

Цель работы: освоить методику разработки технологического процесса изготовления поковки из стали свободной ковкой.

Материальное обеспечение: методические указания, чертежи деталей, плакаты, литература.

Задание. 1. Изучить методические указания.

2. По чертежу детали (прил. 1) и нижеприведенной таблице разработать технологический процесс изготовления поковки из стали свободной ковкой.

Группа	Номер по списку	Варианты заданий	Размерный коэффициент
1	1–15	1–15	1,1
1	16–30	1–15	1,15
2	1–15	1–15	1,2
2	16–30	1–15	1,25
3	1–15	1–15	1,3
3	16–30	1–15	1,35
4	1–15	1–15	1,4
4	16–30	1–15	1,45
5	1–15	1–15	1,5
5	16–30	1–15	1,55
6	1–15	1–15	1,6
6	16–30	1–15	1,65

3. Заполнить операционно-технологическую карту изготовления кузнечной поковки (прил. 2).

Нагрев металла для свободнойковки

Технологический процесс воздействия на металл внешних сил, под действием которых происходит формоизменение заготовок без разрушения, называется **обработкой давлением**. Различают холодную и горячую обработку металлов давлением. При холодной обработке давлением изменяются механические и физико-химические свойства металла. Твердость, прочность, износостойкость и хрупкость увеличиваются, а пластичность, коррозионная стойкость и электропроводность уменьшаются.

Изменение свойств металла при обработке давлением называется **наклепом**. Наклеп снимается рекристаллизационным отжигом.

$$T_p = 0,4T_{пл},$$

где T_p – температура рекристаллизации;

$T_{пл}$ – абсолютная температура начала плавления сплава.

При горячей обработке металлов давлением происходит одновременно упрочнение и рекристаллизация. Отсюда можно сделать вывод, что обработка давлением, при которой получается наклеп, называется холодной, а при которой наклеп снимается – горячей.

Процесс обработки металлов давлением, при котором металл неограниченно течет во все стороны в пространстве между бойками молота или пресса, называется **свободной ковкой**.

Нагрев заготовок является одной из основных операций свободнойковки. Он должен обеспечить требуемую температуру заготовки, достаточно равномерно распределенную по ее сечению, минимальное окисление и обезуглероживание, сохранение целостности нагреваемого металла, отсутствие микро- и макротрещин. Тепло, необходимое для нагрева металла до ковочной температуры, образуется в результате процесса горения топлива, основным горючим веществом которого является углерод. В зависимости от количества подаваемого в топку воздуха углерод топлива может сгореть полностью и образовать двуокись углерода CO_2 или при недостатке воздуха сгореть не полностью с образованием окиси углерода CO .

В нагревательных печах с ручным обслуживанием топок чаще всего происходит неполное сгорание топлива с образованием окиси углерода. Для полного сгорания топлива воздух подают с избытком на 5–10 % по сравнению с его расчетным значением. Внешним признаком неполного сгорания топлива является образование коптящего пламени в печи, а полного – равномерное заполнение рабочей камеры печи длинным пламенем молочно-белого цвета без ярких блестящих языков.

Для нагрева металла при ковке применяют твердое, жидкое и газообразное топливо, а также электрическую энергию. К твердому топливу относятся каменный уголь, кокс, антрацит; к жидкому – мазут; к газообразному – природный, газогенераторный, доменный, коксовальный газ и др.

Топливо характеризуется теплотой сгорания, и чем она выше, тем топливо ценнее, так как для получения одного и того же количества тепла его требуется меньше. При расчетах расхода твердого, жидкого и газообразного топлива принимают условное топливо с теплотой сгорания, равной $29,4 \cdot 10^3$ кДж/кг. Для перевода любого топлива в условное необходимо действительную теплоту сгорания разделить

на $29,4 \cdot 10^3$ кДж/кг. Полученное отношение называется **калорийным эквивалентом**.

Металлы, обрабатываемые давлением, должны обладать пластичностью, которая характеризуется относительным удлинением, поперечным сужением, пределом прочности, пределом текучести, усилием деформации и другими показателями. Усилие деформации нагретого металла уменьшается примерно в 15–30 раз.

Нагревать металл следует определенное время до соответствующей температуры. Неправильный нагрев может вызвать в металле следующие дефекты: трещины, обезуглероживание, повышенное окисление, перегрев и пережог стали.

При перегреве металла происходит значительный рост зерна. В деталях, изготовленных из остывшей перегретой стали, при эксплуатации могут появиться трещины. Перегрев исправим повторным нагревом с соблюдением режимовковки.

При нагреве металла до температур, близких к температуре плавления, наряду с укрупнением зерна происходит образование окислов не только на поверхности, но и по границам зерен. Из-за укрупнения зерна аустенита и окисления его по границам металл становится очень хрупким и разрушается при ковке. Получается неисправимый брак. Явление образования при нагреве очень крупного зерна в металле с окислами по его границам называется **пережогом**.

Горячая обработка металлов давлением должна осуществляться при температурах ниже температур перегрева и пережога. При этом необходимо соблюдать температуру началаковки (верхний предел), температуру концаковки (нижний предел), продолжительность нагрева заготовки, время выдержки заготовки в печи. Температуры начала и концаковки стали (температурный интервал) можно определить по диаграмме состояния сплавов Fe – Fe₃C. Верхний предел должен быть на 150–200 °С ниже температуры начала плавления, а нижний – выше линии GSK на 30–50 °С. Чем меньше в стали углерода, тем выше температура началаковки. Температурные интервалыковки некоторых сталей приведены в табл. 1.

Температура рабочего пространства печи при нагреве заготовок из низко- и среднеуглеродистых сталей может быть выше температуры началаковки на 100–150 °С (температурный напор). Заготовки из легированных сталей загружаются в печь, имеющую температуру 400–500 °С.

Таблица 1. Температурные интервалыковки некоторых сталей

Наименование сталей	Содержание углерода, %	Температураковки, °С	
		начала	конца
Углеродистые	0,1–0,3	1150–1250	800–850
	0,3–0,5	1100–1200	
	0,5–0,9	1050–1150	
	0,9–1,5	1000–1100	
Легированные	Низколегированные	1100	800–850
	Среднелегированные	1100–1150	
	Высоколегированные	1150	850–900

Важнейшим показателем режима нагрева является время нагрева заготовки до ковочной температуры. Для ориентировочного определения времени нагрева стальных заготовок в пламенной печи можно применить формулу академика Н. Н. Доброхотова

$$\tau = \alpha k D \sqrt{D},$$

где τ – время нагрева от температуры 18 до 1200 °С, ч;

α – коэффициент, зависящий от положения заготовок на поду печи: принимается равным 1–4 (большие значения при плотной укладке);

k – коэффициент, зависящий от нагреваемого металла: для конструкционной углеродистой и низколегированной стали $k = 10$, для высокоуглеродистой и высоколегированной $k = 20$;

D – диаметр, или толщина, заготовки, м.

Время нагрева заготовок из конструкционной углеродистой и низколегированной стали приведено в табл. 2. Время нагрева заготовок из легированных сталей можно принять большим в 1,5–2 раза.

Необходимое количество нагревов и подогревов n (включая первый нагрев) для проведения всех операцийковки определяют по формуле

$$n = \tau_k : \tau_0,$$

где τ_k – суммарное время выполнения всех операций процессаковки (берется из справочников), мин;

τ_0 – время остывания заготовки от 1200 до 800 °С, мин.

Время остывания заготовки

$$\tau_0 = ct,$$

где c – фактор, зависящий от температуры начала ковки: при температуре начала ковки 1000 °С значение $c = 0,12$; 1100 °С – 0,20; 1200 °С – 0,25;

m – фактор, зависящий от размеров заготовки, определяемый по формуле

$$m = \frac{1}{\frac{1}{l} + \frac{1}{b} + \frac{1}{h}},$$

где l, b, h – соответственно длина, ширина и толщина заготовки, мм.

Таблица 2. Время нагрева заготовок из конструкционной углеродистой и низколегированной стали до температуры 1250 °С, мин

Диаметр или сторона квадрата, мм	Температура рабочего пространства печи, °С	Заготовка круглая				Заготовка квадратная			
		Расположение заготовок в печи							
		одиночное	на расстоянии диаметра	на расстоянии 0,5 диаметра	вплотную	одиночное	на расстоянии стороны квадрата	на расстоянии половины стороны квадрата	вплотную
10	1300	2,0	2,5	3,0	4,0	3,0	3,5	5,0	8,0
20		4,0	4,5	5,5	7,5	5,0	6,5	9,0	15,0
30		6,0	7,0	8,5	12,0	8,0	10,5	13,5	23,0
40		8,0	9,5	12,0	16,0	10,5	14,5	18,0	32,0
50		10,5	12,0	15,5	20,5	13,5	18,5	23,0	41,0
60		12,5	14,5	18,5	25,0	16,0	22,0	27,5	50,0
70		14,5	17,5	22,0	29,0	19,0	26,0	32,0	58,0
80		16,5	20,0	25,0	33,0	22,0	30,0	37,0	66,0
90		19,0	22,5	28,0	37,5	24,5	34,0	42,0	76,0
100		21,5	25,0	31,5	42,0	27,5	38,0	46,0	84,0

Контроль качества нагрева металла в кузнечно-штамповочных цехах является важной технологической операцией. Он сводится к проверке температур и времени нагрева заготовок. Для точного контроля температур заготовок и поковок применяют контрольные приборы: термпары, милливольтметры, потенциометры, пирометры и т. д. Приблизительно температуру нагрева стальных заготовок можно определить по цветам каления (табл. 3).

Таблица 3. Цвета каления стали

Цвета каления	Температура, °С
Темно-коричневый	530–580
Коричнево-красный	580–650
Темно-красный	650–700
Темно-вишневый	700–740
Вишнево-красный	750–800
Светло-вишневый	800–830
Светло-красный	830–900
Темно-оранжевый	900–930
Светло-оранжевый	950–980
Желтый	1000–1050
Светло-желтый	1100
Соломенно-желтый	1200
Белый	1300–1400

Для нагрева кузнечных заготовок применяют пламенные и электрические печи и нагревательные устройства. Типы кузнечных печей и условия их применения приведены в табл. 4.

Таблица 4. Типы кузнечных печей и условия их применения

Типы печей	Условия применения, характеристика конструкции
Кузнечные горны открытые и закрытые	Мелкое единичное производство, нагрев мелких и средних заготовок
Камерные с закрывающимися окнами	Мелкосерийное и штучное производство, нагрев мелких и средних заготовок
Крупные камерные с несколькими закрывающимися окнами	Мелкосерийное и штучное производство, нагрев небольших слитков и заготовок разных размеров на переходах ковки в прессовых цехах
Шахтные, колодезные	Производство крупных штучных поковок, подогрев и нагрев крупных слитков и заготовок по определенному режиму
С выдвигаемым подом	Производство средних и крупных штучные поковок, нагрев и подогрев средних и крупных слитков и заготовок по специальному режиму
Толкательные полуметодические и методические	Нагрев в серийном и массовом производстве заготовок квадратного и прямоугольного сечений, допускающих проталкивание. Нагрев постепенный (методический)
С вращающимся подом	Нагрев заготовок любой формы
Установки скоростного нагрева	Массовое производство, нагрев мелких заготовок
Электрические печи сопротивления	Нагрев заготовок небольшого сечения при высоких требованиях к качеству нагрева
Контактный нагрев	Нагрев заготовок небольшого сечения
Индукционный нагрев	Нагрев заготовок переменного сечения. Легкость автоматизации

Основные операции свободной ковки

Свободная ковка – технологический процесс обработки металлов давлением, при котором формообразование поковок происходит под действием ударов или нажимов бойков молота или пресса. Свободной ковкой получают поковки массой от 0,1–0,2 кг до 300 т. Исходными заготовками для свободнойковки являются слитки или прокат различного профиля.

Технологические процессыковки весьма разнообразны и представляют собой сочетания основных кузнечных операций, к которым относятся осадка, вытяжка, гибка, закручивание, прошивка, рубка и кузнечная сварка.

Ниже описаны основные операцииковки.

Осадка – увеличение площади поперечного сечения заготовки за счет уменьшения ее высоты. Осадка не всей, а только части заготовки называется **высадкой** (рис. 1, а).

Вытяжка – увеличение длины заготовки за счет уменьшения ее поперечного сечения (рис. 1, б).

Для нанесения на заготовке разметочных углублений производится наметка (рис. 1, в), являющаяся вспомогательной операцией при вытяжке. Другая вспомогательная операция вытяжки – передача; эта операция заключается в смещении одной части заготовки относительно другой (рис. 1, з).

Для устранения неровностей поверхности поковки и получения более правильной ее формы применяют приглаживание плоским бойком и гладилкой (рис. 1, д).

Прошивка – получение сквозных отверстий в сплошном теле заготовки или углублений (несквозная прошивка), осуществляемое бородками при ручной ковке и прошивными при машинной (рис. 1, е).

Гибка – получение изогнутой формы по заданному контуру (рис. 1, ж).

Закручивание – поворачивание одной части заготовки относительно другой на заданный угол вокруг общей оси. На рис. 1, з показана ковка двухколенчатого вала до закручивания I и после закручивания II. На рис. 1, и показана установка заготовки при операции закручивания.

Рубка – отделение одной части заготовки от другой с помощью зубила или кузнечного топора (рис. 1, к).

Сварка – соединение двух концов заготовки или двух заготовок.

На рис. 1, л, м, н показаны способы сварки внахлестку, в паз и встык соответственно.

Прочие операции свободнойковки являются, по существу, лишь разновидностями описанных выше или их сочетаниями. Изготовление разнообразных поковок заключается в применении этих операций в последовательности, определяемой формой и размерами подлежащей обработке детали.

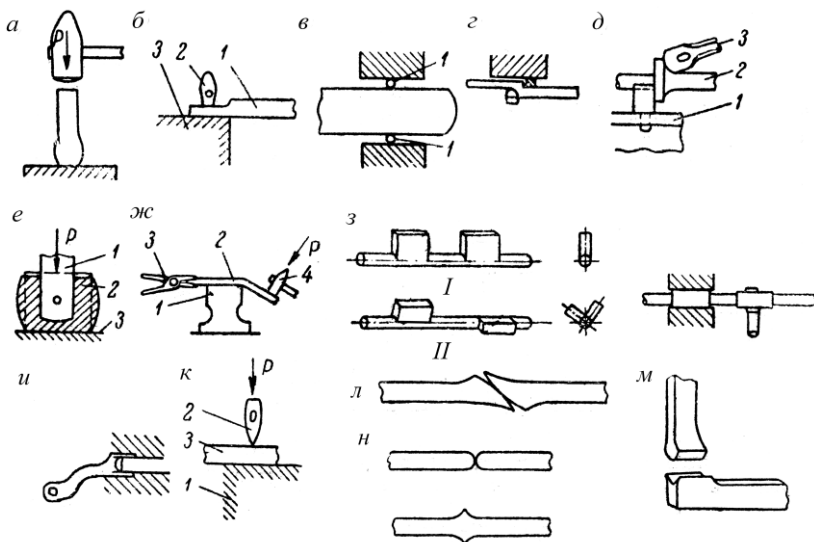


Рис. 1. Операцииковки: а – высадка; б – вытяжка: 1 – обрабатываемая полоса; 2 – молот; 3 – наковальня; в – наметка: 1 – круглая раскатка; г – передача; д – приглаживание: 1 – наковальня; 2 – деталь; 3 – гладилка; е – прошивка: 1 – прошивень; 2 – обрабатываемый кусок металла; 3 – наковальня; ж – гибка: 1 – наковальня; 2 – полоса металла; 3 – клещи; 4 – молот; з – поковка двухколенчатого вала: I – до закручивания; II – после закручивания; и – закручивание; к – рубка: 1 – наковальня; 2 – зубило; 3 – обрабатываемая заготовка; л – кузнечная сварка внахлестку; м – кузнечная сварка в паз; н – кузнечная сварка встык

Разработка эскиза поковки, определение ее массы и размеров

Технологический процесс свободнойковки состоит из совокупности кузнечных операций. Отковать одну и ту же поковку можно различными способами. При разработке технологического процесса выбирают наиболее рациональные пути, которые обеспечивают лучшее

качество поковки, дают минимальные затраты труда и снижают расход металла.

Изготавливают поковки по карте технологического процесса, в которой должно быть указано следующее: эскизы детали и поковки, марка стали, размер и масса заготовки, масса поковки, последовательность операций, операционные эскизы, оборудование, инструмент и приспособления, продолжительность нагрева заготовки, температура рабочего пространства печи перед загрузкой заготовки, температура начала и концаковки, разряд работы и другие сведения.

Исходным документом при разработке технологического процесса свободнойковки является эскиз детали с техническими требованиями к ней, по которому разрабатывается эскиз поковки (прил. 3, 4). Эскиз поковки отличается от эскиза детали тем, что ее размеры больше на величину припуска на обработку и допуска на точность изготовления. Кроме того, форма поковки иногда упрощается в результате оставления в некоторых местах ее избыточного металла, называемого **напуском**.

Припуск – предусмотренное превышение размеров поковки против номинальных размеров детали, обеспечивающее после механической обработки требуемые размеры детали и заданную шероховатость ее поверхности. Припуски на механическую обработку можно приближенно определить по формулам:

а) на диаметр, или толщину, поковки

$$Z_1 = 0,06D + 0,0017L + 2,8 \text{ мм};$$

б) на длину поковки

$$Z_2 = 0,08D + 0,002L + 10 \text{ мм},$$

где D – диаметр, или толщина, поковки, мм;

L – длина поковки, мм.

Напуск – увеличенный припуск, упрощающий конфигурацию поковки ввиду невозможности или нерентабельности ее изготовления в соответствии с контуром детали.

Допуск – допустимое поле отклонений, т. е. разность между наибольшим и наименьшим допустимыми размерами поковки. Например, диаметр поковки $D = 200 \pm 5$ мм: 200 мм – номинальный размер; +5 и –5 мм – верхнее и нижнее отклонения номинального размера; $200 + 5 = 205$ мм – наибольший размер; $200 - 5 = 195$ мм – наимень-

ший размер; $205 - 195 = 10$ мм – допуск. Допуск может быть найден также как разность верхнего и нижнего отклонений: $+5 - (-5) = 10$ мм. Отклонения размеров поковки от номинального значения при симметричном расположении поля допуска можно приближенно определить по формулам:

а) на диаметр, или толщину, поковки

$$\Delta_D = \pm(0,028D + 0,0004L + 0,5) \text{ мм};$$

б) на длину поковки

$$\Delta_L = \pm(0,03D - 0,003L + 1,2) \text{ мм}.$$

После получения номинальных размеров поковки по этим размерам обводят контур детали жирной линией. Проводят размерные линии. Над этими линиями проставляют номинальные размеры поковки с предельными отклонениями, а под линиями, в скобках, указывают номинальные размеры готовой детали (прил. 3).

Например, чертеж поковки на вал-шестерню можно выполнить следующим образом. Так как величина впадины под кольцо пружинное и выемки для прохода подшипника у рассматриваемой поковки меньше минимальных по ГОСТ 7829, то их при ковке не будут выполнять, а вместо них назначают напуски 2 и 3, напуск 1 на шпоночную канавку, напуск 4 на впадины между зубьями и напуск 5 на торцовую выемку оставлены потому, что их затруднительно выполнить ковкой. Для номинального размера 75 готовой детали находится величина припуска, равная 7 мм, и предельные отклонения на него 2 мм. Следовательно, в этом месте размер поковки с предельными отклонениями будет равен сумме: $(75 + 7) \pm 2 = 82 \pm 2$. Аналогично получены и все другие диаметральные размеры поковки.

В прил. 4, *a* показана поковка, выполненная с припуском 1 на отверстие, а в прил. 4, *б* – с напуском 2 вместо отверстия, так как отношение высоты этого отверстия к его диаметру больше трех, т. е. $180 : 50 = 3,6$.

Следует отметить, что напуски на чертеже поковки никак не выражаются – место напуска остается пустым, если он наружный. В прил. 3 это показано выше оси симметрии вал-шестерни, а для лучшего понимания эти же напуски ниже оси симметрии вал-шестерни заштрихованы в клетку.

Припуски и напуски на отверстия штрихуются заодно с условно рассеченным телом поковки, что показано в прил. 4 цифрами 1 и 2.

На листе, где изображен чертеж поковки, обычно в его правой части записывают технические условия на изготовление поковки.

При изготовлении поковки свободной ковкой из проката масса исходной заготовки m_3 определяется по зависимости

$$m_3 = m_n + m_y + m_o + m_b,$$

где m_n – масса поковки;

m_y – потери металла на угар;

m_o – масса отхода металла на обрубку;

m_b – масса отхода металла на выдру.

Масса поковки m_n определяется по ее эскизу методом разбивки поковки на участки простой геометрической формы, суммирования ее отдельных объемов и умножения на плотность металла:

$$m_n = \frac{V_n \rho}{1000},$$

где V_n – суммарный объем поковки, см³;

ρ – плотность металла, для стали $\rho = 7,8$ г/см³.

Потери металла на угар m_y составляют 2–3 % от массы поковки за первый нагрев и 1,5–2 % за каждый подогрев заготовки.

Массу отхода металла на обрубку m_o в зависимости от профиля заготовки можно определить по формулам:

$$m_{o,кр} = l_{кр} F_{кр} \rho = (0,35D + 13) F_{кр} \rho;$$

$$m_{o,кв} = l_{кв} F_{кв} \rho = (0,25A + 15) F_{кв} \rho,$$

где $m_{o,кр}$, $m_{o,кв}$ – масса на обрубку соответственно круглого или квадратного конца поковки;

$l_{кр}$, $l_{кв}$ – длина обрубаемого конца круглой или квадратной поковки;

$F_{кр}$, $F_{кв}$ – площадь поперечного сечения обрубаемого конца круглой или квадратной поковки;

ρ – плотность металла поковки;

D – диаметр обрубаемого конца круглой поковки;

A – сторона обрубаемого конца квадратной поковки.

Масса выдры при прошивке сплошным прошивнем с подкладным кольцом

$$m'_в = 0,75 \frac{\pi d^2}{4} h' \rho,$$

где d – диаметр выдры;

h' – высота выдры, $h' = (0,75 \dots 1) h_0$, где h_0 – высота заготовки;

ρ – плотность металла.

Масса выдры при прошивке пустотелым прошивнем

$$m''_в = 1,15 \frac{\pi d^2}{4} h'' \rho,$$

где h'' – высота выдры, $h'' = 1,1 h_0$.

При выборе площади поперечного сечения исходной заготовки необходимо учитывать степень уковки

$$У = F_3 : F_{п},$$

где F_3 – площадь поперечного сечения заготовки;

$F_{п}$ – наибольшая площадь поперечного сечения поковки.

Степень уковки для заготовок из проката берется равной 1,3–1,5.

Длина заготовки определяется по зависимости

$$L_3 = V_3 : F_3,$$

где V_3 – объем заготовки;

F_3 – принятая площадь поперечного сечения заготовки.

Следует учитывать, что для поковок, изготавливаемых осадкой, во избежание изгиба длина заготовки должна быть не больше 1,5–2,5 ее диаметра.

Выбор кузнечного оборудования

Для изготовления поковок небольших размеров применяются пневматические молоты. Масса падающих частей молота определяется по зависимости

$$M = kF_3,$$

где M – масса падающих частей молота, кг;

k – коэффициент, равный 5 – для углеродистой, 7 – для легированной стали;

F_3 – площадь поперечного сечения заготовки, см².

Ориентировочно масса падающих частей молота может быть выбрана в зависимости от массы поковки по табл. 5.

Таблица 5. **Выбор массы падающих частей молота**

Масса падающих частей, кг	Масса фасонных поковок, кг		Максимальный диаметр заготовки (сторона квадрата), мм
	средняя	максимальная	
50	0,4	1	40
100	0,5	2	50
150	1,5	4	60
200	2	6	70
300	3	10	85
400	6	18	100
500	8	25	115
750	12	40	135
1000	20	70	160

Определив массу падающих частей молота, по табл. 6 находят его модель.

Таблица 6. **Характеристика пневматических ковочных молотов**

Модель молота	ПМ-50	МА-411	МБ-412	М-13	МПН-300	М-415А	МА-417	М-418
Номинальная масса падающих частей, кг	50	75	150	250	300	400	750	1000

В кузнечном производстве кроме молотов применяются разнообразные инструменты и приспособления.

Кузнечный инструмент делится на основной, вспомогательный и измерительный.

Основным инструментом при ручной свободной ковке являются наковальни, кувалды, ручки, бородки, зубила, гладилки; при машинной ковке – это бойки, обжимки, пережимки, топоры, прошивки и др.

Вспомогательный инструмент – клещи, манипуляторы, кантователи и другие устройства, предназначенные для удерживания заготовок.

Измерительный инструмент – кронциркули, линейки, угломеры, шаблоны, штангенциркули, индикаторы и др.

Составление технологической карты

Технологическая карта изготовления кузнечной поковки составляется согласно представленной форме. Выполняемые кузнечные работы относят к III–VI разрядам.

Последовательность устанавливают в зависимости от конфигурации поковки и технических требований на нее, от вида заготовки (слиток или прокат).

В качестве примера на рис. 2 приведена последовательностьковки двух поковок: полого массивного цилиндра из слитка на прессе и рычага с вилкой на молоте.

Цилиндр куют из стального слитка (сталь 40) массой 18 т с пяти нагревов. После первого нагрева протягивают прибыльную часть под патрон, слиток на диаметр 1000 мм, отрубают донную и прибыльную части слитка (рис. 2, *а*). После второго нагрева выполняют осадку, прошивку отверстия и раскатку на оправке (рис. 2, *б*). После третьего – посадку на оправку и протяжку на длину 1100 мм (рис. 2, *в*). После четвертого – посадку на оправку и протяжку средней части на диаметр 900 мм (рис. 2, *г*). После пятого нагрева (нагревают только конец *А*) заковывают конец *А*.

Ковка рычага с вилкой из стального проката квадратного сечения показана на рис. 2, *д–з*. Нагретую заготовку протягивают на прямоугульник и пережимают металл для щек (рис. 2, *д*). Затем отковывают щеки (рис. 2, *е*) и загибают в приспособлении (рис. 2, *ж*), пережимают металл для стержня и протягивают до нужного диаметра (рис. 2, *з*). Конец стержня отрубают на заданную длину.

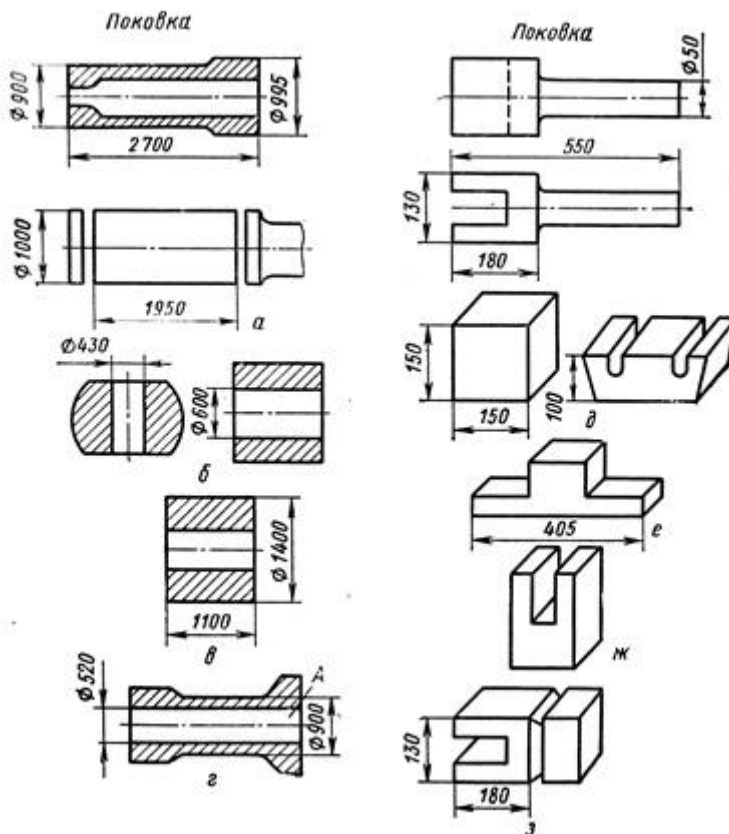


Рис. 2. Последовательность операцийковки пологод цилиндра и рычага с вилкой

Технологические требования к деталям

Требования к деталям, получаемым из кованых поковок, сводятся главным образом к тому, что поковки должны быть наиболее простыми, очерченными цилиндрическими поверхностями и плоскостями (рис. 3, а–г).

Следует избегать в поковках конических (рис. 3, д) и клиновых (рис. 3, е) форм.

Надо учитывать трудность выполнения ковкой участков пересече-

ний цилиндрических поверхностей между собой (рис. 3, ж) и с призматическими поверхностями (рис. 3, з).

В поковках необходимо избегать ребристых сечений, бобышек, выступов и т. п., учитывая, что эти элементы в большинстве случаев изготовить ковкой невозможно.

В местах сложной конфигурации приходится прибегать к напускам в целях упрощения конфигурации поковки, что вызывает удорожание детали. Кроме того, следует стремиться, чтобы конфигурация детали позволяла получить при ковке наиболее благоприятное расположение волокон.

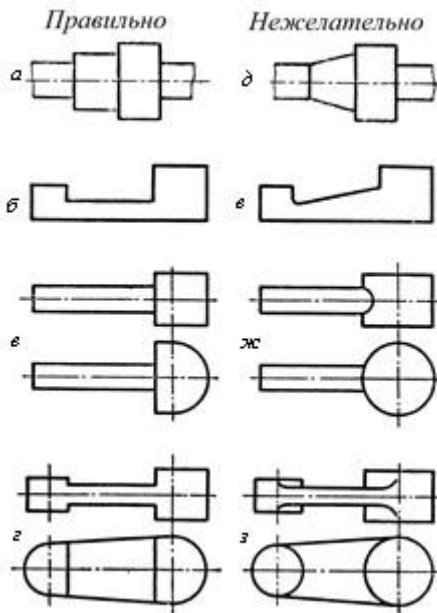


Рис. 3. Правильные и нежелательные формы поковок

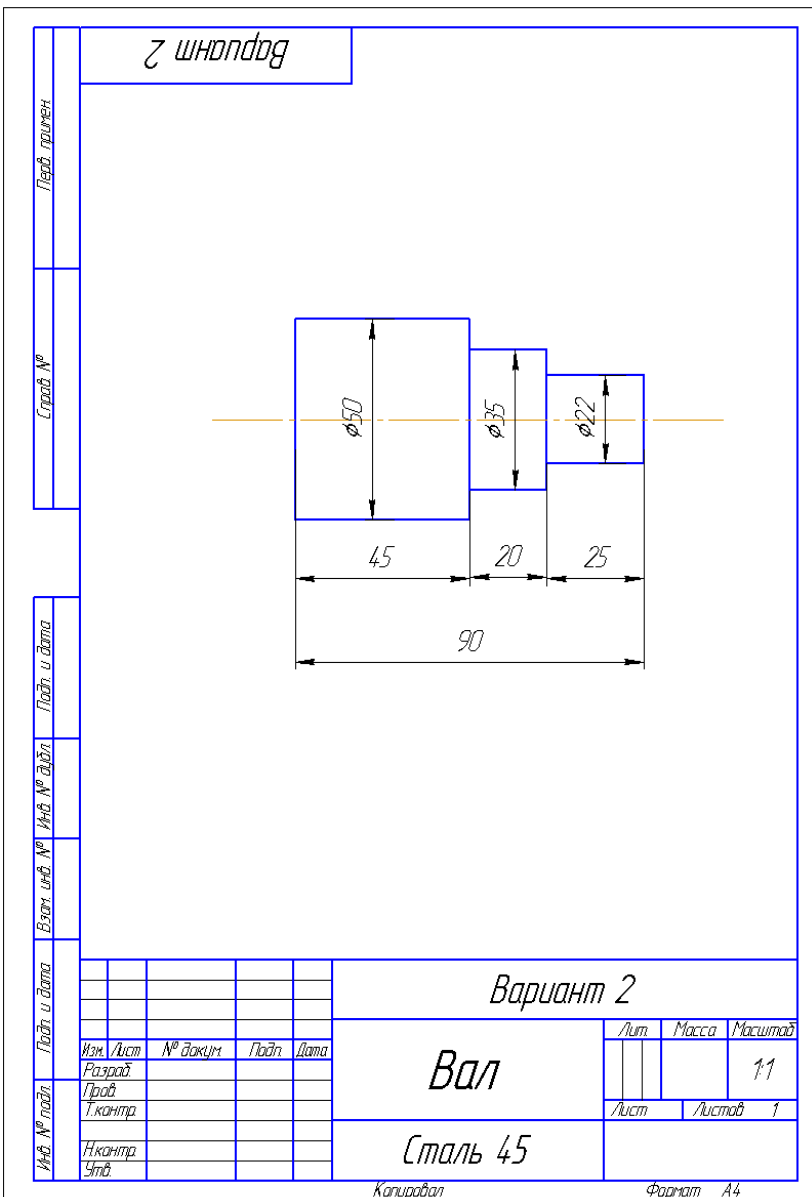
Технологические особенностиковки высоколегированных сталей и цветных металлов обусловлены отличием их технологических свойств от свойств углеродистых и низколегированных конструкционных сталей.

Контрольные вопросы

1. Что называется свободной ковкой?
2. Понятие холодная и горячая обработка давлением.
3. Что такое наклеп?
4. Как определяется температура начала и концаковки?
5. Как определить время нагрева заготовок до ковочных температур?
6. Что такое допуск, припуск и напуск?
7. Какие вы знаете операции свободнойковки?
8. Дайте характеристику операций свободнойковки.
9. Что такое технологическая карта?
10. Как составляется технологическая карта?
11. Поясните технологию изготовления свободнойковкой какой-либо детали.
12. Как подобрать пневматический молот?
13. Как разработать эскиз поковки?
14. Что такое перегрев и пережог металла?
15. Место свободнойковки в ремонтном деле.

ЛИТЕРАТУРА

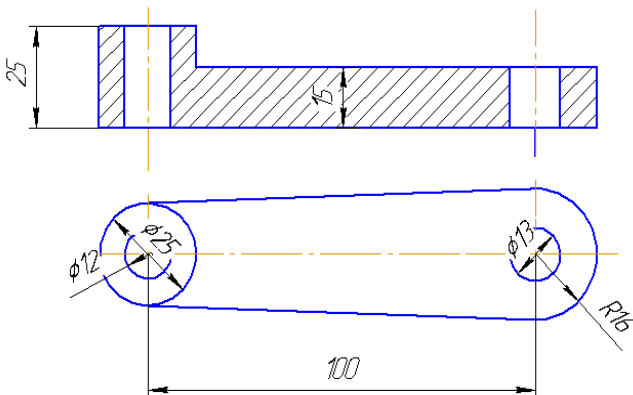
1. Технология конструкционных материалов / А. М. Дальский [и др.]. – М.: Машиностроение, 1977. – 448 с.
2. Кондратьев, Е. Г. Технология конструкционных материалов и материаловедение / Е. Г. Кондратьев. – М.: Колос, 1983. – 272 с.
3. Кордюков, В. П. Свободная ковка на молотах / В. П. Кордюков, Б. Л. Коротких. – М.: Машиностроение, 1974. – 209 с.
4. Семенов, Е. И. Ковка и объемная штамповка / Е. И. Семенов. – М.: Высш. шк., 1972. – 384 с.
5. Шапиро, А. А. Учебник сельского кузнеца / А. А. Шапиро. – М.: Высш. шк., 1971. – 64 с.
6. Барановский, М. Д. В помощь кузнецу-штамповщику / М. Д. Барановский. – Минск: Беларусь, 1976. – 192 с.
7. Машиностроительные материалы / под ред. В. М. Раскатова. – М.: Машиностроение, 1980. – 440 с.



7 ШХНД08

Левый проточен

Справ №



Подп. и дата

Инд № дробл.

Взам. инв №

Подп. и дата

Инд № подл.

Вариант 4

Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.			
Проб.			
Т.контр.			
И.контр.			
Этб.			

Шатун

Сталь 40

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

Копировал

Формат А4

5 вариант

Перв. примен.

Справ. №

Лист и дата

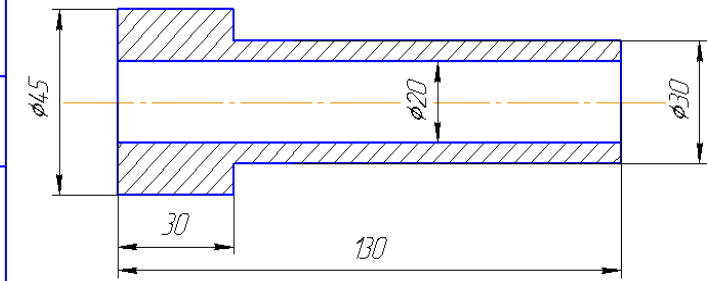
Изм. №

Лист и дата

Изм. №

Лист и дата

Изм. №



Вариант 5

Втулка

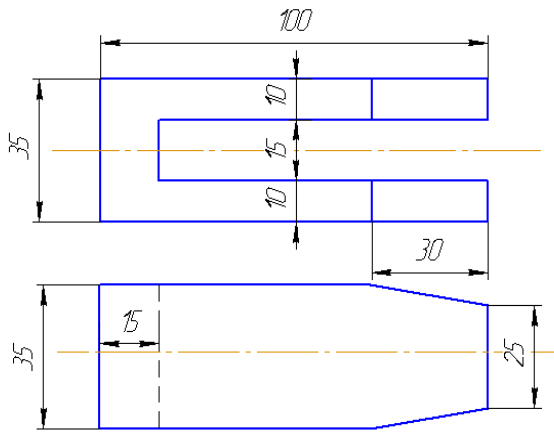
Сталь 50

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

Копировал

Формат А4

9 шкандог



Лев. примен.					Вариант 6			
Справ. №								
Подп. и дата					Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инд. № дробл.								
Взам. инв. №					Лит.	Масса	Масштаб	
Подп. и дата								
Инд. № лист.					Скоба			
Разраб.								
Проб.					Лист	Листов	1	
Т.контр.								
И.контр.					Сталь 30			
Этп.								

Копировал

Формат А4

Вариант 7

Перв. примен.

Сталь №

Лист и дата

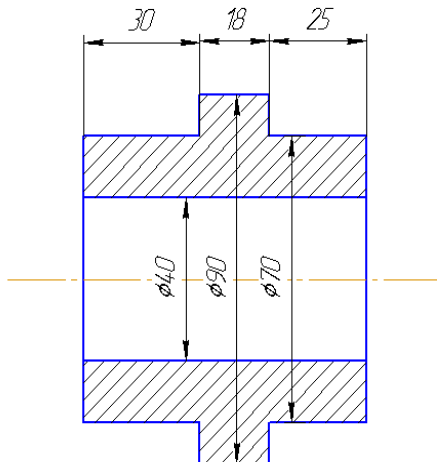
Инд № дѣл.

Взам. инв. №

Лист и дата

Инд № лист.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Проб.				
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				



Вариант 7

Втулка

Сталь 35

Лит	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

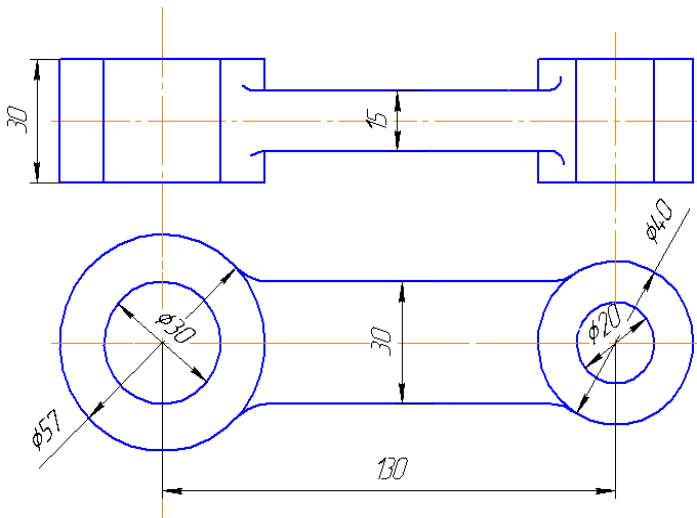
Копировал

Формат А4

8 вариант

Левый проточен

Сторона №



Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.				
Проб.				
Т.контр.				
Н.контр.				
Этд.				

Вариант 8

Рычаг

Ст 5

Лист	Масса	Масштаб
1		1:1
Лист	Листов	1

Копировал

Формат А4

6 вариант

Лист примен

Строч №

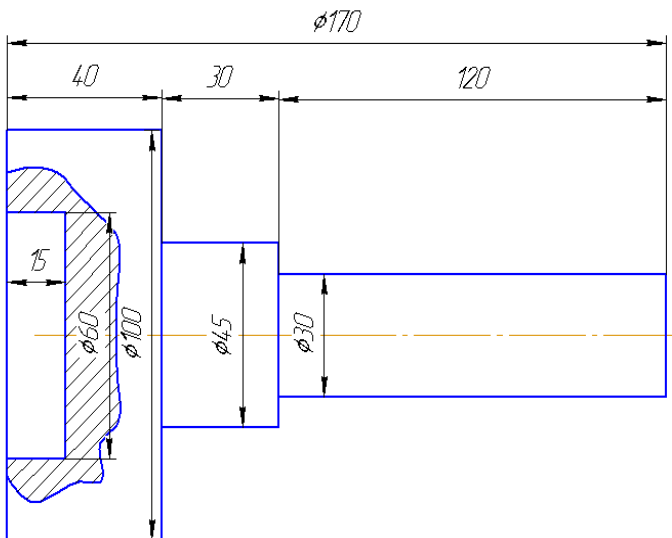
Лист и дата

И-в № э-д-л

Взам. инв. №

Лист и дата

И-в № лист



Вариант 9

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Проб.				
Т.контр.				
И.контр.				
Этб.				

Вал

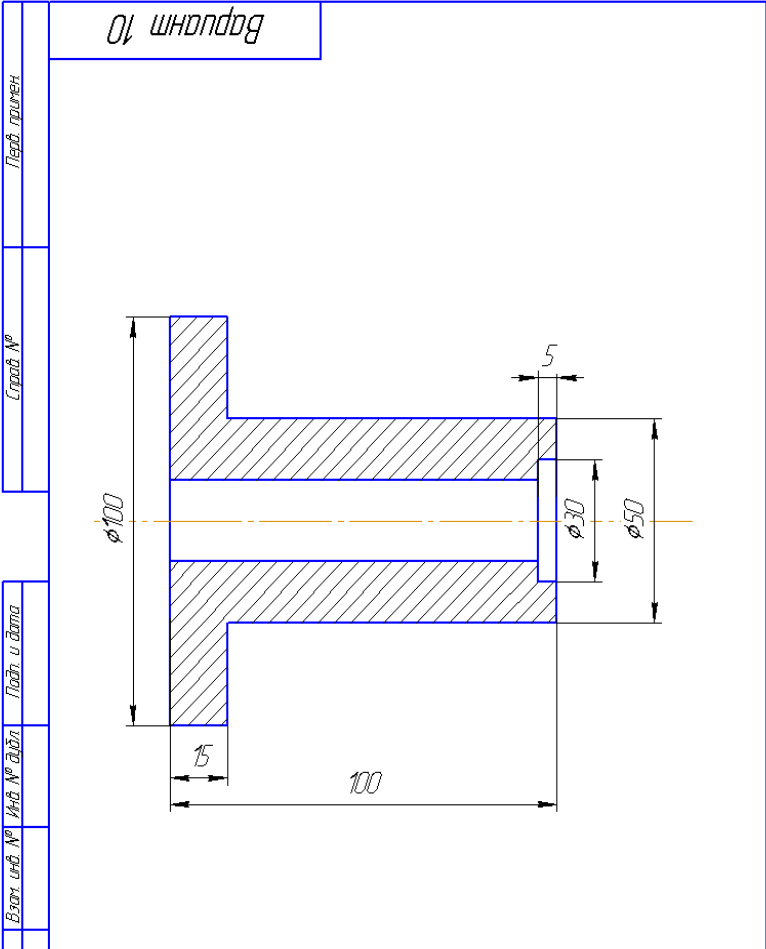
Сталь 65Г

Лист	Масса	Масштаб
1		1:1
Лист	Листов	1

Копировал

Формат А4

Вариант 10



Перв. примен.	Стор. №	Имя № д/л	Взам. инв. №	Лист и дата	Вариант 10			
		Имя № д/л	Лист и дата					
Имя № лист.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
	Разраб.							1:1
	Проб.					Лист	Листов	1
	Т.контр.							
	И.контр.							
Утв.								
Втулка						Сталь 30ХГС		

Копировал

Формат А4

Вариант 11

Левый проточен

Степень №

Листы и дата

И-в. № эб/дл

Взам. инв. №

Листы и дата

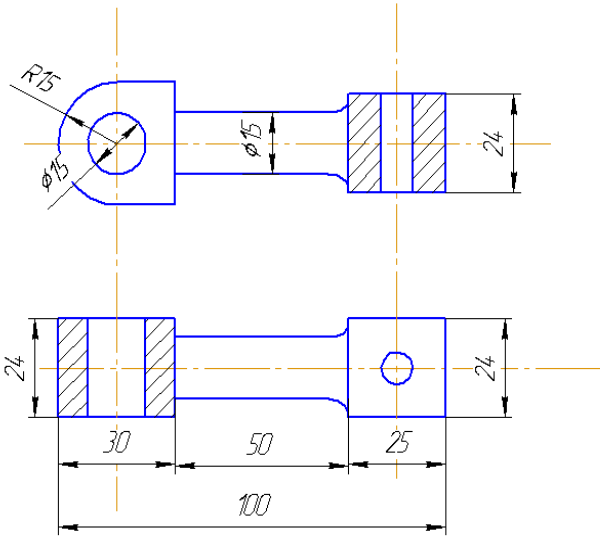
И-в. № лист

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Проб.				
Т.контр.				
И.контр.				
Этб.				

Вариант 11

Вал

Сталь 25



Лист	Масса	Масштаб
1		1:1
Лист	Листов	1

Копировал

Формат А4

Вариант 12

Перв. примен.			
Строч. №			
Подп. и дата			
Инд. № отд.			
Взам. инв. №			
Подп. и дата			
Инд. № подл.			

$\phi 45$ $\phi 60$
 20 15 40 15 20

				Вариант 12			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
					1		1:1
Разраб.					Лист	Листов	1
Пров.							
Т. контр.							
И. контр.							
Утв.							

<h2 style="margin: 0;">Вал</h2> <h3 style="margin: 0;">Сталь 50</h3>	
--	--

Копирадал

Формат А4

Вариант 13

Левый прорез

Сторона №

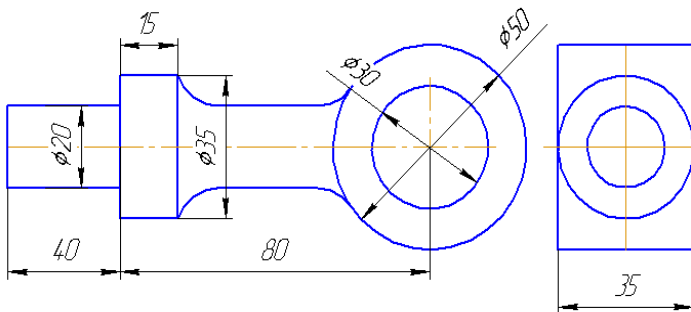
Лист и дата

Инд № дробл

Взам. инв №

Лист и дата

Инд № лист



Вариант 13

Шатун

Сталь 45

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

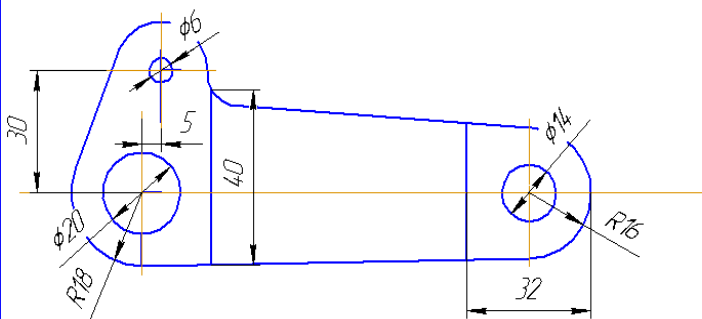
Копировал

Формат А4

№ 14

Перв. примен.

Сталь №



Лист и дата

Изм. №

Взам. инв. №

Лист и дата

Изм. №

Вариант 14

Кронштейн

Сталь 35

Лист	Масса	Масштаб
11		
Лист	Листов	1

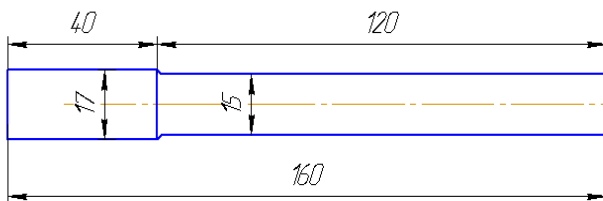
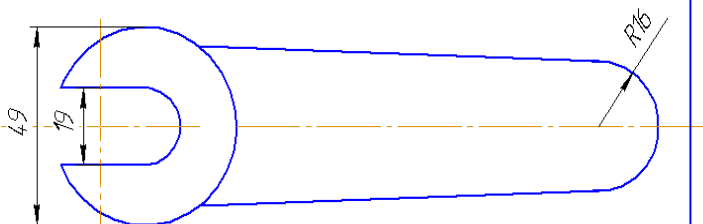
Копировал

Формат А4

Вариант 15

Лист. номер

Справ. №



Лист. и дата

Инв. № дил

Взам. инв. №

Лист. и дата

Инв. № лист

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.					
Проб.					
Т. контр.					
Н. контр.					
Этб.					

Вариант 15

Ключ

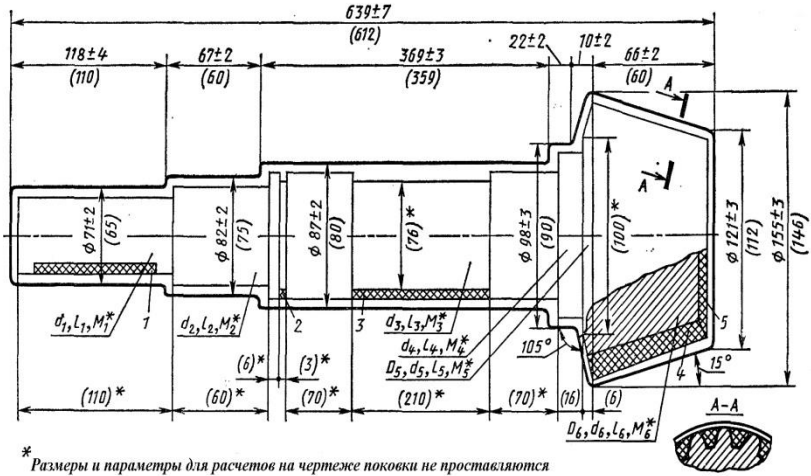
Сталь 45

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

Копировад

Формат А4

Чертеж на поковку детали вал-шестерня



Образцы поволок с обозначением припусков, напусков и предельных отклонений

