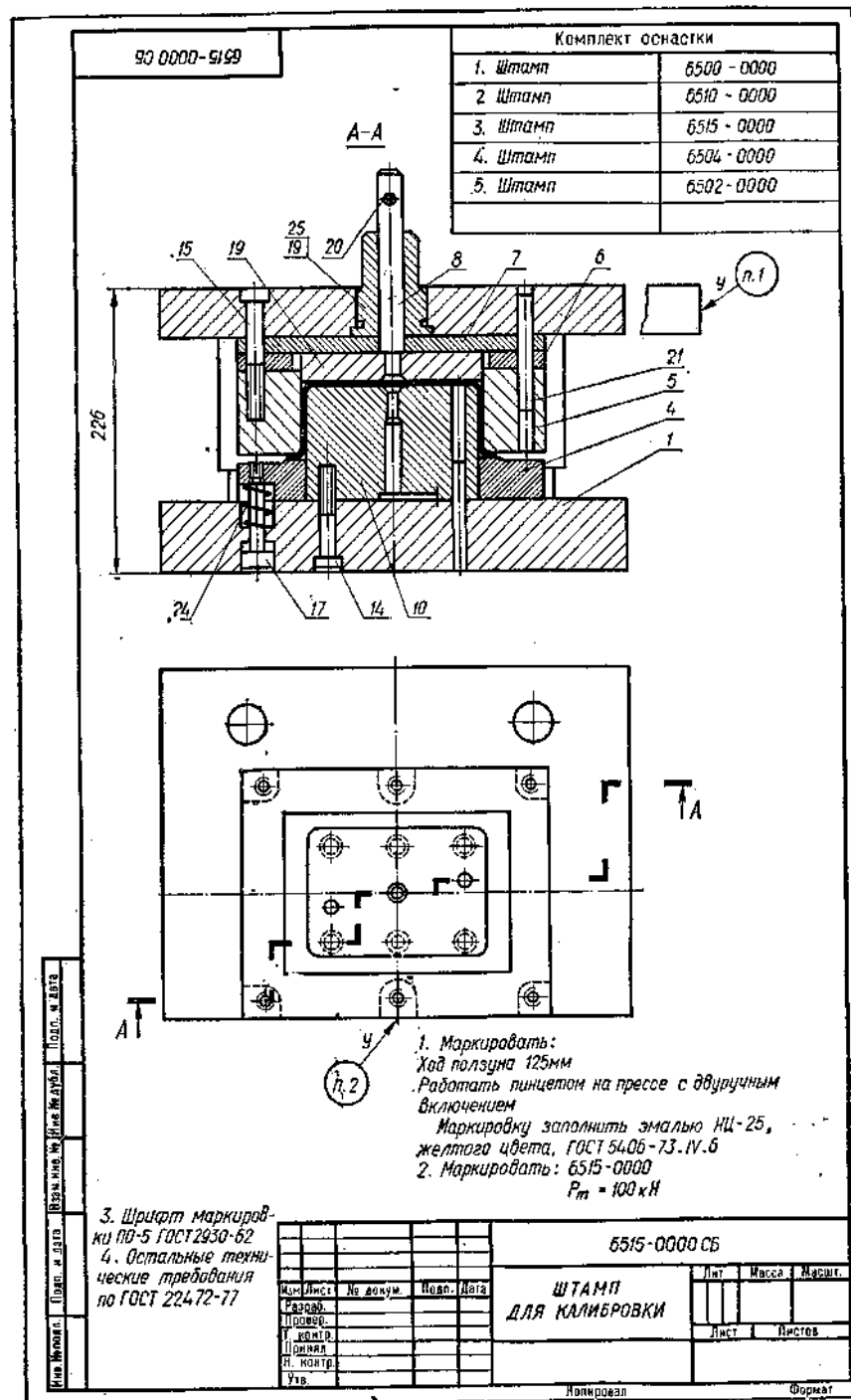


Рис. 6

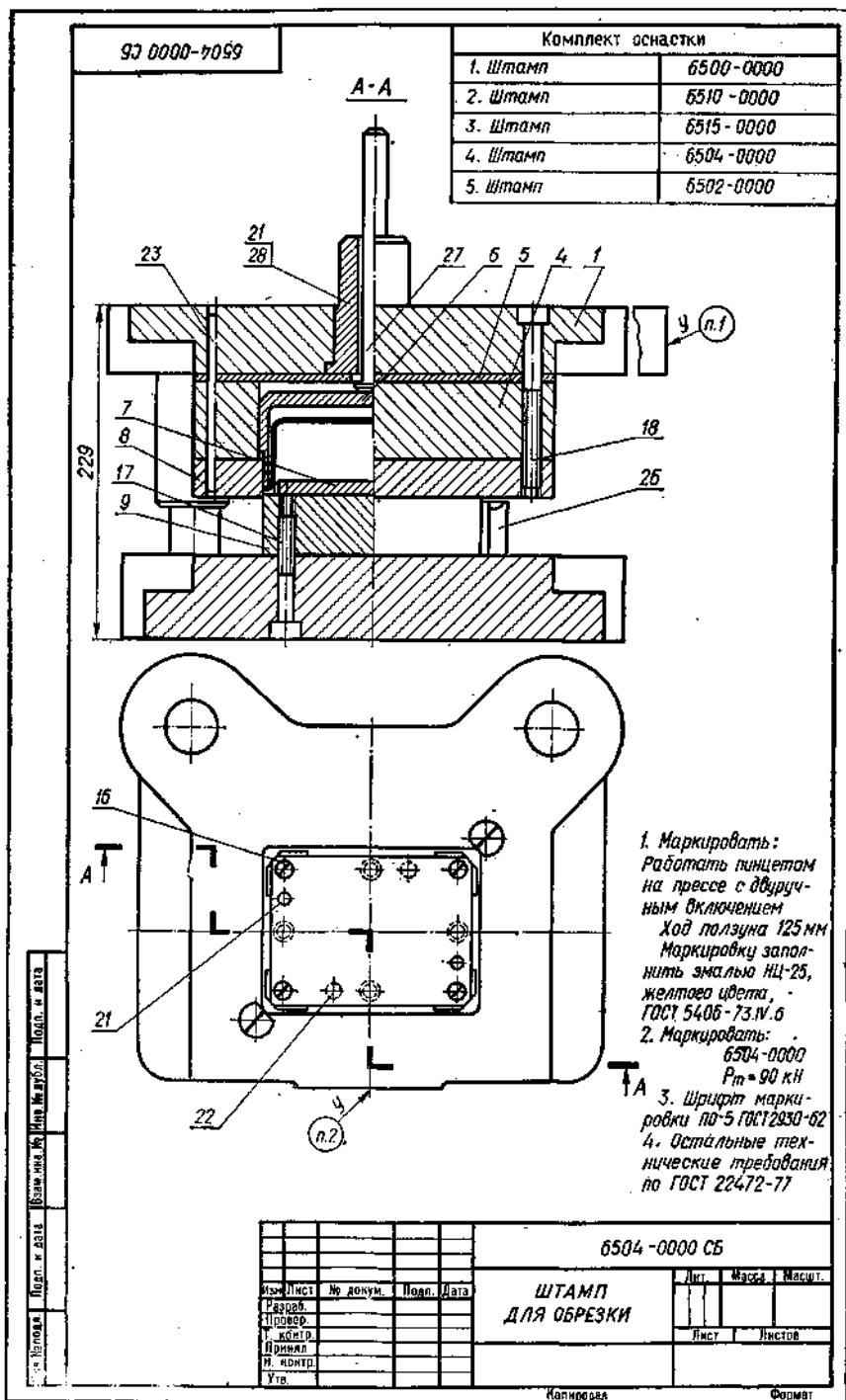


Рис. 7

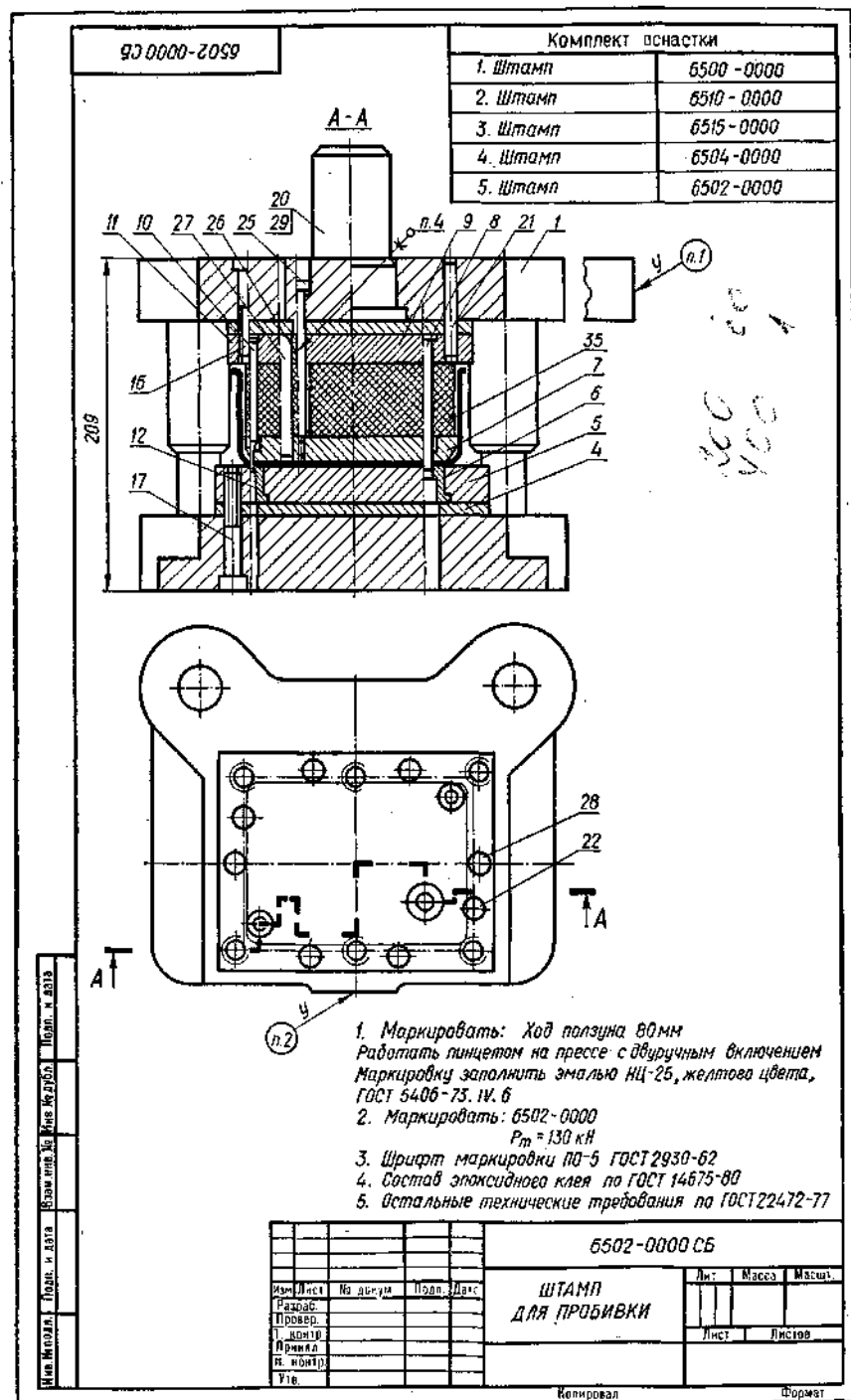
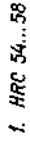


Рис. 8



2. Неуказанные предельные отклонения
размеров: валов h14, остальных $\frac{IT14}{2}$

[illegible]

Формат

Рис. 9

Рис. 10, в

[illegible]

Коллекция

Wopma

Рис. 10, а

[illegible]

КОНДАРА

Appendix

Рис. 10.6

[illegible]

Рис. 10,в

[illegible]

Рис. 11,а

[illegible]

Рис. 11,6

Рис. 11, в

Рис. 11.6



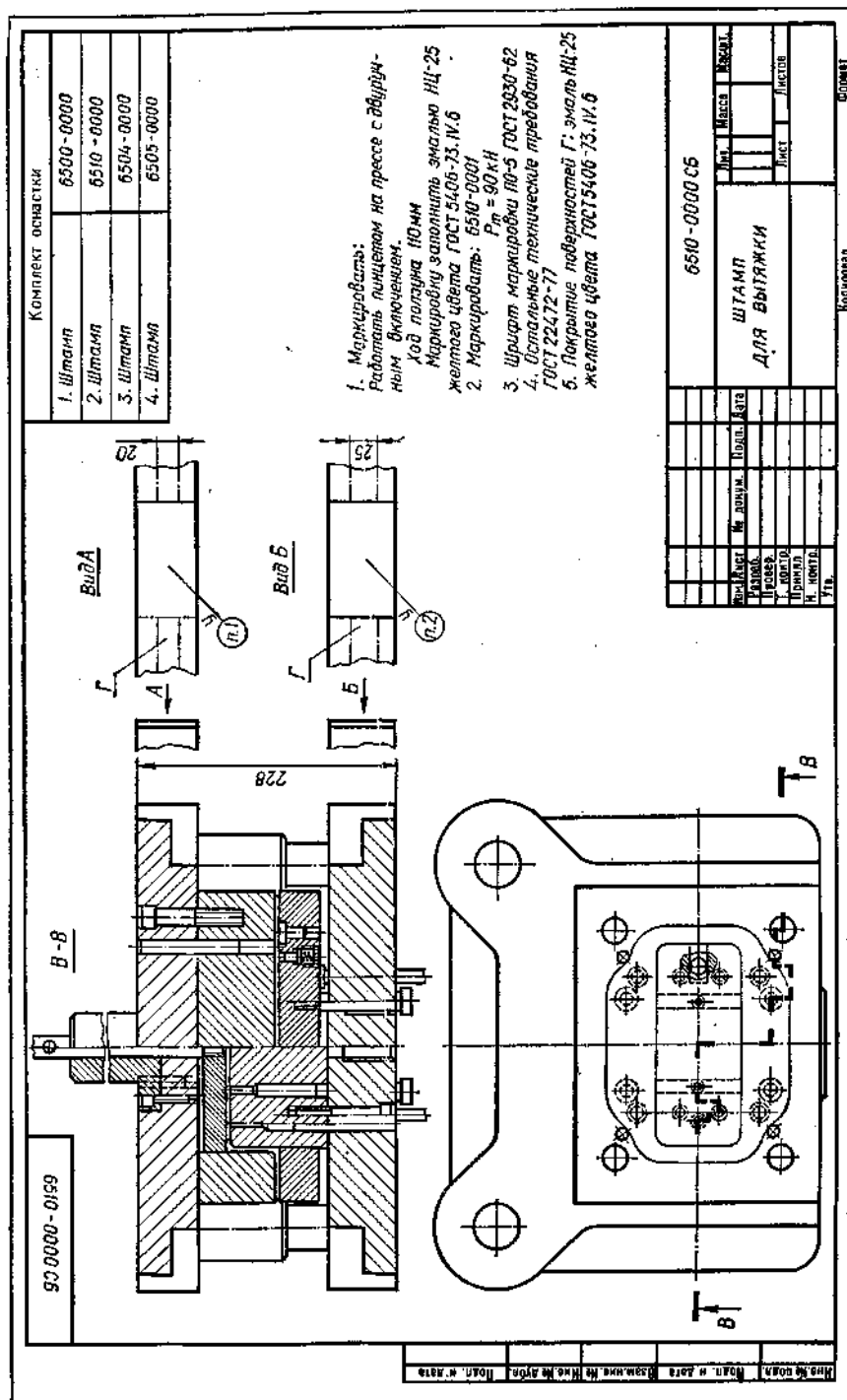


Рис.3

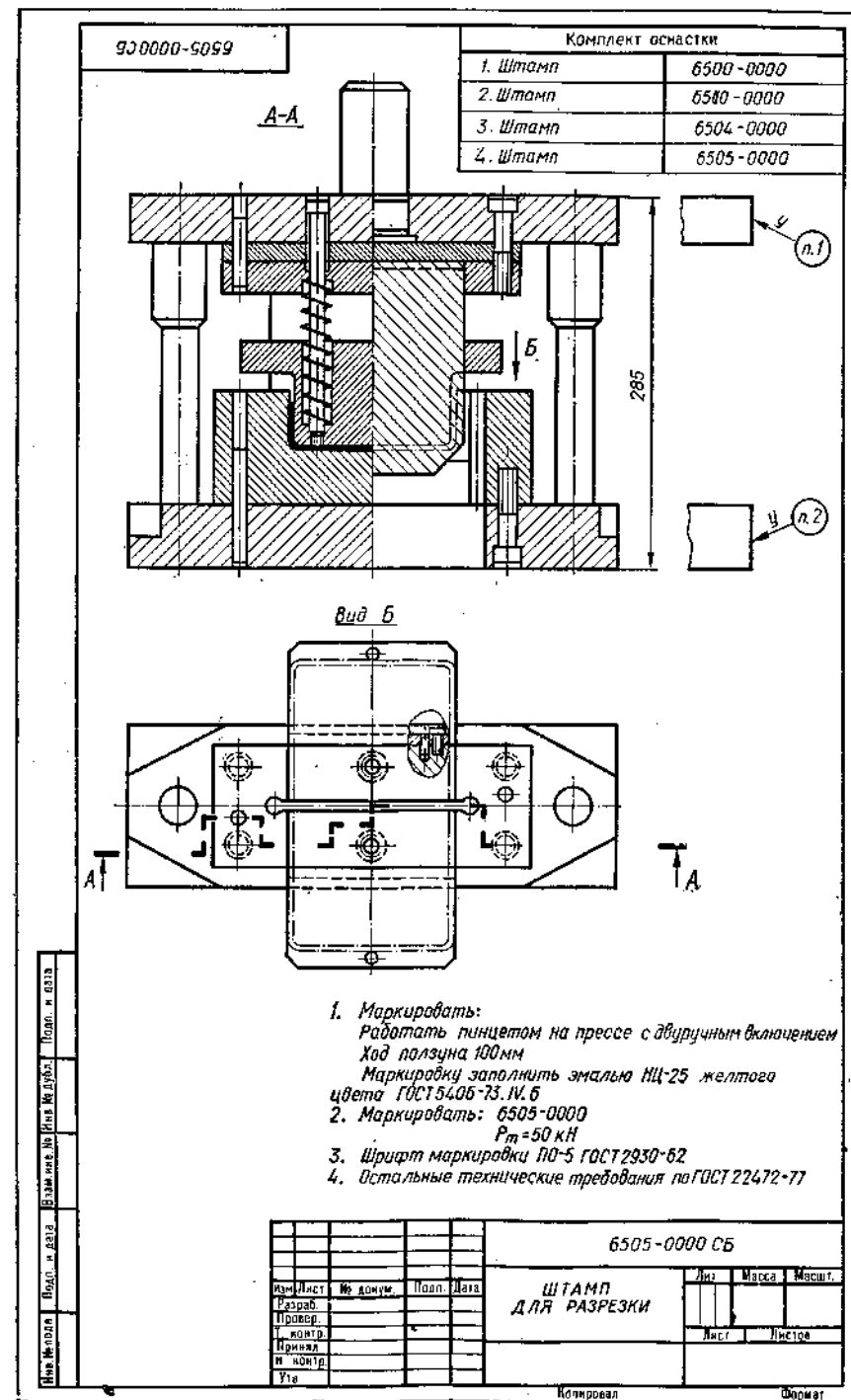
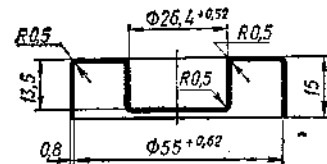
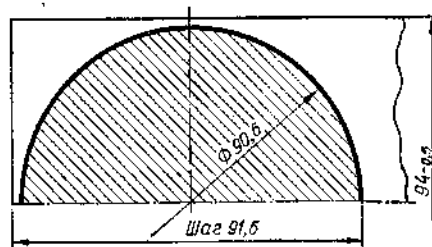


Рис. 4

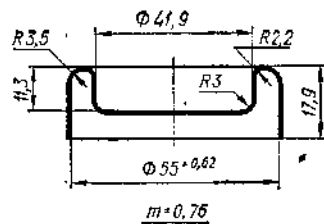
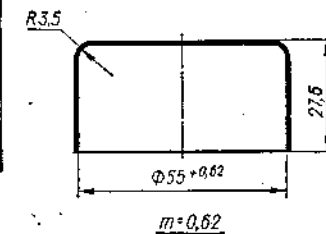


Неуказанные предельные отклонения
размеров: валов $h14$, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$

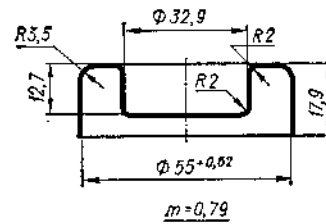
Рис. 1



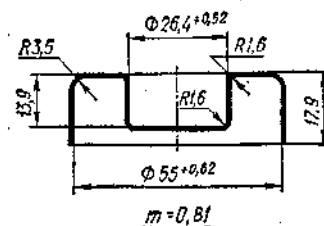
a



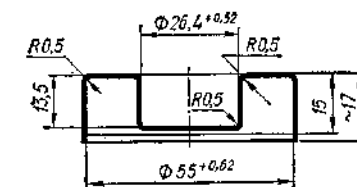
б



в

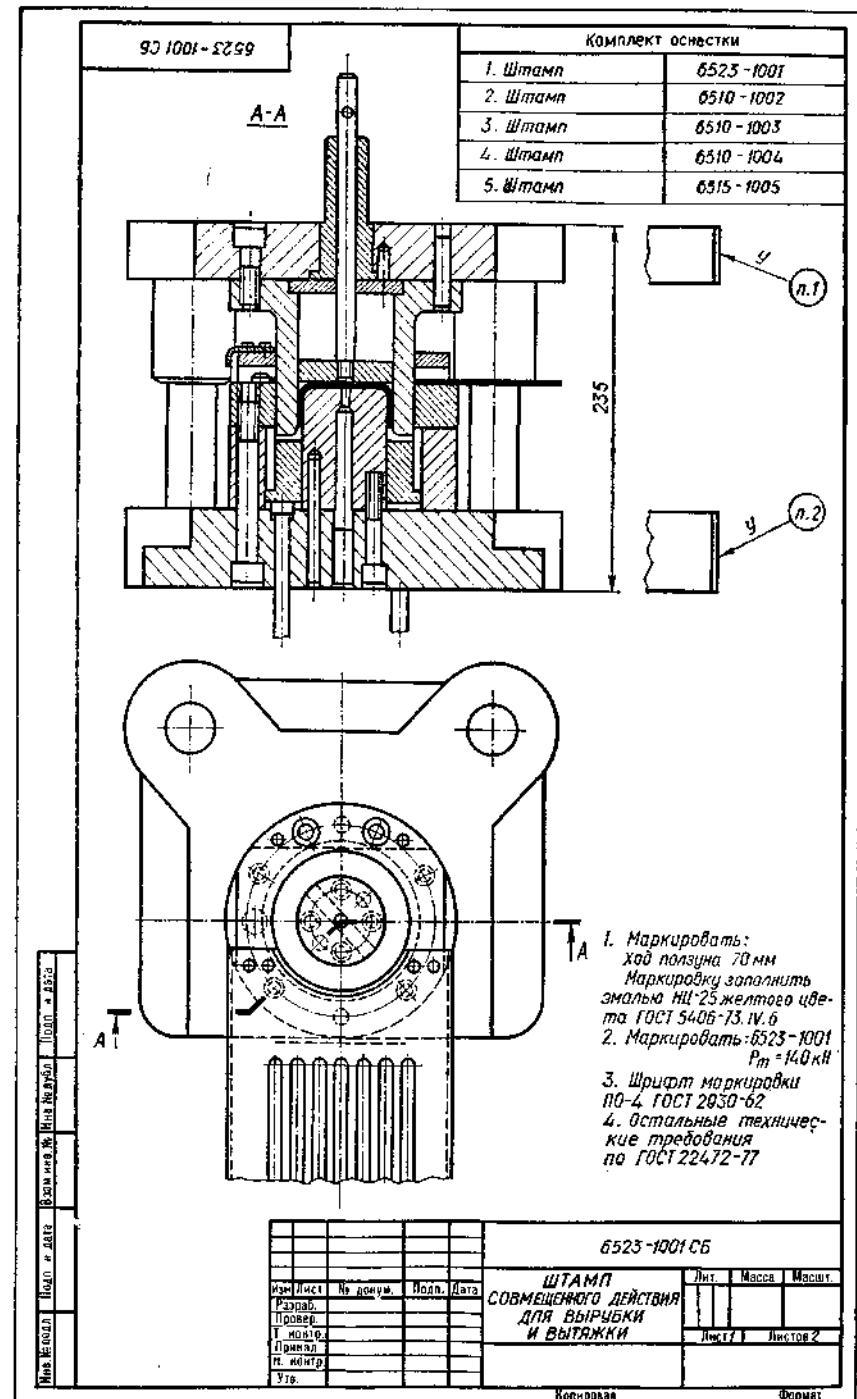


г



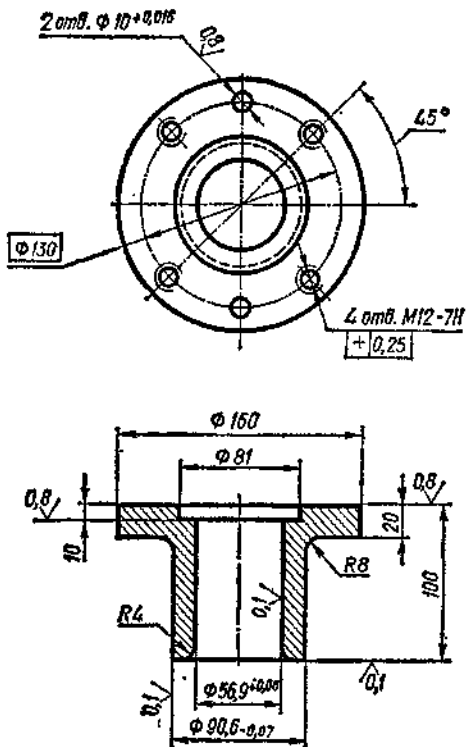
д

Рис. 2



9/1001-5269

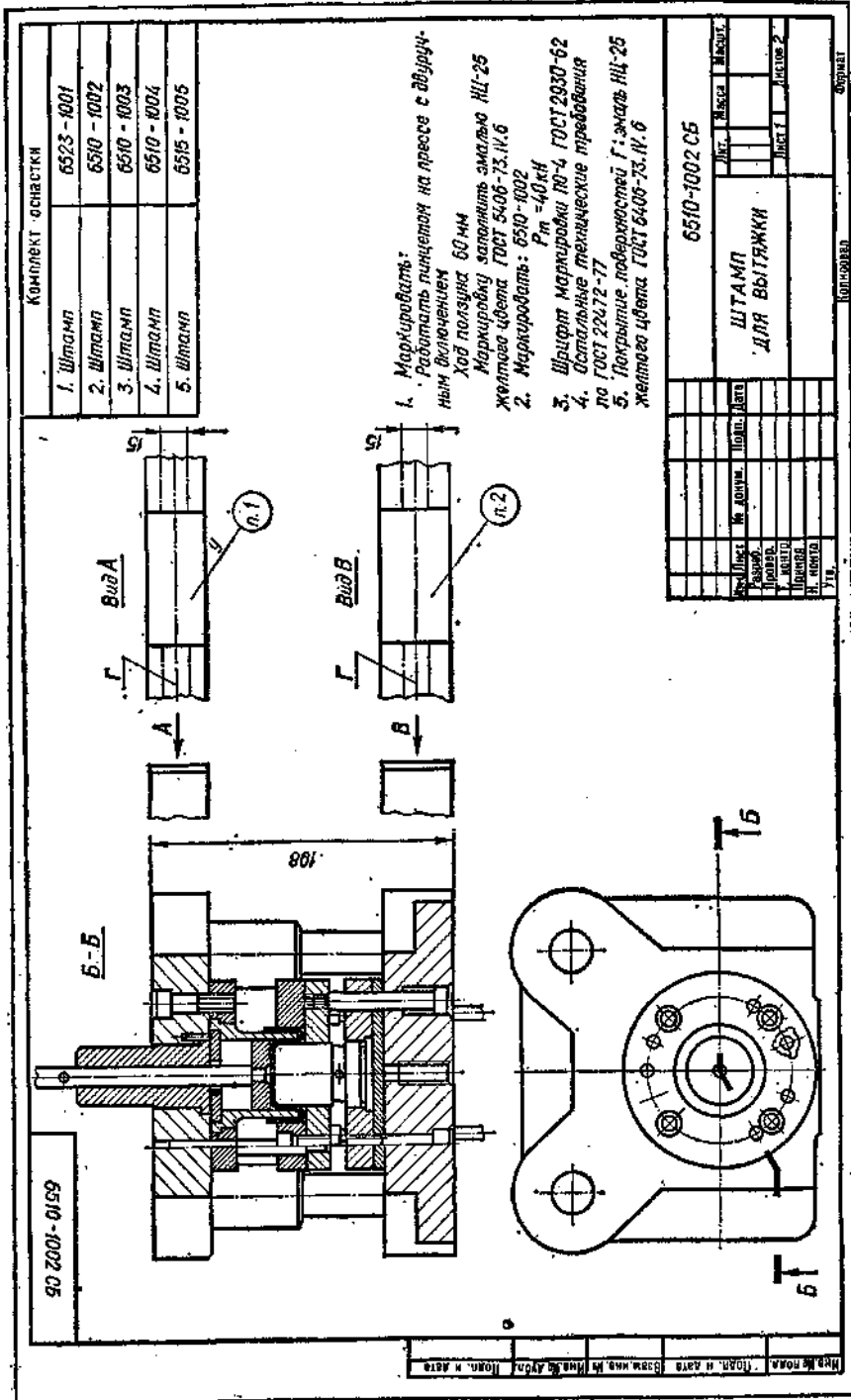
Rz40/ (✓)



1. НРС 58... 62
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: отв. НН, валов h14, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$

Лист	1	из	1
Дата	10.01.85	Исполн	А.В.С.
Провер.		Материал	Сталь У10А
Н.Контр.		Гост	ГОСТ 1435-74
Утв.		Вопросы	

Рис. 4



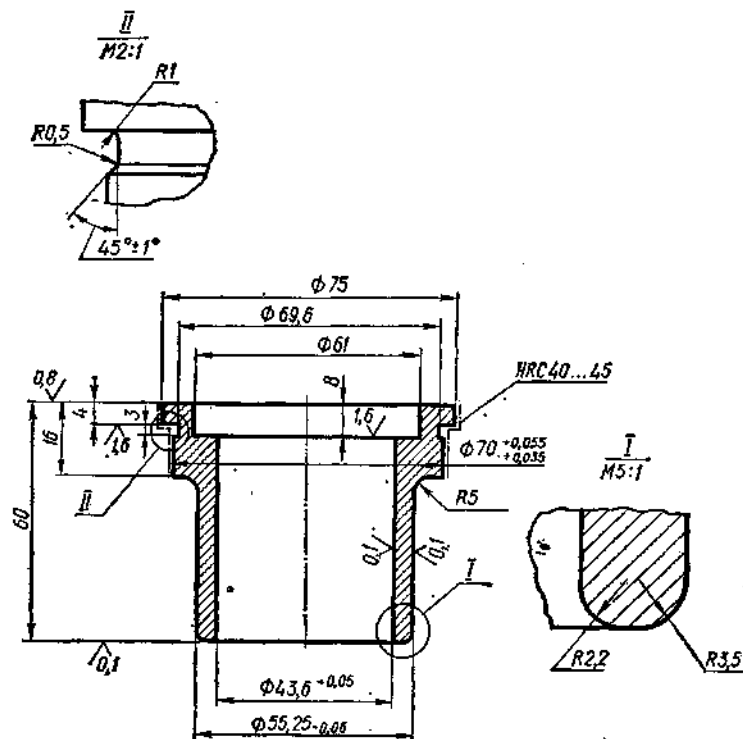
1. Маркировка: Работать пилочкой на прессе с двукратным включением Ход пилочки 60 мм Маркировку наносить эмалью НЦ-25 желтого цвета ГОСТ 5406-73. И. 6
2. Маркировка: 6510-1002 Рт = 40 мН
3. Шрифт маркировки 10-4 ГОСТ 2930-62
4. Дополнительные технические требования по ГОСТ 22472-77
5. Покрытые поверхности Г: эмаль НЦ-25 желтого цвета ГОСТ 5406-73. И. 6

Лист	1	из	1
Дата	10.01.85	Исполн	А.В.С.
Провер.		Материал	Сталь У10А
Н.Контр.		Гост	ГОСТ 1435-74
Утв.		Вопросы	

Рис. 5

01/2001-0159

Rz40 (✓)



1. HRC 58...62, кроме места, обозначенного особа
 2. Неуказанные предельные отклонения размеров:
 отв. H14, валов h14, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$

6510-1002/10

Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.			
Провер.			
Нормир.			
Инж.			
Н. контр.			
Утв.			

МАТРИЦА

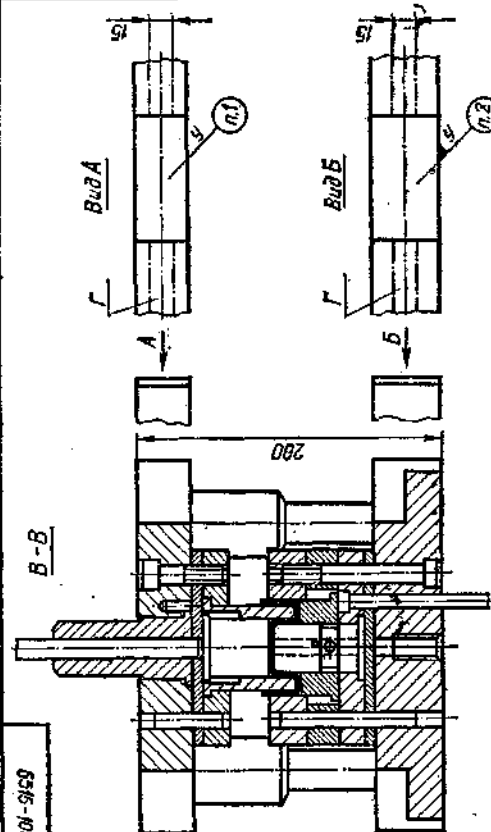
Сталь У10А
ГОСТ 1435-74

Копирован

Формат

Рис. 6

Комплект - детали	
1. Штампы	6523 - 1001
2. Штампы	6510 - 1002
3. Штампы	6510 - 1003
4. Штампы	6510 - 1004
5. Штампы	6515 - 1005



6510-1002/10

1. Маркировка:
 Работать литьем на прессе с дугой,
 ручным охлаждением
 Ход ползуна 30 мм
 Маркировка заготовок: эмалью H1-26
 желтого цвета ГОСТ 5406-73. IV.6
 2. Маркировка: Рт - 30 кг
 3. Шрифт Маркировка: H1-4, ГОСТ 2930-82
 4. Остальные технические требования
 по ГОСТ 22472-77
 5. Покрытие литьем: Г: эмаль H1-26
 желтого цвета ГОСТ 5406-73. IV.6

Комплект - детали	
1. Штампы	6523 - 1001
2. Штампы	6510 - 1002
3. Штампы	6510 - 1003
4. Штампы	6510 - 1004
5. Штампы	6515 - 1005

6515-1005 СБ

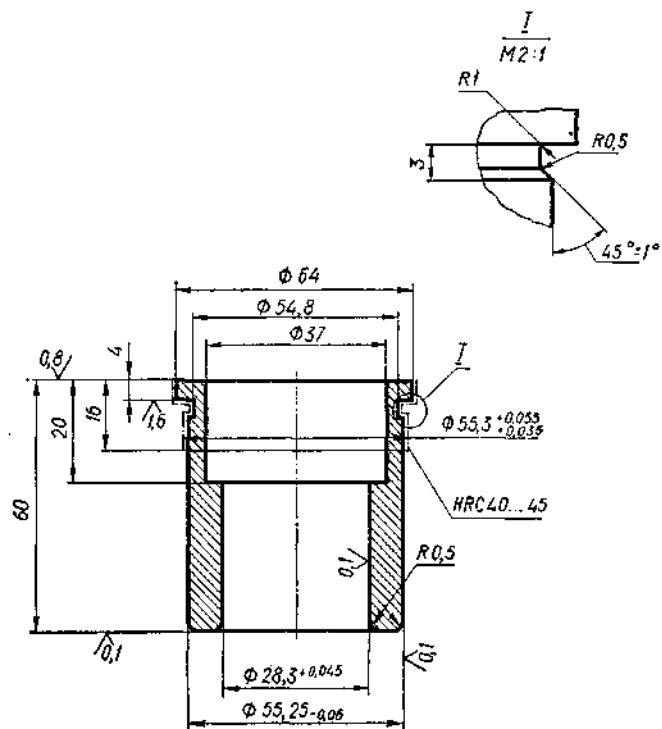
ШТАМП
ДЛЯ КАЛИБРОВКИ

Рис. 7

8 + 1/2 685

6/9001-SIS9

Rz40 ✓ (✓)



1. HRC58...62, кроме места, обозначенного осью
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: от в. Н14, вала в14, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$

6515-1005/9			
Изм.	Лист	№ докум.	Пред.
Разраб.			
Проект.			
И. контр.			
Принят			
И. контр.			
Утв.			
МАТРИЦА			
Сталь У10А			
ГОСТ 1435-74			

Рис. 8

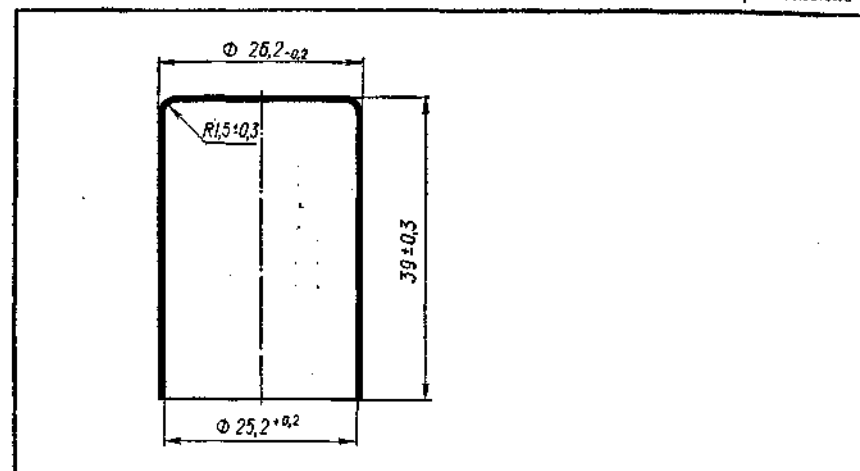


Рис. 1

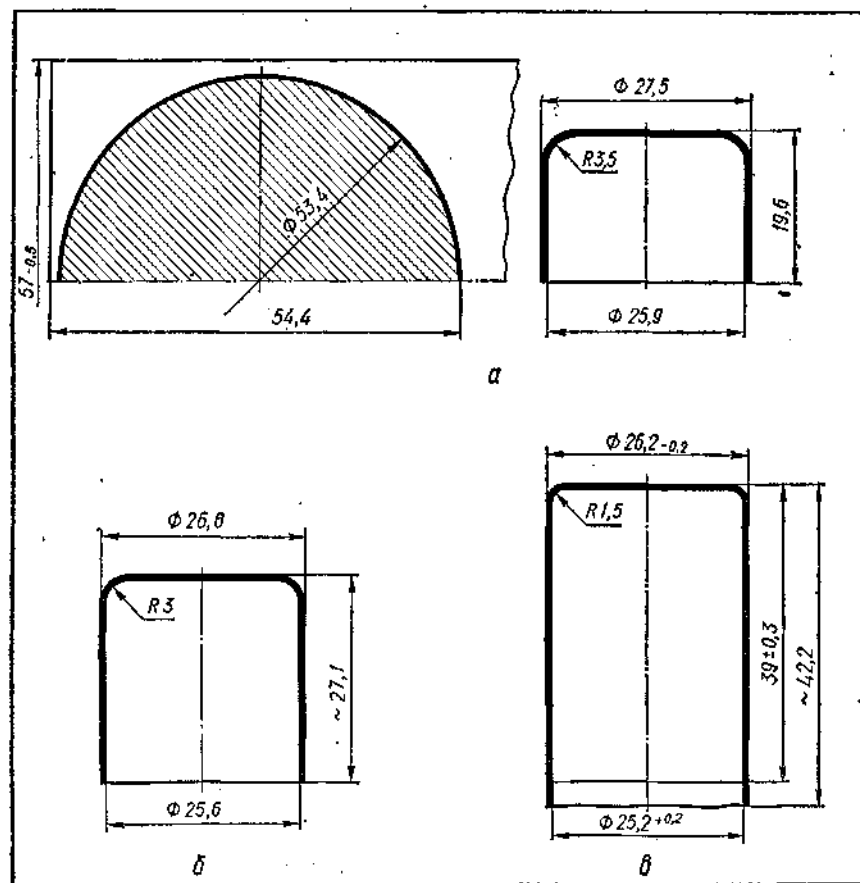
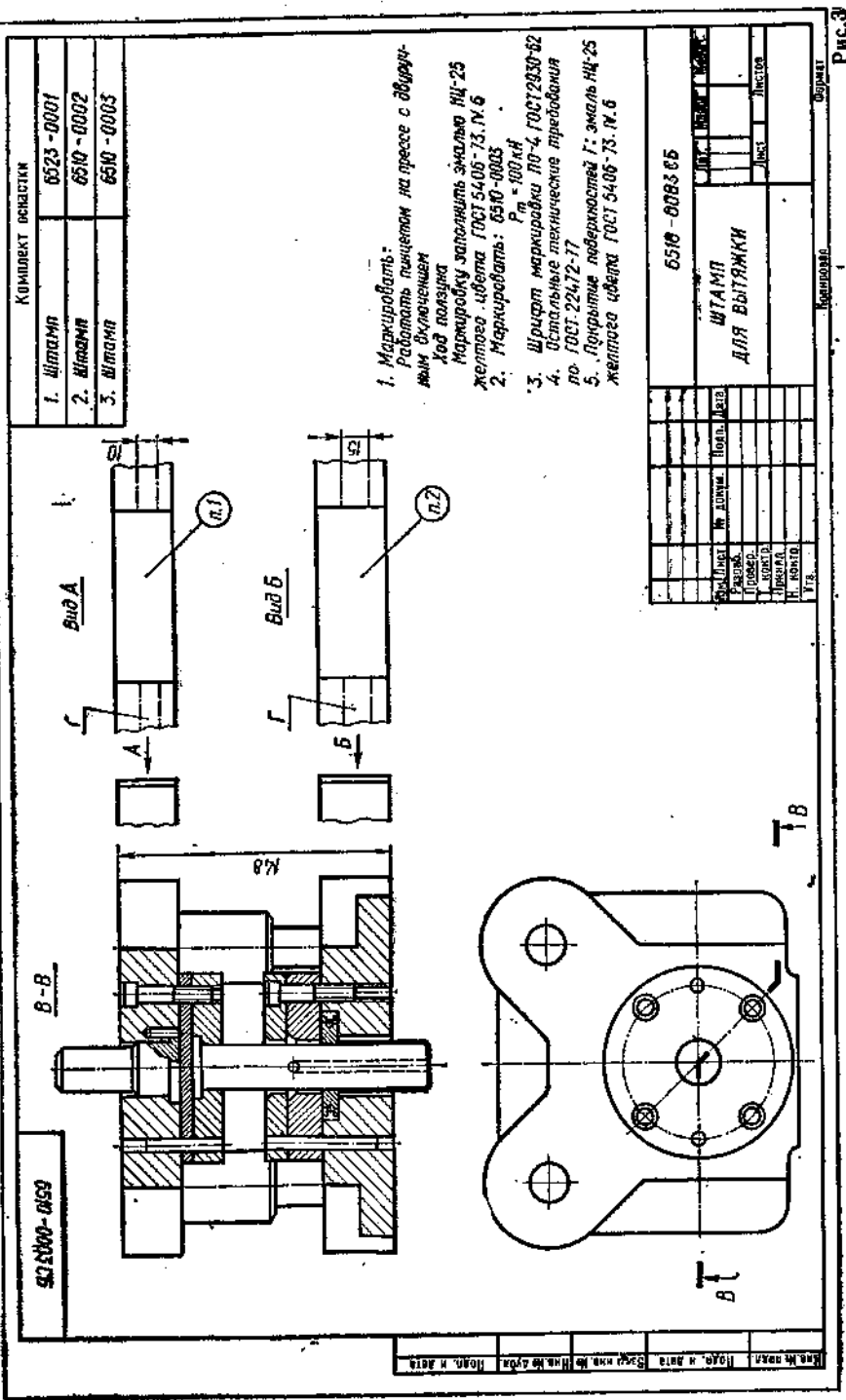


Рис. 2

8+1/2*



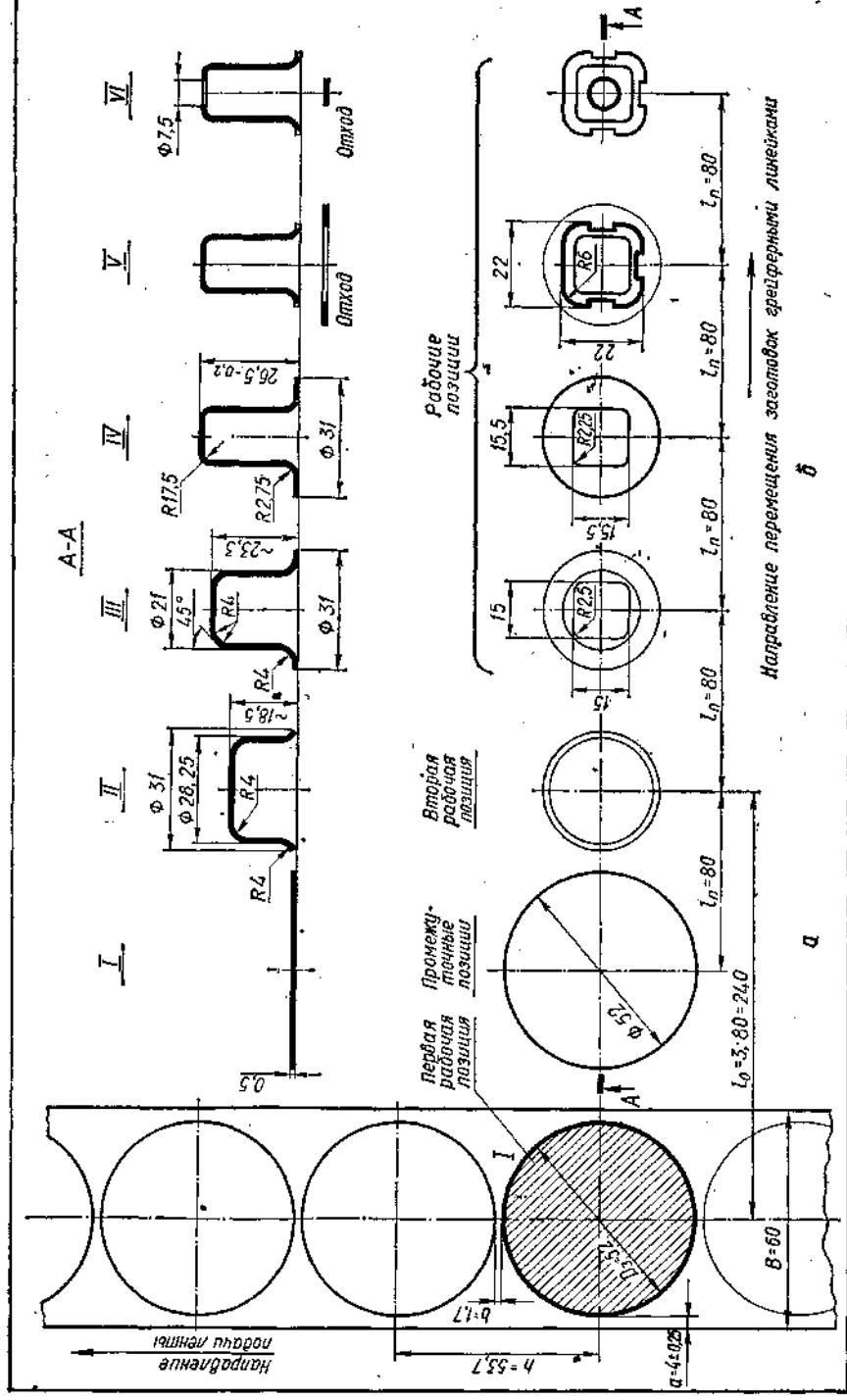


Рис. 2

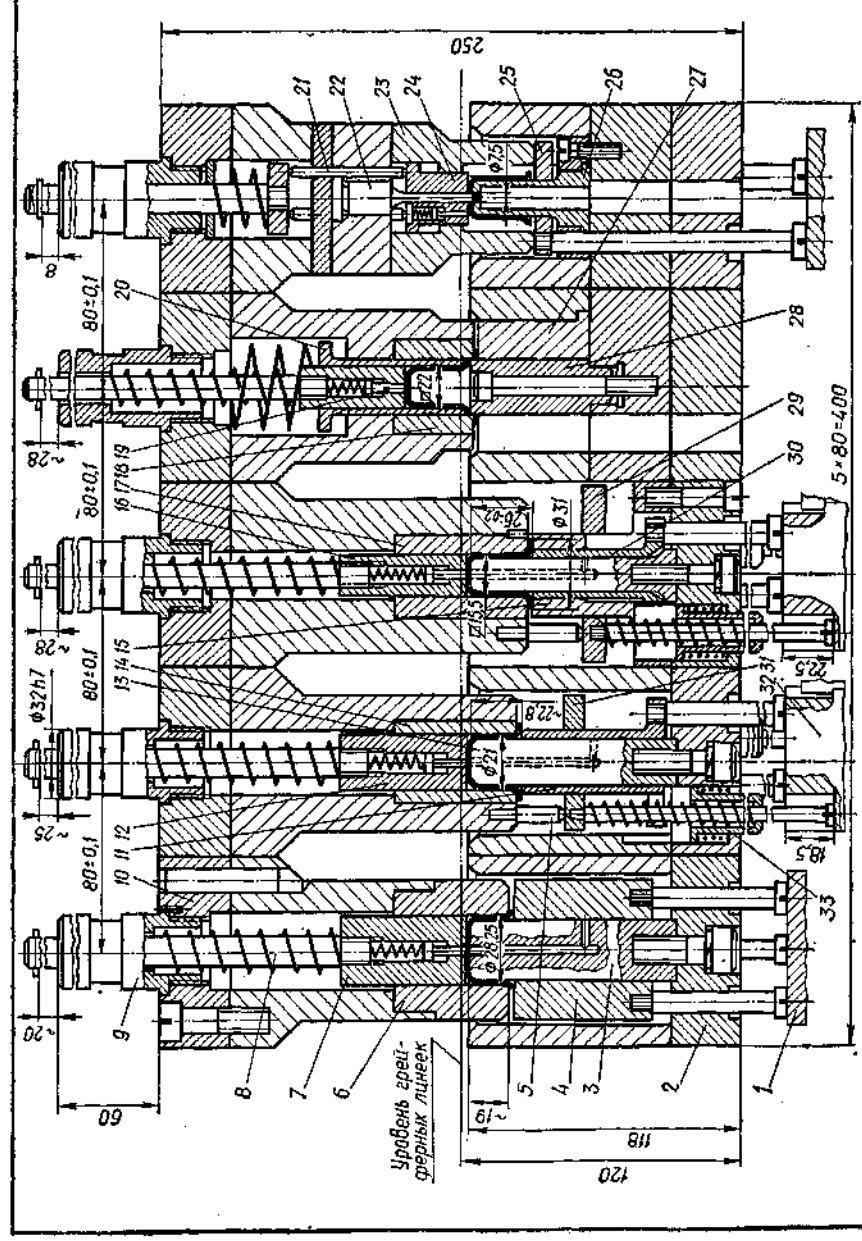
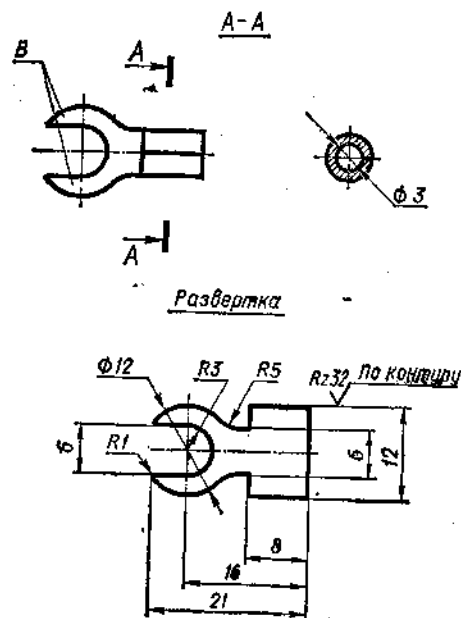


Рис. 3

970 10 891/

✓ (✓)



Развертка

1. H14; h14; $\pm \frac{IT14}{2}$
2. Прогиб поверхности В не более 0,1мм
3. Заусенцы не допускаются

Лист 1				Лист 1			
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия
Разраб.	Провер.	И. контр.	Принят	И. контр.	Принят	И. контр.	Принят
Утв.							

168.01.046

ЛЕПЕСТОК

Лист 168М-1х 600х 1500
ГОСТ 931-78

Лит.	Масса	Масшт.
01	0,0028	1:1
Лист	Листов	

Рис. 1

Карта-программа технологического процесса									
168.01.046				Ионатор					
Лепесток				Литера: 01					
Материал				Наименование, марка		Код		Код единицы величины	Масса детали
									0,0028
Заготовка				Код и вид		Профиль и размеры		Нол. дет.	Масса
						1x600x500		1957	7,83
								1	0,004
								0,77	
Номер		Обознач.		Размерная характеристика операции		Оборудов.		Приспособление и инструмент	
01	010	210101		1x28-0,3x600		H-473		125-0,1	40
01	015								
01	020	210901		12-0,5; 21-0,5 Φ12-0,4		ПЗ-16М		КМШХ 2-121	1
				чертежи				125-0,1	
01	030			Галтовка		Галто-			50
				Галтовать дета-		бочный			
				ли согласно тех-		барабан			
				нологической		С-2800			
				инструкции					
Разраб.		Подпись		Дата		Лист		1	
Лист		Листов		Лист		Листов		2	

Рис. 2

[illegible]

Рис. 3

[illegible]

Рис. 4

Инвентаризация										Лист 01. 045										Исходные данные									
№ п/п	Цех	Участок	Операция	Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (код, наименование)	Код проф. группы	Код работы	Код материала	Единица измерения	Нормативное значение	Количество рабочих	Коэффициент поправки	Время работы	Средняя производительность	Объем производства	Т.л.	Т.шт.											
01			020	210901 БРУШКА ВЫРUBКА ВЫРUBИТЬ ЗАГОТОВКУ ИЗ ПОЛОСА, ВЫДЕРЖАВ РАЗМЕРЫ 12-0,5; 12-0,4 СОГЛАСНО ЧЕРТЕЖУ	ПРЕСС ПЗ-16М	ШТАМП ДЛЯ ВЫРUBКИ КТШХ2-121 ШТАНГЕНЦИРКУЛЬ ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80																							
01			030	ГАЛТОВКА ГАЛТОВАТЬ ЗАГОТОВКИ СОГЛАСНО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНСТРУКЦИИ	ГАЛТОВОЧНЫЙ БАРАБАН С-2800							50																	
																			Лист	3									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата										

Рис. 5

Л 63.01.046										Коматор.			
Номер	Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (код, наименование)	Кодиф. штучн. ерем.	Кол. работы рабочих	Единица изм., об- рота	Нормиро- ванная время	Код знака сетки	Целевое произвед- ственной работн	Таб.3			
										Т.шт.			
01	ПРАВКА ПРАВИТЬ ЗАГОТОВКИ ПО ПЛОСКОСТЯМ	ПРЕСС К-2124	ШТАМП ДЛЯ ПРАВКИ КЛЮХА-421 ПЛИТА 1-1000 ГОСТ 10905-75				5						
01	212906. ГИБКА ГЛУБУЮ ЗАГОТОВКУ, ВДЕРЖАТЬ РАЗМЕР 3-8,25	ПРЕСС ПЗ-16М	ШТАМП ДЛЯ ГИБКИ КЛЮХИ-420 ШТАНГЕНЦИРКУЛЬ ЩЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80				1						
01	КОНТРОЛЬ	СТОЛ ВТУ											
										Лист	2		
										Дата	Подп.		
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
										Дата	Подп.	Дата	Подп.
										Не докум.	Изм.	Лист	Не докум.
</													

Рис. 8



Рис. 2

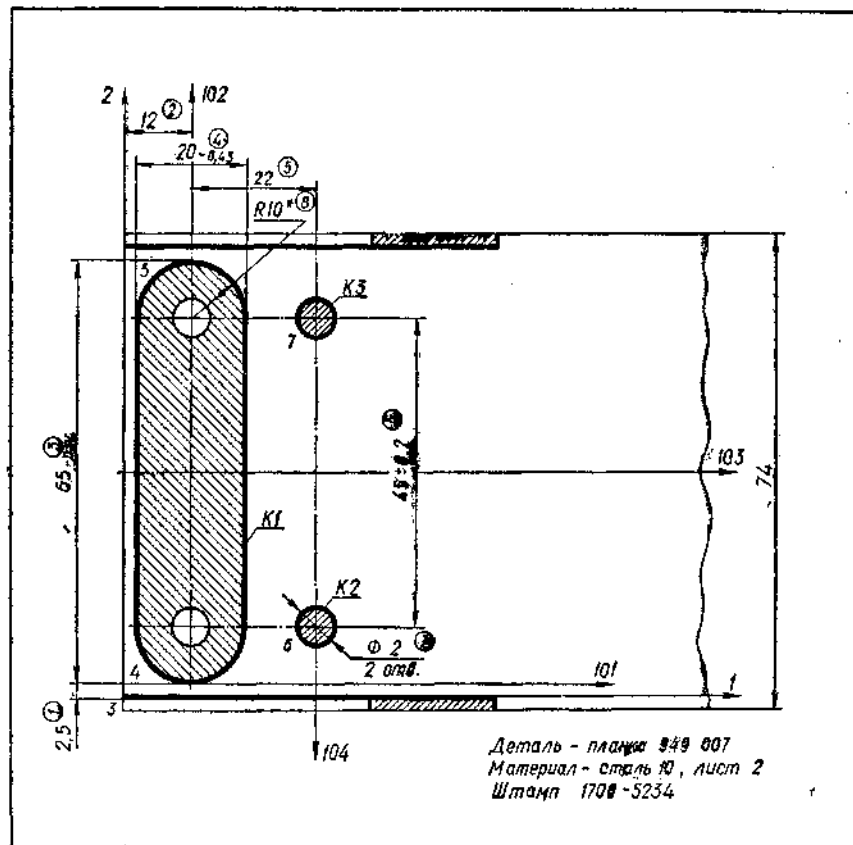


Рис. 1

Приложение 11, табл. 1

Автоматизированное проектирование штампов ТКСА, общие сведения													№ штампа 1513-5234	
ЕС ЭВМ ФОРТРАН													Составил Краснов	
													Дата 20.05.81	
													Лист 1	
													Листов 4	
Чертеж														
Изгот		Овд												
Контр		Пуан.												
Коп		План												
ЧП		Лист												
ЧП		Св												
Св		Матр												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св		Св												
Св														

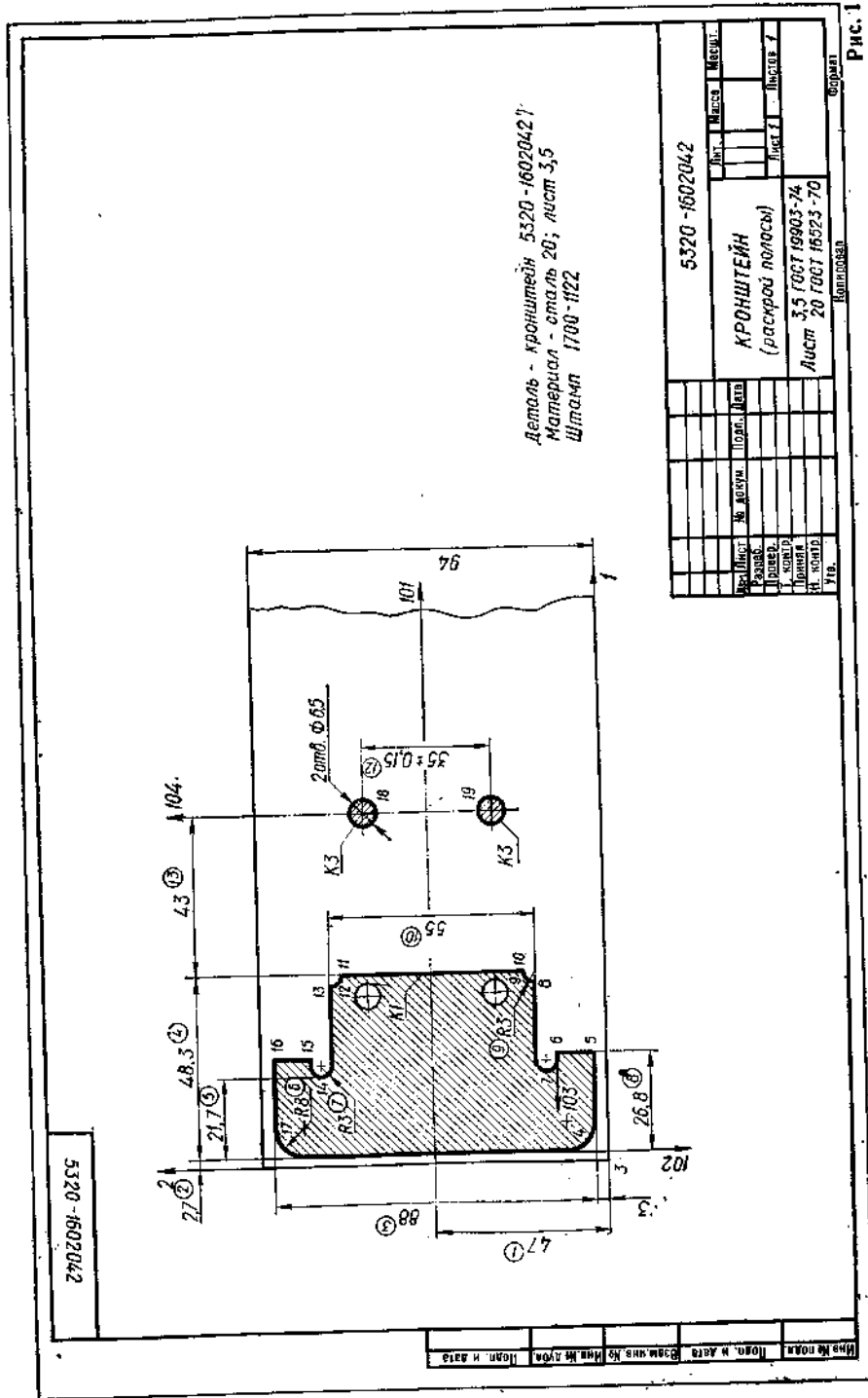
ЕС ЭВМ ФОРТРАН		Автоматизированное проектирование штампов ТКСР, размеры и предельные отклонения		№ штампа 1513—5234 Составил Краснов Дата 20.5.81 Лист 2 Листов 4	
Номинал размера 1	7	Верхнее предельное отклонение 14	Нижнее предельное отклонение 21	80	
TKCR — 8					
	2.5	Ø	Ø		
	12	Ø	Ø		
	65	Ø	—Ø.74		
	20	Ø	—Ø.43		
	22	Ø	Ø		
	45	Ø.2	—Ø.2		
	2	Ø	Ø		
	10	Ø	Ø		

ЕС ЭВМ ФОРТРАН		Автоматизированное проектирование штампов ТКСУ, сведения о геометрии детали												№ штампа 1513—5234 Составил Краснов Дата 20.05.81 Лист 3 Листов 4	
№ элем.	№ конт.	Тип элем.	Дiam., ра- диус	База № 1	Вид связи	№ разм.	База № 2	Вид связи	№ разм.	Приз- нак			80		
3	6	9	14	18	22	26	30	34	38	41					
ТКСУ— 9															
101	1	1	0	-1	20	-1	0	0	0	0					
102	1	1	0	2	20	-2	0	0	0	0					
4	1	2	4	-101	20	0	-102	20	0	0					
5	1	2	4	101	20	3	-102	20	0	0					
103	0	1	0	-101	21	-3	0	0	0	0					
104	0	1	0	102	21	4	0	0	0	0					
105	0	1	0	104	20	-5	0	0	0	0					
6	2	-2	7	105	40	0	103	41	-6	0					
7	3	-2	7	105	40	0	130	41	6	0					

Приложение 11, табл. 4

ЕС ЭВМ ФОРТРАН		Автоматизированное проектирование штампов ТКСД, сведения о размерной сетке										№ штампа 1513-5234 Составил Краснов Дата 20.05.81 Лист 4 Листов 4		
№ пера элемент	№ втор. элемент	Вид связи	Сдвиг разм. линии	Пре- вязка	Доп. ориентация		Выноски		Полка	Надрис		80		
					№ элемент	Угол 24	Угол 28	Угол 32		Длина 36	Тип		Кол- во 44 48	
ТКСД - 8														
	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø			
	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø			
101	5	20	-25	20	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø			
-5	5	20	-30	22	101	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø			
102	7	40	-15	7	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø			
6	7	10	30	15	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø			
6	6	20	Ø	20	101	-40	Ø	Ø	Ø	30	3	2		
4	4	50	Ø	25	101	-60	Ø	Ø	Ø	10	1	Ø		

Приложение 12



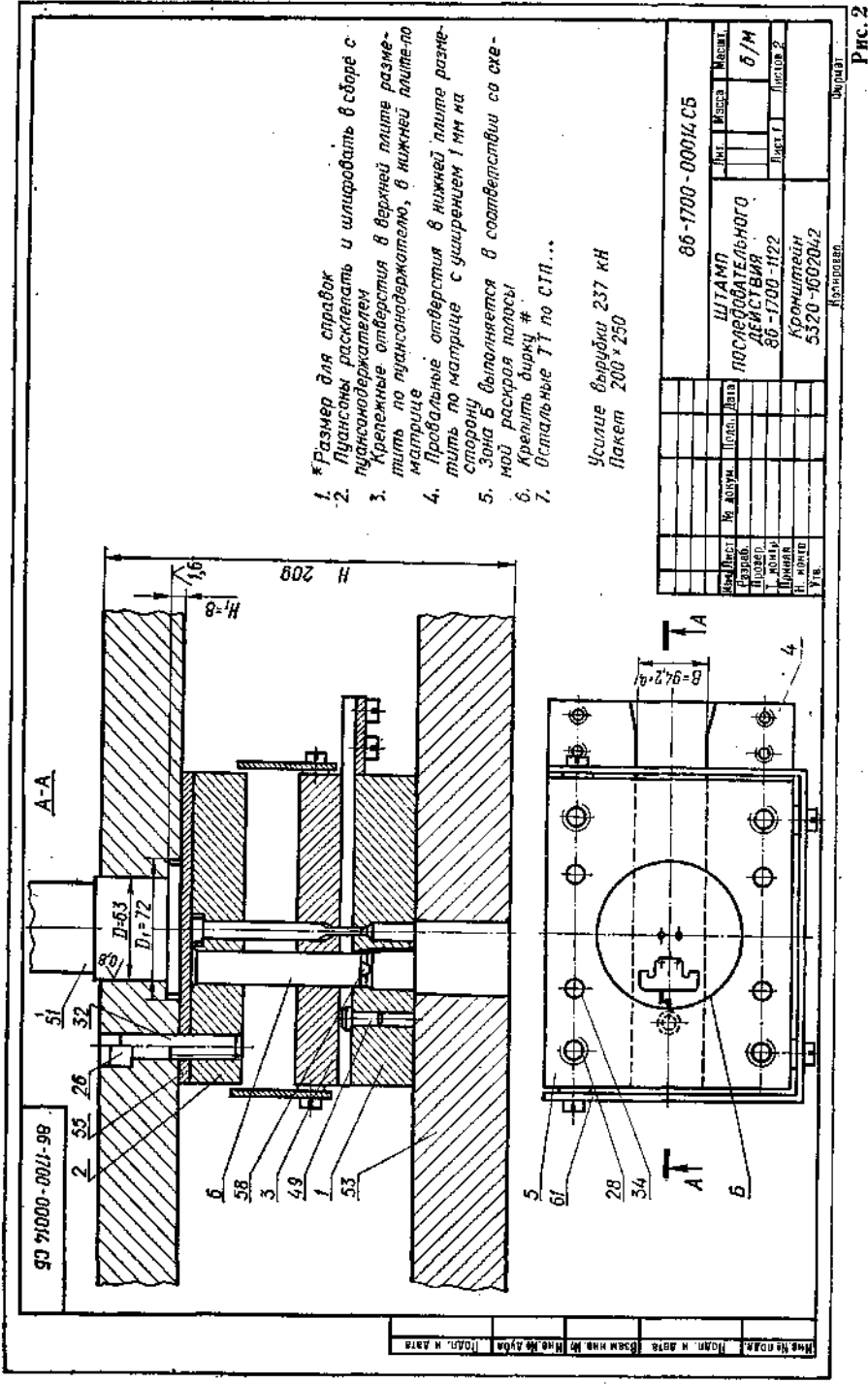
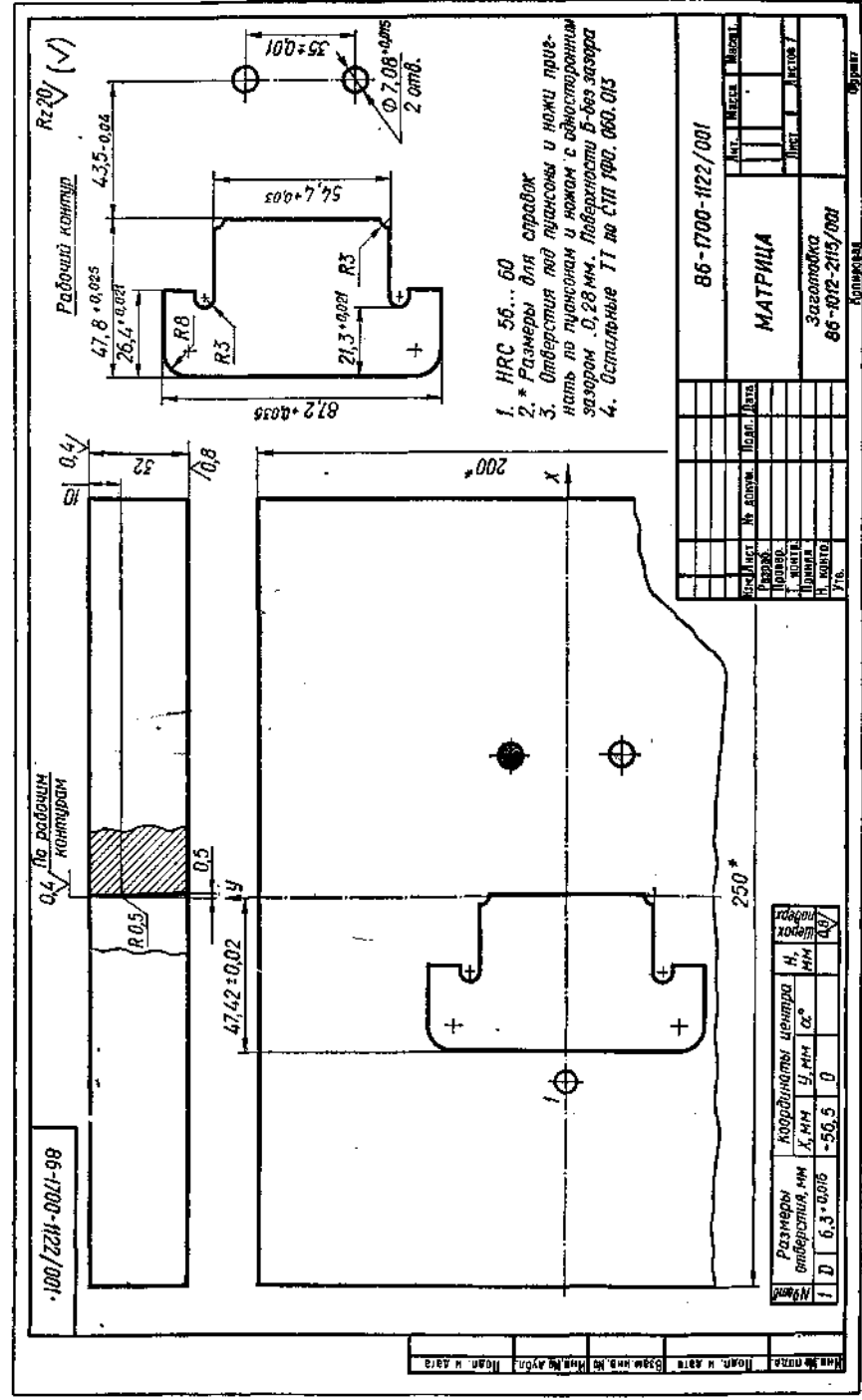


Рис. 2

2002, 8/1/00.



PAC-3

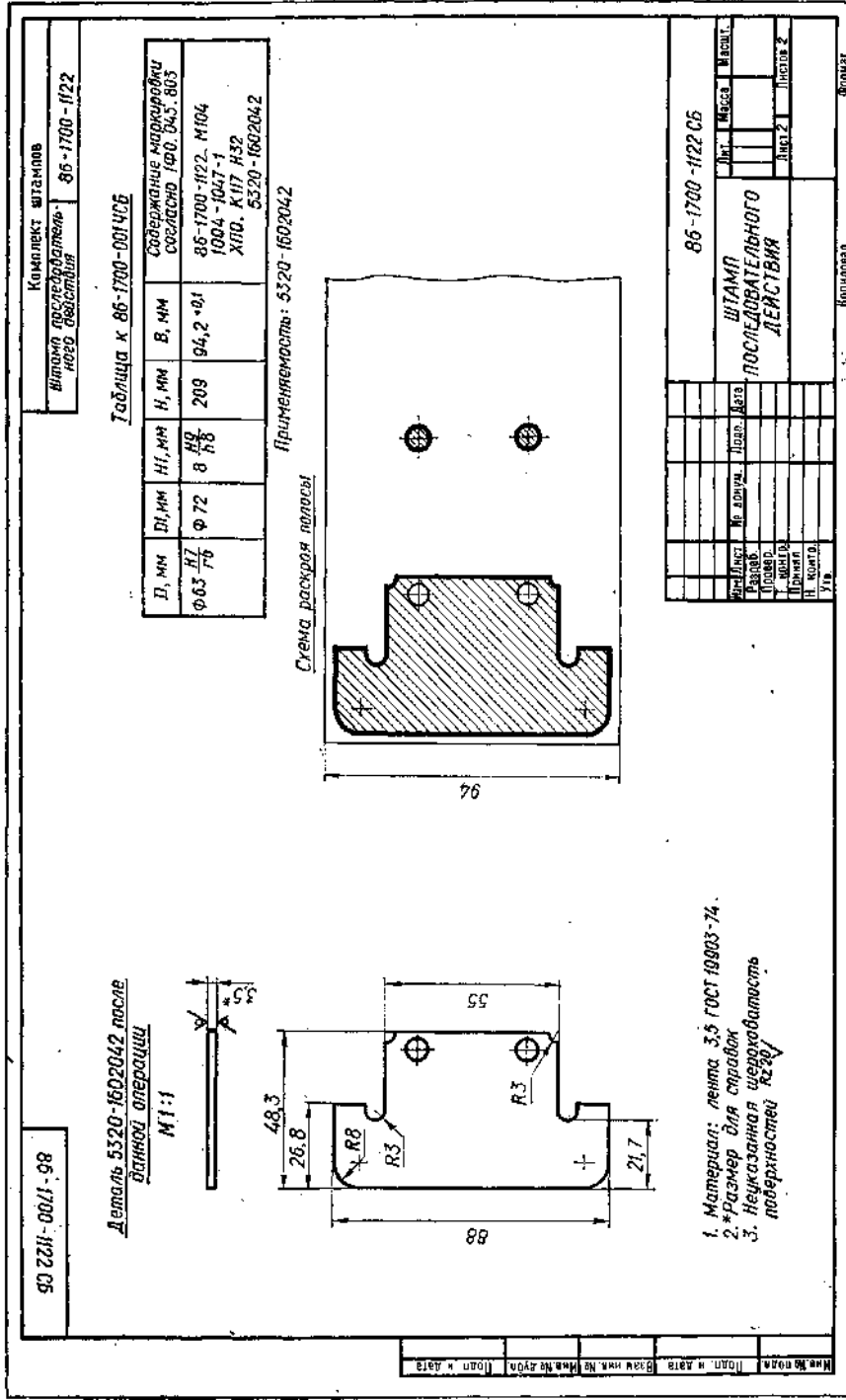


Рис. 4

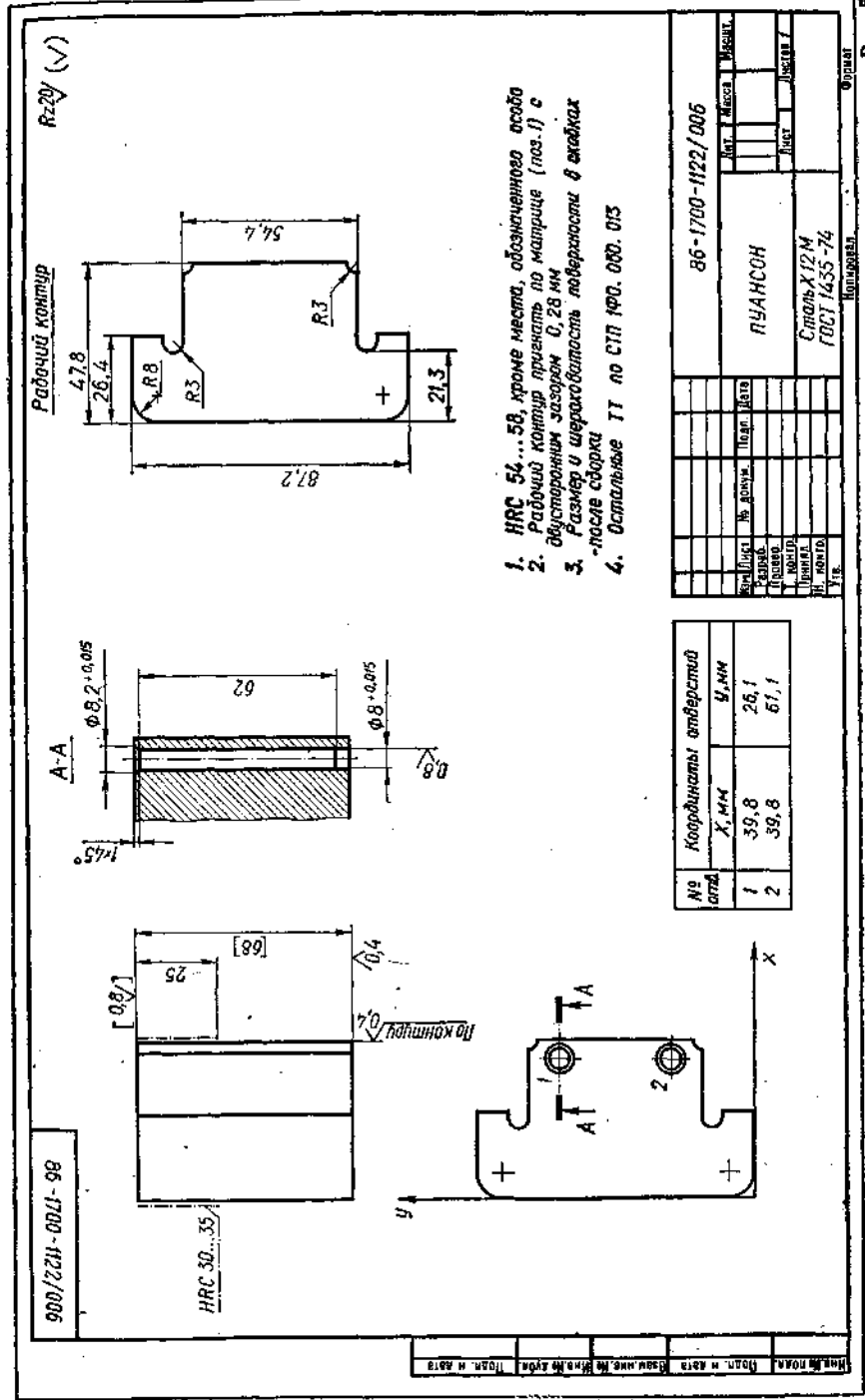


Рис. 5



Приложение 12, табл. 1

ЕС ЭВМ ФОРТРАН										Автоматизированное проектирование штампов ТКСА, общие сведения										№ штампа 1700-1122									
										Составил Яромш																			
										Дата 20.05.81										Лист 1 Листов 4									
Изм.от.										Чертеж																			
Прив. Реж. Констр. Кооп.										Матр. Срем. Плат. Пуан.										Овнд.									
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13																													
Р 0 0 1 1 1																													
ТКСА - 56																													
№ штампа										№ детали										Код материала									
1122										53201601042										8 3.5 355 14									
Ширина под.										Шаг										Кол-во шагов									
94										51										2									
Масштаб раскр.										Перем. боковая										Перем. по шагу									
1										3										2.7									
Пуансон 1										Пуансон 2										Пуансон 3									
																				Пуансон 4									
0										0										0									
Керн 1										Керн 2										Керн 3									
																				Керн 4									
0										0										0									
Откл. разм. дет.										Откл. межц. дет.										Обозначение материала									
																				Обозначение материала									
																				3.5 ГОСТ-19903-74									
																				20 ГОСТ 16533-70									

ЕС ЭВМ ФОРТРАН		Автоматизированное проектирование штампов ТОСР, размеры и предельные отклонения			№ штампа 1700—1122 Составил Ярош Дата 20.05.81 Лист 2 Листов 4	
Номинал размера 1	7	Верхнее предельное отклонение 14	Нижнее предельное отклонение 21	80		
TKCR	13					
	47	Ø	Ø			
	2.7	Ø	Ø			
	88	Ø	Ø			
	48.3	Ø	Ø			
	21.7	Ø	Ø			
	8	Ø	Ø			
	3	Ø	Ø			
	26.8	Ø	Ø			
	3	Ø	Ø			
	55	Ø	Ø			
	6.5	Ø	Ø			
	35	Ø.15	-Ø.15			
	43	Ø	Ø			

ЕС ЭВМ ФОРТРАН			Автоматизированное проектирование штампов TKCV, сведения о геометрии детали										№ штампа 1700—1122 Составил Ярош Дата _____ Лист 3 _____ Листов 4 _____		
№ элем. 1	3	№ конт. 6	Тип элем. 9	Диам., радиус 14	База № 1 18	Вид связи 22	№ разм. 26	База № 2 30	Вид связи 34	№ разм. 38	Признак 41	80			
TKCV — 14															
101		0	1	0	-1	20	-1	0	0	0	0				
102		1	1	0	2	20	2	0	0	0	0				
4		1	2	-6	-102	20	0	-101	21	3	0				
5		1	2	0	102	20	8	-101	21	3	0				
7		1	-2	-7	102	20	5	-101	21	10	0				
103		1	1	0	-7	20	0	-101	30	0	0				
6		1	2	0	-103	20	0	102	20	8	0				
9		1	-2	-9	101	41	-10	102	40	4	0				
8		1	2	0	-9	20	0	-101	21	10	-3				
10		1	2	0	-9	20	0	102	20	4	3				
101		1	8	17	-11	4	-10	0	0	0	0				
104		0	1	0	-10	20	13	-102	30	0	0				
18		2	-2	11	104	40	0	101	41	12	0				
101		1	-8	-3	2	0	0	0	0	0	0				

Приложение 12, продолжение табл. 5

ПОДДАТА И НВНДУБЛ ВЗАМ И НВН ПОДДАГА И НВН П О Д	ФОРМАТ	ЗОНА	П О З	Обозначение	Наименование	К О Л	Примеча- ние
			3 34		Штифты ГОСТ 3128—70 10H7/6×50 10H7/6×80	2 4	
			49		Упор 1050—0566 ГОСТ 18743—80	1	
			51		Хвостовик 1034—0638 ГОСТ 15715—71	1	
			52		Штырь 1097—0051 ГОСТ 18816—80	1	
			53	86—1004—1047	Блок	1	
			—	86—1012—2115/001	Матрица (заготовка для 86—1700—1122/001)	1	
			—	86—1012—2115/002	Съемник (заготовка для 86—1700—1122/003)	1	
			—	86—1012—2116/003	Пуансонодержатель (заготовка для 86—1700—1122/002)	1	
			55	86—1012—2116/004	Плитка подкладная	1	
					86—1700—1122		Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата			2

Копировал _____ Формат 11

Приложение 12, продолжение табл. 5

[illegible]

ЕС ЭВМ ФОРТРАН	Автоматизированное проектирование штампов ТКСР, размеры и предельные отклонения				№ штампа 1513-3332 Составил Бартогия Дата 20.05.81 Лист 2 Листов 4	
	Номинал размеров 7	Верхнее предельное отклонение 14	Нижнее предельное отклонение 21		80	
ТКСР — 10						
1		0	0			
1.25		0	0			
12		0	0			
9		0	0			
0.5		0	0			
20		0	0			
6		0	0			
20		0	0			
32		0	0			
32.5		0	0			

ЕС ЭВМ ФОРТРАН	Автоматизированное проектирование штампов ТКСУ, сведения о геометрии детали										№ штампа 1513-3332 Составил Бартогия Дата 20.05.81 Лист 3 Листов 4	
	№ элемент 1	№ конт. 6	Тип элемент 9	Диам. ра- диус 14	База № 1 18	Вид связи 22	№ разм. 26	База № 2 30	Вид связи 34	№ разм. 38	При- знак 41	
ТКСУ — 10												
101	1	1	1	0	-1	20	-2	0	0	0	0	
102	1	1	1	0	2	20	-1	0	0	0	0	
4	1	2	2	0	-101	20	-4	-102	20	0	0	
5	1	-2	-2	-5	-102	20	-3	-101	20	-4	0	
6	1	2	2	0	-101	20	0	-102	20	-3	0	
7	1	2	2	0	-101	20	0	102	20	9	0	
8	1	2	2	0	101	20	6	102	20	9	0	
9	1	-2	-2	-7	101	20	6	102	20	8	0	
10	1	2	2	0	101	20	10	102	20	8	0	
11	1	2	2	0	-102	20	0	101	20	10	0	

Приложение 13, табл. 4

ЕС
ЗВМ
ФОРТРАН

Автоматизированное проектирование штампов
ТКСД, сведения о размерной сетке

№ штампа 1513-3332
Составил Бартоян
Дата 20.05.81 Лист 4 Листов 4

№ перв. элем.	№ втор. элем.	Вид связи	Сдвиг, разм. линии	При-вязка	Доп. ориентация		Въяска		Полка	Надпись				80
					№ элем.	Угол	Угол	Длина		Тип	Кол-во			
1	4	8	12	20	24	28	32	36	40	44	48			
ТКСД — 10														
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
102	6	20	15	8	0	0	0	0	0	0	0			
101	4	20	40	8	0	0	0	0	0	0	0			
5	5	50	0	-12	101	45	0	0	-12	1	0			
101	-8	20	20	15	0	0	0	0	0	0	0			
9	9	50	0	-10	-101	45	0	0	8	1	0			
102	10	20	-20	20	0	0	0	0	0	0	0			
102	8	20	-60	30	0	0	0	0	0	0	0			
101	11	20	-15	30	0	0	0	0	0	0	0			

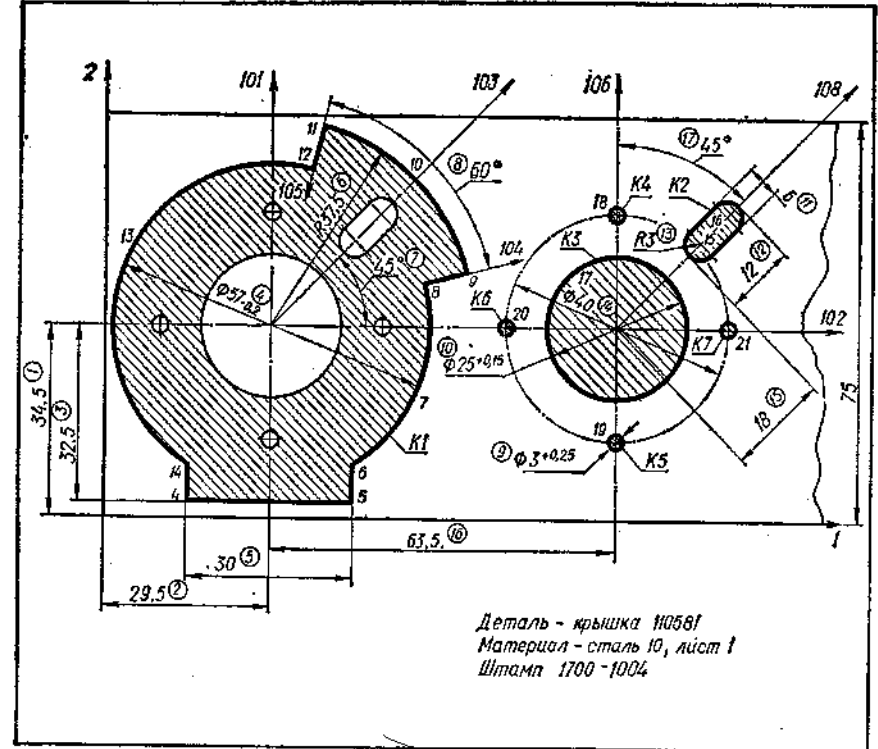


Рис. 1

ЕС ЭВМ ФОРТРАН		Автоматизированное проектирование штампов ТКСР, размеры и предельные отклонения		№ штампа 1788 - 1881 Составил Сивакович Дата 19.05.81 Лист 2 Листов 5	
Номинал размера	Верхнее предельное отклонение	Нижнее предельное отклонение			
7	14	21			
ТКСР - 17					
31.5	0	0			
29.5	0	0			
32.5	0	0			
57	0	-0.2			
30	0	0			
37.5	0	0			
45	0	0			
60	0	0			
3	0.25	0			
25	0.15	0			
6	0	0			
12	0	0			
3	0	0			
40	0	0			
18	0	0			
63.5	0	0			

№ элем. 1	№ конт. 6	Тип элем. 0	Дим. радиус 14	База № 18	Вид связи 2	№ разм. 6	База № 30	Вид связи 34	№ разм. 38	Признак 41
ТКСУ										
101	0	1	0	-	0		0	0	0	0
102	0	1	0	-4	0	-1	0	0	0	0
7	1			101	40	0	102	40	0	0
13	1	2	4	101	40	0	102	40	0	0
10	1	2	-5	101	40	0	102	40	0	0
4	1	2	0	101	41	5	-102	20	3	0
5	1	2	0	-101	1	1	-102	20	3	0
6	1	-2	0	-7	0	0	-101	1	-3	0
14	1	-2	0	-13	0	0	101	21	3	0
103	0	1	0		0	0	102	30	7	0
104	1	1	0		0	0	103	31	-3	0
105	1	1	0		0	0	103	31	5	0
8	1	-2	0	-7	0	0	-104	20	0	3
9	1	2	0	-10	0	0	-104	20	0	3
11	1	2	0	-10	0	0	-105	20	0	-3
12	1	-2	0	-13	0	0	-105	20	0	-3
106	0		0	-101	20	16	0	0	0	0
107	0	2	14	06	40	0	102	40	0	0
108	0	1	0	107	50	0	102	30	17	0
15	2	+2	-13	108	40	0	107	50	15	3
16	2	-2		08	40	0	15	20	-12	3
17	3	-2	0	06	40	0	08	40	0	0
18	4	-2		06	40	0	107	40	0	3
19	5	-2		06	40	0	107	40	0	-3
20	6	-2	3	02	40	0	107	40	0	-3
21	7	-2	9	102	40	0	107	40	0	3

Приложение 14, табл. 4

ЕС ЭМ ФОРТРАН		Автоматизированное проектирование штампов ТКСД, сведения о размерной сетке										№ штампа 1708-1004 Составил Снякович Дата 19.05.81 Лист 4 Листов 5	
№ перв. элем. 1	№ втор. элем. 8	Вид связи 12	Сдвиг разм. линии 16	При- вязка 20	Доп. ориентация		Высotka		Полка	Надпись			
					№ элем.	Угол	Угол	Длина	40	Тип	Кол- во	44	48
ТКСД - 17													
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4	102	20	-35	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	13	20	0	80	102	-30	0	0	0	2	0	0	0
4	5	10	-8	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	10	50	0	35	101	-30	0	0	0	1	0	0	0
102	103	30	25	30	0	0	0	30	8	10	0	0	0
104	-105	30	82	30	0	0	0	30	10	10	0	0	0
18	18	20	0	-16	102	-30	0	0	0	-15	3	4	4
17	17	20	0	5	102	20	0	0	0	2	0	0	0
16	-16	20	-14	14	108	-90	0	0	0	0	0	0	0
-15	16	20	18	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ЕС ФОРТРАН	Автоматизированное проектирование штампов ТКСД, сведения о размерной сетке										№ штампа 1788 — 1884 Составил Сивяков Дата 19.05.81 Лист 5 Листов 5					
	№ пер. лем.	№ втор. элемент.	Вид связи	Сдвиг разм. элементов	При- вязка	Доп. ориента- ция		Высота		Полка		Надпись				
	1	4	8	12	16	20	№ элем.	Угол	24	28	32	36	40	44	48	80
ТКСД — 17																
	15	15	40	40	40	— 3	108	— 15	0	0	— 10	0	0	1	0	0
	107	107	20	20	0	17	106	— 30	0	0	0	0	0	2	0	0
	107	— 15	50	50	50	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	101	106	20	20	105	70	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	102	108	30	30	30	10	0	0	0	45	2	10	0	0	0	0

Механические свойства листовых материалов для холодной штамповки

Наименование стали	Марка стали	Состояние	Сопротив- ление срезу, 10МПа	Предел прочности, 10МПа	Относи- тельное удлине- ние, %
Тонколистовая * углеродистая обыкновенного качества $s = 0,5 \dots 4$ мм	Ст1	—	28—34	32—40	33—28
	Ст2		29—36	34—42	31—26
	Ст3		33—40	38—47	25—21
	Ст4		36—45	42—52	23—19
	Ст5		43—53	50—62	19—15
	Ст6		52—62	60—72	14—11
	Ст7		60	70	10—8
Тонколистовая углеродистая ка- чественная кон- струкционная $s = 0,2 \dots 4$ мм	08кп	—	25	30	35
	08		28	33	33
	10кп		27	32	33
	10		29	34	31
	15кп		31	36	29
	15		32	38	27
	20кп		33	39	27
	20		36	42	25
	25		39	46	23
	30		43	50	21
	35		46	54	20
	40		49	58	19
	45		52	61	16
	50		54	64	14
Тонколистовая качественная малоуглеродис- тая для автомо- бильных кузовов $s = 0,8 \dots 1,5$ мм	08кп, 08Фкп, 08Ю	—	22—28	26—33	44
	ОСВ СВ		22—29	26—34	42
Листовая низко- легированная конструкцион- ная $s = 4 \dots 10$ мм	15ГС	—	43	50	18
	14ХГС				
	10ХГ2СН		43	50	18
	12ХГН				
	15ХСНД (СХЛ-1) 10ХСНД (СХЛ-4) 14ХГ2Н 14ГНД и др.		47	54	16
Тонколистовая легированная конструкцион- ная $s = 0,5 \dots 4$ мм	60Г	—	47—68	55—80	14
	65Г		51—72	60—85	12
	70Г		55—76	65—90	10
	10Г2А		34—49	40—58	22
	25ХГСА		42—60	50—70	18
	30ХГСА		45—64	55—75	16
	12Г2А		42—55	50—65	18
Тонколистовая высоколегиро- ванная коррози- онно-стойкая и жаростойкая $s = 0,8 \dots 4$ мм	1Х13	—	34	40	21
	2Х13		43	50	20
	3Х13		43	50	15
	4Х13		48	56	15
	X17		43	50	18
	X25T, X28		46	54	17

Автоматизированное проектирование штампов
ТКСУ, сведения о геометрии детали

ЭС ЭВМ
ФОР.РАН

№ штампа 1708-1804
Составил Сняжкович
Дата 19.05.81 Лист 3 Листов 5

№ элем. 1	№ конт. 3	№ элем. 6	Тип элем. 0	Днам. радиус 14	База № 1 18	Вид связи у	№ элем. рам. 6	База № 30	Вид связи 34	№ элем. разм. 38	Приз- вук 41
ТКСУ -											
101	0	1	0	-	0	0	0	0	0	0	0
102	0	1	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0
7	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
103	0	1	0	-	0	0	0	0	0	0	0
104	1	1	0	-	0	0	0	0	0	0	0
105	1	1	0	-	0	0	0	0	0	0	0
8	1	2	0	-	0	0	0	0	0	0	0
9	1	2	0	-	0	0	0	0	0	0	0
11	1	2	0	-	0	0	0	0	0	0	0
12	1	2	0	-	0	0	0	0	0	0	0
106	0	1	0	-101	0	0	0	0	0	0	0
107	0	2	14	06	0	0	0	0	0	0	0
108	0	1	0	07	0	0	0	0	0	0	0
15	2	2	13	03	0	0	0	0	0	0	0
16	2	2	13	03	0	0	0	0	0	0	0
17	3	2	13	03	0	0	0	0	0	0	0
18	4	2	13	03	0	0	0	0	0	0	0
19	5	2	13	03	0	0	0	0	0	0	0
20	6	2	13	03	0	0	0	0	0	0	0
21	7	2	13	03	0	0	0	0	0	0	0

Приложение 14, табл. 4

Автоматизированное проектирование штампов
ТКСД, сведения о размерной сетке

ЭС ЭВМ
ФОР.РАН

№ штампа 1708-1804
Составил Сняжкович
Дата 19.05.81 Лист 4 Листов 5

№ перв. элем.	№ втор. элем.	Вид связи	Сдвиг разм. линии	При- вязка	Доп. ориентац.		Выноски		Полка	Надпись	
					№ элем.	Угол	Угол	Длина		Тип	Кол- во
1	4	8	12	20	24	28	32	36	40	44	48
TKCD — 17											
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4	102	20	-35	25	0	0	0	0	0	0	0
13	13	20	0	80	102	-30	0	0	0	2	0
4	5	10	-8	12	0	0	0	0	0	0	0
10	10	50	0	35	101	-30	0	0	0	1	0
102	103	30	25	30	0	0	30	8	10	0	0
104	-105	30	82	30	0	0	30	10	10	0	0
18	18	20	0	-16	102	-30	0	0	-15	3	4
17	17	20	0	5	102	20	0	0	0	2	0
16	-16	20	-14	14	108	-90	0	0	0	0	0
-15	16	20	18	12	0	0	0	0	0	0	0

ЕС ЭВМ ФОР. Р.АН		Автоматизированное проектирование штампов ТКСУ, сведения о геометрии детали										№ штампа 1700-1004 Составил Сняжкович Дата 19.05.81 Лист 3 Листов 5	
№ элем. 1	№ конт. 6	Тип элем. 0	Диам. радиус R	База № 1 18	Вид связи γ	№ элем. разм. 2	База № 30 6	Вид связи 34	№ элем. разм. 38	Признак 41			
ТКСУ - 6													
101	0	1	0	-	0	1	0	0	0	0			
102	0	1	0	-1	0	-1	0	0	0	0			
7	1	1	1	101	10	0	102	40	0	0			
13	1	2	4	101	10	0	102	40	0	0			
10	1	1	-6	101	10	0	102	40	0	0			
4	1	2	0	101	11	5	-102	20	3	0			
5	1	2	0	-101	1	1	-10	20	0	0			
6	1	-2	1	-7	0	0	-101	1	1	-3			
14	1	-2	0	-13	0	0	101	21	1	3			
103	0	1	0	1	1	0	10	30	7	0			
104	1	1	0	1	0	0	103	31	0	0			
105	1	1	0	1	0	0	103	31	0	0			
8	1	-2	0	-1	0	0	-104	20	0	3			
9	1	2	0	-10	0	0	-104	20	0	3			
11	1	2	0	-10	0	0	-105	20	0	-3			
12	1	-2	0	-13	0	0	-105	20	0	-3			
106	0	1	0	-101	20	16	0	0	0	0			
107	0	2	14	106	40	0	102	40	0	0			
108	0	1	0	107	30	0	102	30	17	0			
15	2	+2	-13	108	40	0	107	50	15	3			
16	2	-2	1	108	40	0	15	20	-12	3			
17	3	-2	0	106	40	0	107	40	0	0			
18	4	-2	1	106	40	0	107	40	0	3			
19	5	-2	0	106	40	0	107	40	0	-3			
20	6	-2	0	102	40	0	107	40	0	-3			
21	7	-2	0	102	40	0	107	40	0	3			

ЕС ЭВМ ФОР.ТРАН		Автоматизированное проектирование штампов ТКСУ, сведения о размерной сетке										№ штампа 1700-1004 Составил Сняжкович Дата 19.05.81 Лист 4 Листов 5	
№ пер. элем.	№ втор. элем.	Вид связи	Сдвиг линий	При-вязка	Доп ориентд	Выноски		Полка	Надпись				
1	4	8	12	20	№ элем.	Угол	Угол	Длина	Тип	Кол-во			
ТКСУ - 17													
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
-4	102	20	-35	25	0	0	0	0	0	0			
13	13	20	0	80	102	-30	0	0	0	2	0		
4	5	10	-8	12	0	0	0	0	0	0			
10	10	50	0	35	101	-30	0	0	0	1	0		
102	103	30	25	30	0	0	30	8	10	0	0		
104	-105	30	82	30	0	0	30	10	10	0	0		
18	18	20	0	-16	102	-30	0	0	-15	3	4		
17	17	20	0	5	102	20	0	0	0	2	0		
16	-16	20	-14	14	108	-90	0	0	0	0	0		
-15	16	20	18	12	0	0	0	0	0	0	0		

ЕС ЭВМ ФОРТРАН	Автоматизированное проектирование штампов ТКСД, сведения о размерной сетке										№ штампа 1280 — 1084	
											Составил Овняков	
											Дата 19.05.81 Лист 5 Листов 5	
№ пер. элем.	№ втор. элем.	Вид связи	Сдвиг разм. линии	Привязка	Доп. ориентация		Выколка		Полка	Надпись		80
1	4	3	12	16	20	№ элем.	Угол	Угол	Длина	Тип	Кол-во	48
ТКСД — 17												
15	15	40	0	0	—5	108	—15	0	—10	0	1	0
107	107	20	0	0	17	106	—30	0	0	0	2	0
107	—15	50	50	50	15	0	0	0	0	0	0	0
101	106	20	105	70	12	0	0	0	0	0	0	0
102	108	30	30	10	0	0	0	45	2	10	0	0

Механические свойства листовых материалов для холодной штамповки

Наименование стали	Марка стали	Состояние	Сопротивление срезу, 10МПа	Предел прочности, 10МПа	Относительное удлинение, %
Тонколистовая * углеродистая обыкновенного качества $s = 0,5 \dots 4$ мм	Ст1	—	28—34	32—40	33—28
	Ст2		29—36	34—42	31—26
	Ст3		33—40	38—47	25—21
	Ст4		36—45	42—52	23—19
	Ст5		43—53	50—62	19—15
	Ст6		52—62	60—72	14—11
	Ст7		60	70	10—8
Тонколистовая углеродистая ка- чественная кон- струкционная $s = 0,2 \dots 4$ мм	08кп	—	25	30	35
	08		28	33	33
	10кп		27	32	33
	10		29	34	31
	15кп		31	36	29
	15		32	38	27
	20кп		33	39	27
	20		36	42	25
	25		39	46	23
	30		43	50	21
	35		46	54	20
	40		49	58	19
	45		52	61	16
	50		54	64	14
Тонколистовая качественная малоуглеродис- тая для автомо- бильных кузовов $s = 0,8 \dots 1,5$ мм	08кп, 08Фкп, 08Ю	—	22—28	26—33	44
	08В		22—29	26—34	42
Листовая низко- легированная конструкцион- ная $s = 4 \dots 10$ мм	15ГС	—	43	50	18
	14ХГС		43	50	18
	10ХГ2СН				
	12ХГН				
	15ХСНД (СХЛ-1)		47	54	16
	10ХСНД (СХЛ-4)				
Тонколистовая легированная конструкцион- ная $s = 0,5 \dots 4$ мм	14ХГ2Н	—	47	54	16
	14ГНД и др.				
	60Г				
	65Г				
	70Г				
	10Г2А				
	25ХГСА				
	30ХГСА				
Тонколистовая высоколегиро- ванная коррози- онно-стойкая и жаростойкая $s = 0,8 \dots 4$ мм	12Г2А	—	42—55	50—65	18
	1Х13		34	40	21
	2Х13		43	50	20
	3Х13		43	50	15
	4Х13		48	56	15
	X17		43	50	18
	X25T, X28		46	54	17

Продолжение приложения 15

Наименование стали	Марка стали	Состояние	Сопротивление срезу, 10МПа	Предел прочности, 10МПа	Относительное удлинение, %
Тонколистовая высоколегированная коррозионно-стойкая и жаростойкая $s = 0,8 \dots 4$ мм	0X18H9	—	46	54	45
	1X19H9		47	55	35
	1X18H9T		46	54	40
	2X18H9		51	60	35
	X18H12B		46	54	40
	X23H18		47	55	40
	X25H20 C2		47	55	35
	X17H2		94	110	10
	2X13H4Г9		56	65	40
Тонколистовая электротехническая кремнистая $s = 0,2 \dots 0,5$ мм	Э11, Э12, Э13	—	35	40	—
	Э31 — Э32, Э21, Э22, Э41 — Э48		43	50	—
	Э310 — Э380		55	65	—
Тонколистовая электротехническая низкоуглеродистая типа Армко $s = 0,2 \dots 4$ мм	Э, ЭА, ЭАА	—	25	30	40
Латунь	Л68	Мягкая холоднокатаная	26	30	40
	Л62		26	30	35
	ЛС59-1		30	35	25
	Л68	Полутвердая холоднокатаная	30	35	25
	Л62		33	38	20
	Л68	Твердая	34	40	15
	Л62	холоднокатаная	36	42	10
	ЛС59-1		40	45	5
Латунь марганцовистая	ЛМц58-2	Мягкая	34	39	30
		Полутвердая	40	45	25
		Твердая	52	60	3
Бронза оловянно-фосфористая и оловянно-цинковая	БрОФ6,5-0,25 БрОЦ4-3	Мягкая	26	30	38
		Твердая	48	55	5
		Особо твердая	50	65	2
Бронза алюминиевая	БрА7	Отожженная	52	60	10
		Неотожженная	56	65	5
Бронза оловянно-свинцово-цинковая	БрОЦС4-4-2,5	Мягкая	24	30	35
		Полутвердая	34—43	40—50	10
Бронза бериллиевая	БрБ2	Мягкая	34—50	40—60	30
		Твердая	55	65	2
Медь	М1, М2 и М3	Мягкая	18	21	30
		Твердая	26	30	3

Продолжение приложения 15

Наименование стали	Марка стали	Состояние	Сопротивление срезу, 10МПа	Предел прочности, 10МПа	Относительное удлинение, %
Алюминий	АД, АД1 А2, А3	Мягкий	7	7,5—11	30—20
		Твердый	11	12—15	9—6
Дуралюмин	Д16А-М Д16А-Т	Отожженный	15—20	18—25	12
		Закаленный	27—30	34—38	15
Магниевый сплав	МА1 МА8 МА1 МА8	Холодный	12—14	17—19	3—5
			15—18	23—24	14—15
		Подогретый до 300° С	3—5	5,5—6	50—52
			5—7	6,5—8	58—60
Никель **	Н1, Н2, Н3	Мягкий	35	40	35
		Твердый	47	55	2
Нейзильбер	МНЦ-15-20	Мягкий	30	35	35
		Твердый	48	55	1
		Особо твердый	56	65	1
Мельхиор	МН19	Мягкий	26	30	30
		Твердый	34	40	3
Цинк	Ц1, Ц2, Ц3, Ц4	—	12—20	14—23	40—36
		—	2—3	2,5—4	50—40
Свинец	С1, С2, С3, С4	—	2—3	2,5—4	50—40
Ковар	Н30К18	Мягкий	38—52	45—60	35—50
Пермаллой	Н78	Мягкий	55—60	65—70	30—35
Нихром	Х20Н80	Мягкий	64—70	75—80	35—45
Ферроникель	Н-52	Мягкий	52—64	60—75	30—35
Титановые сплавы	ВТ1-1 ВТ1-2 ОТ4-1 ОТ4 ВТ5-1 ВТ4 ОТ4-2 ВТ6 ВТ6 ВТ6 ВТ6 ВТ14 ВТ14 ВТ14	Отожженный	39—52	46—60	25—40
			47—64	55—75	22—35
			52—64	60—75	20—35
			60—73	70—85	15—35
			64—80	75—95	12—25
			73—86	85—100	12—22
			86—103	100—120	9—15
			77—95	90—110	10—15
			86—90	100—105	16—18
		Закаленный (с 800—840° С)	95—100	110—115	14—16
			77—95	90—110	8—16
		Состаренный (при 500° С)	82—90	95—105	14—20
			100—120	115—140	7—12
		Отожженный	77—95	90—110	8—16
			82—90	95—105	14—20
		Закаленный (с 820—880° С)	100—120	115—140	7—12
			100—120	115—140	7—12

* Механические свойства сталей даны для отожженного состояния.
 ** Необходимо учитывать сильное упрочнение в процессе деформации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства в машиностроении / Под ред. О. И. Семенкова. — В 2-х т. — Минск: Высшая школа, 1976. — Т. 1. — 351 с.; 1977. — Т. 2. — 334 с.
2. Григорьев Л. Л. Рациональные варианты холодной штамповки. — Л.: Машиностроение, 1975. — 230 с.
3. Григорьев Л. Л., Смирнов Г. В., Панкратов Д. С. Подсистема автоматизированного проектирования технологических процессов холодной листовой штамповки. — Приборы и системы управления, 1976, № 4, с. 54—56.
4. Гривачевский А. Г., Калинин Н. В. Комплексная система автоматизированного проектирования и изготовления разделительных АН штампов для приборостроения «Автоштамп-1П». — Приборы и системы управления, 1975, № 4, с. 51—54.
5. Гусев А. И., Линц В. П. Холодноштамповочное оборудование и его наладка. — М.: Высшая школа, 1977. — 287 с.
6. Динер И. Г. Система ускоренного проектирования и изготовления штампов «Экспресс-штамп». — Электротехническая пром-сть. Технология электротехнического произв., 1979, вып. 1 (116), с. 6.
7. Динер И. Г., Брун В. Я., Стеблюк В. И. Проектирование и изготовление твердосплавных штампов. — Кузнечно-штамповочное производство, 1979, № 8, с. 28.
8. Дружинин Н. С., Цылбов П. П. Выполнение чертежей по ЕСКД. — М.: Изд-во стандартов, 1975. — 544 с.
9. Дурандин М. М., Рымзин Н. П., Шихов Н. А. Штампы для холодной штамповки мелких деталей. Альбом конструкций и схем. — М.: Машиностроение, 1978. — 108 с.
10. Жарков В. А., Тетерин Г. П. Алгоритмы автоматизированного проектирования вытяжки коробчатых деталей из листового металла. — Кузнечно-штамповочное производство, 1979, № 7, с. 30.
11. Зозулевич Д. М. Машинная графика в автоматизированном проектировании. — М.: Машиностроение, 1976. — 240 с.
12. Зубцов М. Е. Листовая штамповка. — Л.: Машиностроение, 1980. — 430 с.
13. Корсаков В. Д. Справочник мастера по штампам. — Л.: Машиностроение, 1972. — 192 с.
14. Методические материалы по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции на предприятиях машиностроения и металлообработки. Государственный комитет цен Совета Министров СССР. М.: ПрейскурантГИЗ, 1976. — 143 с.
15. Мещерин В. Т. Листовая штамповка. Атлас схем. — М.: Машиностроение, 1975. — 227 с.
16. Михаленко Ф. П. Стойкость разделительных штампов. — М.: Машиностроение, 1976. — 208 с.
17. Мовшович А. Я. Система универсально-сборных штампов для листовой штамповки. — М.: Машиностроение, 1977. — 177 с.
18. Методические указания по проектированию штампов листовой штамповки для разделительных операций. РДМУ 80—76. — М.: Изд-во стандартов. — 42 с.
19. Методические указания по проектированию технологической оснастки для штамповки деталей из листовых материалов эластичной средой. РДМУ 95—77. — М.: Изд-во стандартов. — 68 с.

20. Нефедов А. П. Конструирование и изготовление штампов. — М.: Машиностроение, 1973. — 408 с.
21. Номенклатурный справочник. Кузнечно-прессовое оборудование, выпускаемое предприятиями Министерства станкостроительной и инструментальной промышленности в 1980—1981 гг. — М.: НИИМаш, 1980. — 79 с.
22. Общемашиностроительные типовые нормы времени на холодную штамповку, высадку, обрезку и резку. — М.: Отд. НИИТруда, 1973. — 128 с.
23. Расчеты экономической эффективности новой техники. Справочник / Под ред. К. М. Великанова. — М.: Машиностроение, 1976. — 430 с.
24. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке. — Л.: Машиностроение, 1979. — 520 с.
25. Рудман Л. И. Наладка прессов для листовой штамповки. — М.: Машиностроение, 1980. — 219 с.
26. Свешников В. С. Прогрессивная технология листовой штамповки. — Л.: Лениздат, 1974.
27. Средства механизации и автоматизации кузнечно-штамповочного производства. Каталог. — М.: НИИМаш, 1977. — 159 с.
28. Стоян Ю. Г., Панасенко А. А. Периодическое размещение геометрических объектов. — Киев: Наукова думка, 1978. — 174 с.
29. Тетерин Г. Н. Автоматизация технологической подготовки кузнечно-штамповочного производства. — Кузнечно-штамповочное производство, 1976, № 1, с. 4—8.
30. Тетерин Г. П., Жарков В. А. Автоматизация проектирования технологических процессов вытяжки цилиндрических деталей из листового металла. — Кузнечно-штамповочное производство, 1977, № 10, с. 15.
31. Филькин И. Н. Листоштамповочные кривошипные прессы простого и двойного действия. — М.: НИИМаш, 1975. — 15 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	4

Раздел первый

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Глава 1. Общие положения по разработке технологических процессов листовой штамповки	7
1. Операции листовой штамповки	7
2. Штампы для листовой штамповки	11
3. Раскрой материала	12
4. Основные технологические расчеты и последовательность штамповочных операций	19
5. Технологичность деталей	41
Глава 2. Конструирование штампов	46
6. Основные элементы штампов	46
7. Основные расчеты при конструировании штампов. Исполнительные размеры рабочих деталей	52
8. Порядок проектирования и стандартизация штампов	64
9. Материалы и термическая обработка	66
10. Техническая характеристика и выбор кривошипных прессов для листовой штамповки	66
Глава 3. Экономика листовой штамповки	73
11. Себестоимость штампованной детали	73
12. Выбор вариантов технологического процесса и их экономическое обоснование	76
13. Экономический эффект от внедрения технологических процессов листовой штамповки	77

Раздел второй

ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ШТАМПЫ

Глава 4. Штамповка с применением специальных штампов	78
14. Общие положения	78
15. Примеры разработки технологических процессов, оформления расчетно-пояснительной записки и чертежей штампов	79
Глава 5. Изготовление деталей с применением универсально-переналаживаемых штампов	109
16. Общие положения	109
17. Пример разработки технологического процесса и штампов	111

Раздел третий

УСКОРЕННОЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ШТАМПОВ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Глава 6. Ускоренное проектирование технологических процессов и штампов	119
18. Ускоренное проектирование технологических процессов	119
19. Ускоренное проектирование штампов	139
Глава 7. Автоматизация процессов технологической подготовки листоштамповочного производства	143
20. Состояние разработок по проектированию с помощью ЭВМ технологических процессов и оснастки холодной листовой штамповки	143
21. Общие сведения о системе автоматизированного проектирования штампов	151
22. Описание конструкций проектируемых штампов	157
23. Подготовка входных данных при автоматизированном проектировании штампов	165
24. Результаты автоматизированного проектирования штампов	190
Приложения	196
Список литературы	276

ТЕХНОЛОГИЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ



курсовое проектирование