

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Материаловедение в машиностроении»

И. Н. Степанкин, М. М. Рыженко

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
по одноименному курсу для студентов
машиностроительных специальностей
дневной формы обучения**

Гомель 2010

УДК 621.7(075.8)
ББК 34.2я73
С79

*Рекомендовано научно-методическим советом
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 3 от 23.06.2009 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Машины и технология литейного производства» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *Л. Е. Ровин*;
науч. сотрудник ИММС НАН Беларуси им. В. А. Белого *М. Ю. Целуев*

Степанкин, И. Н.
С79 Технология материалов : лаборатор. практикум по одноим. курсу для студентов машиностр. специальностей днев. формы обучения / И. Н. Степанкин, М. М. Рыженко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 180 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Представлены методика выполнения лабораторных работ, теоретические сведения о технологических процессах, применяемом оборудовании и технологической оснастке при литье, давлении, резании, сварке.

Для студентов машиностроительных специальностей дневной формы обучения.

УДК 621.7(075.8)
ББК 34.2я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2010

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные работы по технологии материалов предназначены для студентов машиностроительных и механических специальностей.

Лабораторный практикум составлен в соответствии с учебной программой дисциплины «Технология конструкционных материалов» Министерства образования РБ для студентов средних и высших учебных заведений и предусматривает выполнение лабораторных и практических работ по разделу «Основы сварочного производства».

В работах представлена методика выполнения работ, теоретические сведения о технологических процессах, применяемом оборудовании и технологической оснастке при литье, давлении, резании, сварке. Приводятся примеры проектирования отдельных технологических операций, справочные данные, порядок выполнения работ и рекомендации по составлению отчета.

Лабораторный практикум позволит закрепить теоретический материал и приобрести навыки самостоятельной работы, необходимые на производстве и в научных исследованиях.

Лабораторная работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ ИЗ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: ознакомить студентов с методами определения свойств формовочных смесей, технологией ручной формовки литейных форм, изучить влияние состава формовочных смесей на их газопроницаемость и прочность.

Оборудование и материалы: лабораторные бегуны; лабораторный копер; технические весы с разновесами; приборы для определения газопроницаемости, пределов прочности смеси при сжатии и растяжении; мензурка; металлическая гильза с поддоном; выталкиватель; стержневой ящик; короб для смесей; сухой песок; формовочная глина; угольный порошок; опоки (верхняя и нижняя); плиты модельные (верхняя и нижняя); модель отливки; модели литниковой системы.

Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия приборов для определения свойств смесей.
2. Приготовить составы формовочных и стержневых смесей.
3. Изготовить по три образца из формовочных смесей для исследования газопроницаемости и сырой прочности в зависимости от состава смеси.
4. Изготовить по три образца из стержневой смеси для испытания на растяжение, установить их в печь для сушки.
5. Определить газопроницаемость, прочность сырой смеси на сжатие, прочность сухой стержневой смеси на растяжение.
6. Дать оценку влияния состава смесей на газопроницаемость и прочность.

Общие сведения

Формовочные и стержневые смеси применяют для изготовления литейных песчано-глинистых форм, используемых для получения отливок из различных металлов и сплавов.

Формовочные и стержневые смеси получают из свежих материалов с добавлением бывшей в употреблении формовочной смеси. Процесс приготовления смесей состоит из трех этапов:

- 1) подготовка свежих формовочных материалов;

- 2) подготовка оборотной смеси;
- 3) перемешивание полученных составляющих.

При выполнении лабораторной работы формовочная смесь готовится из свежих, предварительно высушенных песка и глины, песок просеивают, глину размалывают и просеивают. Смешивание компонентов формовочной смеси осуществляют в лабораторных бегунах, где смесь перемешивается и каждая песчинка под катком получает вращательное движение. Вследствие этого она покрывается тонким слоем глины.

Лабораторные бегуны имеют следующее устройство (рис. 1.1). В центре круглой части дна бегунов находится вертикальный вал, на котором крепится траверса с катками 1. При вращении вала за счет сил трения катков о смесь они вращаются вокруг оси и катятся по смеси, перетирая смесь. Кроме катков на траверсе закреплены плужки 2, которые подгребают смесь под катки. Готовая смесь выгружается через окно 3, расположенное в дне чаши. Окно открывается специальным механизмом

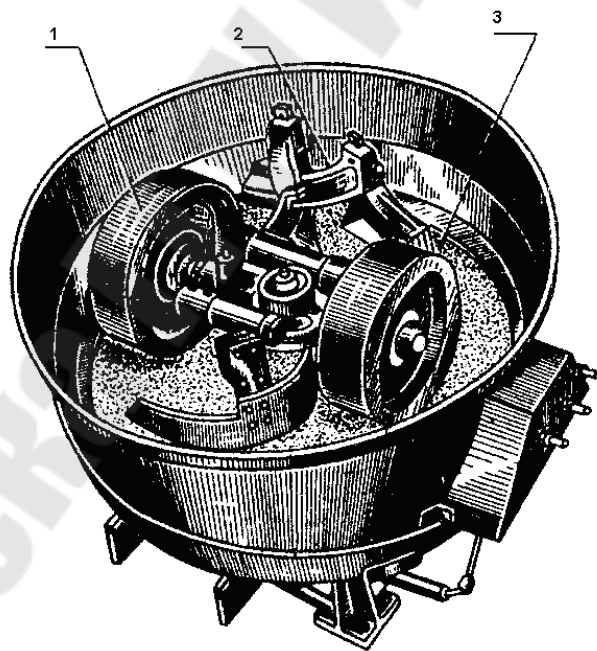


Рис. 1.1. Лабораторные бегуны

Загрузка компонентов при приготовлении смеси осуществляется в такой последовательности: загружают в работающие бегуны сухой песок, затем добавляют воду и после двух-трех минут перемешивания вводят глину и перемешивают еще 2-3 минуты.

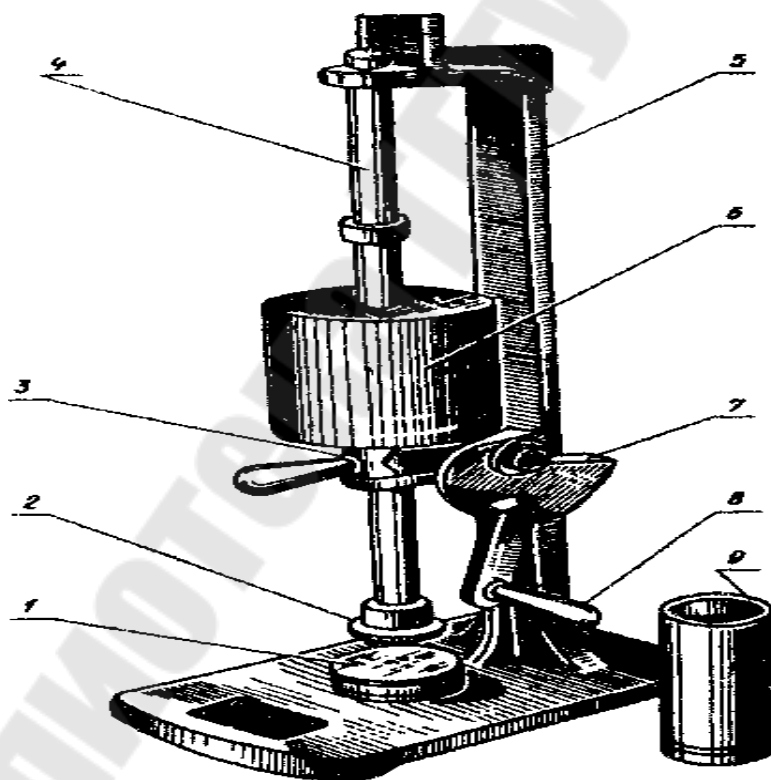
Свойства изготовленной смеси зависят от количества глины, песка и его зернистости, количества воды и других факторов.

Для получения отливок требуемого качества в песчано-глинистых формах формовочная смесь должна обладать определенными свойствами: прочностью, газопроницаемостью, противопрigarностью, податливостью и т.д. Основными из этих свойств считаются прочность и газопроницаемость.

Поэтому в данной лабораторной работе будут исследоваться газопроницаемость, прочность в сыром и сухом состоянии.

Газопроницаемость - способность смесей вследствие своей пористости пропускать образующиеся в форме газы при заливке ее расплавленным металлом. Газопроницаемость улучшается с увеличением зернистости и однородности песка, а также по мере уменьшения глины, влаги и плотности набивки.

Для установления зависимости газопроницаемости формовочной смеси от содержания глины или влаги, а также плотности набивки, из нее изготавливают стандартные образцы диаметром $50 \pm 0,8$ мм на лабораторных копрах (рис. 1.2).



1.2. Лабораторный копер

Металлическую гильзу 9 устанавливают на поддон 1 и в нее высыпают навеску (~170 г) формовочной смеси и следят, чтобы поверх-

ность насыпанного слоя смеси перед уплотнением была горизонтальной. Подъемником 3 копра поднимают шток 4 с грузом 6. После этого на станину по центровочному отверстию устанавливают поддон с гильзой 4, плавно опускают в гильзу боек 2 до соприкосновения его со смесью. Уплотняют смесь тремя ударами груза 6, который поднимается по штоку эксцентриком 7 при вращении рукоятки 8. Высоту образца при уплотнении контролируют по трем горизонтальным рискам, нанесенным на стойке 5 станины. Совпадение верхнего торца штока со средней рисккой соответствует высоте образца 50 мм. Крайние риски указывают на допустимые отклонения высоты образца.

После этого гильзу с уплотненной формовочной смесью и поддоном снимают с копра, отделяют поддон от гильзы, а затем образец смеси вместе с гильзой устанавливают на чашку затвора 9 прибора для определения газопроницаемости (рис. 1.3).

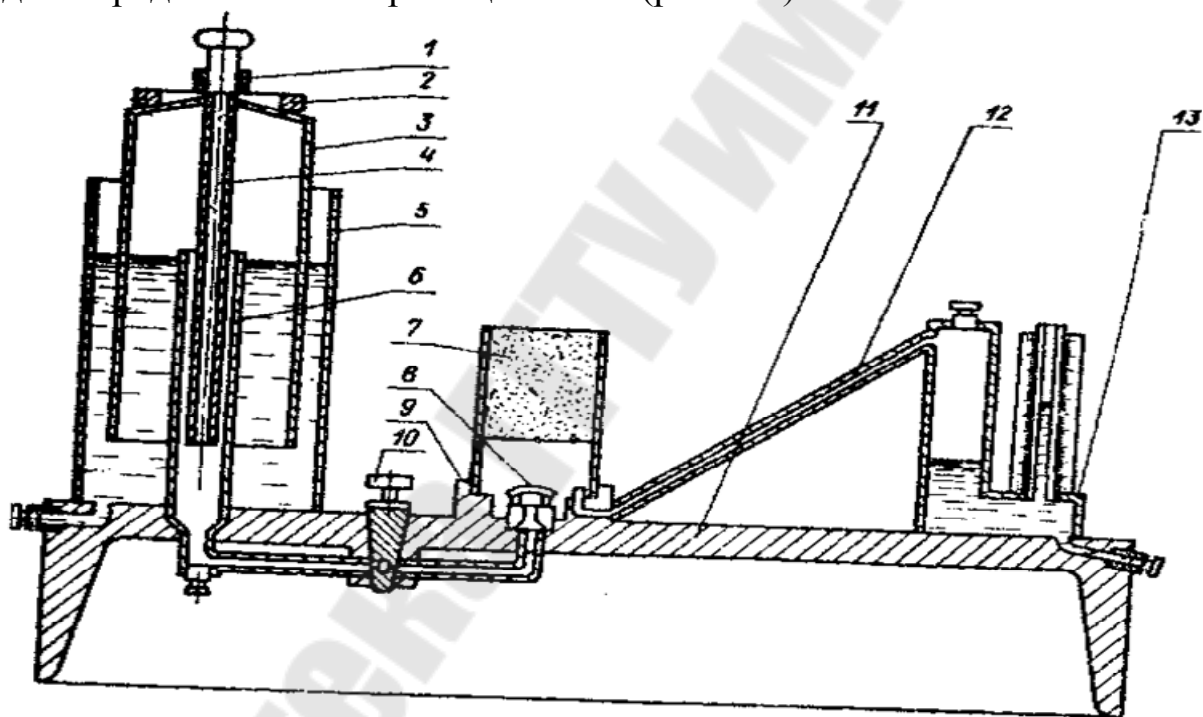


Рис. 1.3. Схема прибора для определения газопроницаемости

Прибор состоит из бака 5, в котором перемещается колокол 3, в крышку которого впаяна трубка 4, скользящая внутри трубки 6 при поднятии и опускании колокола. Трубка 6 герметично впаяна в дно бака. Бак заполняется водой так, чтобы объем под колоколом был изолирован от атмосферы. Объем под колоколом через трубку 6 соединен с трехходовым краном 10, который предназначен для набора

воздуха под колокол при подъеме колокола и подачи воздуха под образец из смеси при опускании колокола.

После установки гильзы с образцом формовочной смеси на чашку затвора 9, трехходовой кран ставят в положение «атмосфера» и с помощью ручки поднимают колокол, набирая 2000 см³ воздуха, а затем трехходовой кран поворачивают в положение «испытание» и опускают ручку колокола. Колокол опускается вниз под собственным весом, а воздух из под колокола через трехходовой кран подается под образец формовочной смеси под давлением, создаваемым колоколом. Для испытания крупнозернистых смесей на газопроницаемость достаточно давление воздуха 0,5 кПа, а мелкозернистых смесей - 1 кПа. Дополнительное давление создается за счет использования дополнительного груза 2. Колокол опускается до тех пор, пока верхняя отметка на колоколе не совпадет с краем бака. Это значит, что через образец из-под колокола прошло 2000 см воздуха. Время его прохождения фиксируют с помощью секундомера, а давление воздуха под образцом из смеси замеряют при помощи водяного манометра 13, который соединен с полостью под образцом трубкой 12. Газопроницаемость определяют по формуле:

$$K=V \times h / p \times Fr,$$

где V объем воздуха, прошедшего через образец, см³;

h - высота образца, см;

F - площадь поперечного сечения образца, см²;

p - давление воздуха под образцом, Па;

t - время прохождения воздуха через образец, мин.

Газопроницаемость может быть определена ускоренным методом, для чего в приборе имеются два ниппеля 8 с калиброванными отверстиями диаметрами 0,5 и 1,5 мм. Эти отверстия обеспечивают определенный минутный расход воздуха, что исключает необходимость пропускания объема воздуха 2000 см³ и определения времени его прохождения. В этом случае достаточно получить показания водяного манометра. Газопроницаемость определяется в зависимости от давления по таблице 1.1.

Таблица 1.1

Газопроницаемость смесей

Давление, МПа	Диаметр отверстия ниппеля, мм		Давление, МПа	Диаметр отверстия ниппеля, мм	
	2	3		5	6
	0,5	1,5		0,5	
0,10	-	950	0,24	40	358
0,10	-	850	0,25	38	341
0,12	-	780	0,26	36	326
0,13	-	710	0,27	34	313
0,14	-	650	0,28	33	300
0,15	-	610	0,29	31	287
0,16	-	550	0,30	30	275
0,17	-	525	0,31	29	264
0,18	-	492	0,32	28	253
0,19	-	467	0,33	27	243
0,20	49	440	0,34	25,8	235
0,21	47	417	0,35	24,2	226
0,22	44	398	0,36	24,4	219
0,23	42	42	0,37	22,7	212
0,38	21,8	21,8	0,64	9,4	90
0,39	21,0	21,0	0,65	9,0	88
0,40	20,0	20,0	0,66	8,8	85
0,41	19,5	19,5	0,67	8,5	82
0,42	19,0	19,0	0,68	8,2	80
0,43	18,5	18,5	0,69	7,9	77
0,44	17,8	17,8	0,70	7,7	75
0,45	17,3	17,3	0,71	7,5	73
0,46	16,7	16,7	0,72	7,3	70
0,47	16,2	16,2	0,73	7,0	67
0,48	16,7	16,7	0,74	6,7	65
0,49	15,2	15,2	0,75	6,5	63
0,50	14,7	14,7	0,76	6,3	61
0,51	14,3	14,3	0,77	6,0	59
0,52	13,8	13,8	0,78	5,8	56
0,53	13,4	13,4	0,79	5,6	54
0,54	13,0	13,0	0,80	5,3	52
0,55	12,6	12,6	0,81	5,1	50

1	2	3	4	5	6
0,56	12,2	115	0,82	4,9	-
0,57	11,8	11,8	0,83	4,7	-
0,58	11,4	11,4	0,84	4,4	-
0,59	11,0	11,0	0,85	4,2	-
0,60	10,7	10,7	0,86	4,0	-
0,61	10,3	10,3	0,87	3,7	-
0,62	10,0	10,0	0,88	3,5	-
0,63	9,7	9,7	0,89	3,3	-
			0,90	3,1	-

При этом для испытания смеси с газопроницаемостью более 50 единиц применяют ниппель с отверстием диаметром 1,5 мм, а для смеси с меньшей газопроницаемостью - ниппель с отверстием диаметром 0,5 мм.

Прочностью смеси называют ее способность выдерживать внешние нагрузки без разрушения. Применяют два метода определения прочности: сырой смеси на сжатие и сухой смеси на растяжение.

Для определения прочности на сжатие во влажном состоянии используют образцы смеси после их испытания на газопроницаемость. С этой целью образец смеси при помощи деревянного или пластмассового выталкивателя выдавливается из металлической гильзы и помещается на площадку 3-рычажного прибора для испытания на сжатие (рис. 1.4).

Указатель 5 каретки 7 предварительно устанавливают на нулевое деление шкалы рычага 4. Затем с помощью винта 1, на котором закреплена площадка 2, зажимают образец. Вращением рукоятки 6 винта 8 каретку перемещают до тех пор, пока под действием сжимающей нагрузки образец не разрушается. При этом указатель фиксирует на рычаге разрушающее напряжение с точностью до 5 кПа.

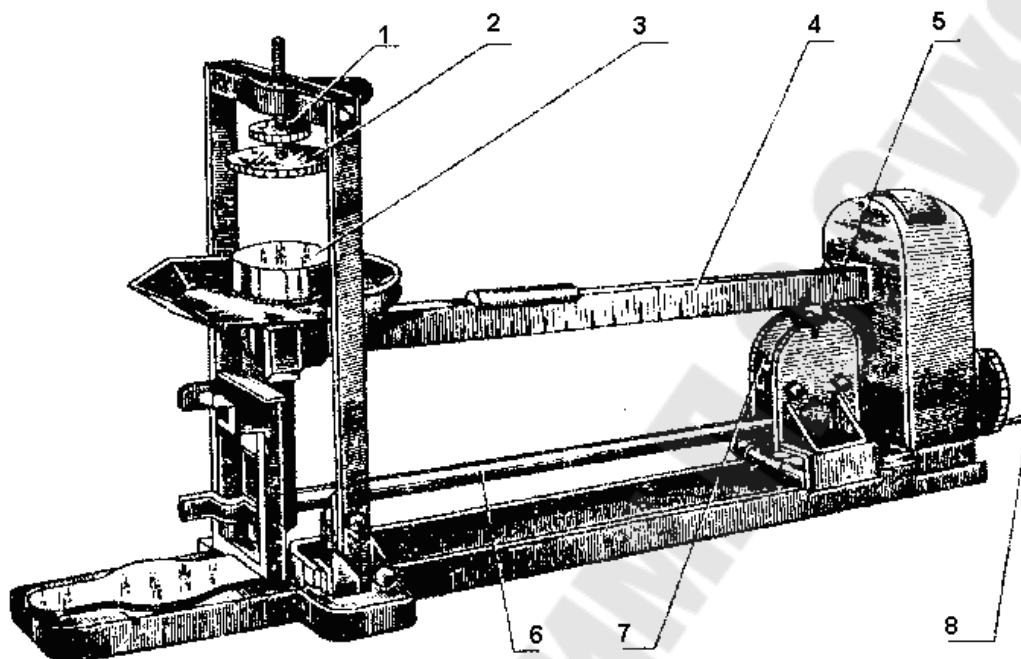


Рис. 1.4. Прибор для определения прочности

Испытания проводят на трех образцах. Предел прочности принимают равным среднему значению. Если это значение отличается от одного из трёх показаний больше, чем на 10 %, испытание должно быть повторено вновь приготовленной смеси.

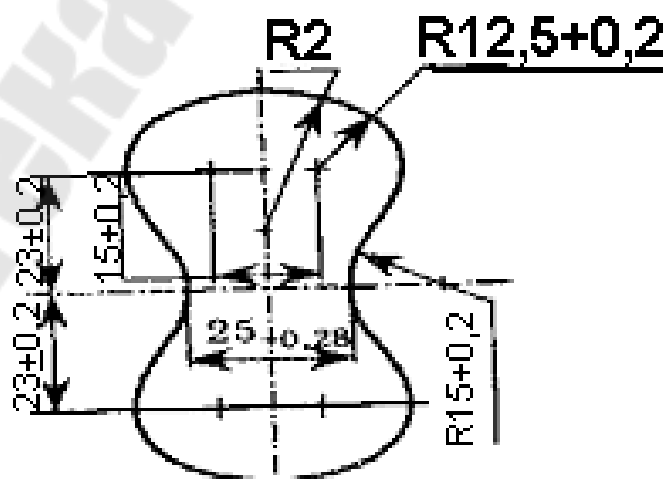


Рис 1.5 Стандартный образец для испытаний на разрыв

Смесь в сухом состоянии, как правило, испытывают на растяжение сухих образцов в виде плоской восьмерки (рис. 1.5). Образец изготавливают в металлическом ящике на лабораторном копре за три удара и высушивается. После охлаждения образец устанавливается в зажимах 1 прибора для испытания на растяжение (рис. 1.6).

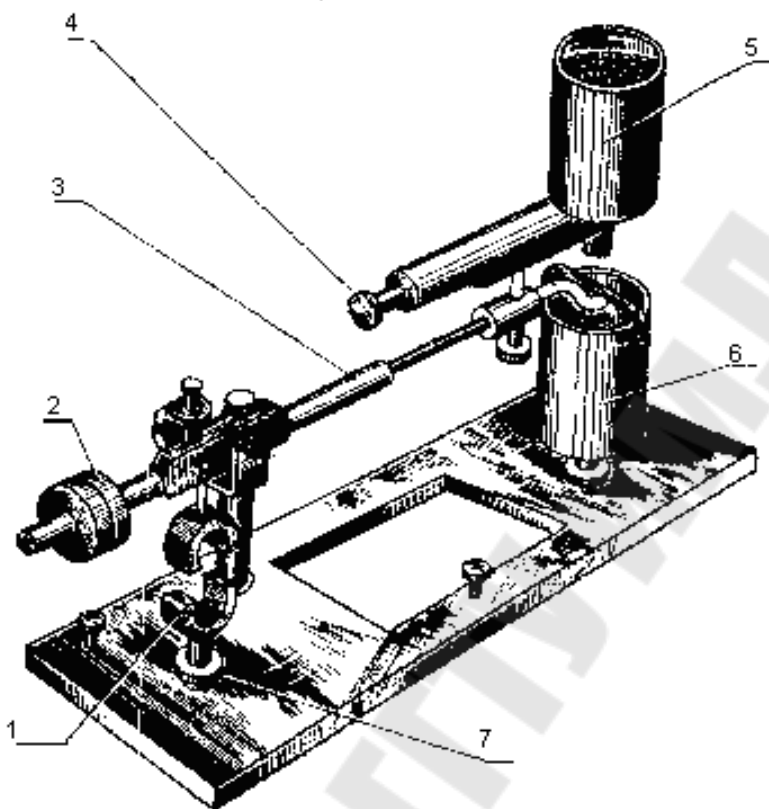


Рис 1.6 Прибор для испытания на разрыв

При этом рычаг 3 устанавливают в горизонтальное положение. После этого вращением гайки 7 поднимают нижний захват в верхнее положение до тех пор, пока образец свободно будет устанавливаться в зажимах. А затем затягивают зажимы до полного соприкосновения их с поверхностью образца. Для создания нагрузки на образец через рычаг 3 открывают отверстие в коническом дне воронки 5 путем оттягивания затвора 4 и его фиксации. Металлическая дробь из воронки 5 высыпается в емкость 6, создавая постепенно возрастающее усилие, растягивающее образец до его разрушения. В момент разрыва образца рычаг 3 падает и извлекает фиксатор, а затвор 4 перекрывает выходное отверстие воронки 5, прекращая высыпание дроби. После этого ведро с дробью взвешивают и определяют прочность образца на растяжение σ :

$$\sigma = KR / F,$$

где К - коэффициент, зависящий от соотношения плеч рычага;
 Р-разрушающая нагрузка, определяемая взвешиванием дроби,Н;
 F = 6,25 × 10⁻⁴ м - площадь образца.

Результаты испытаний заносят в таблицу 1.2.

Таблица 1.2

Результаты испытаний формовочных смесей

№ см еси	Газопроницаемость				Предел проч-ности при сжа-тии во влаж-ном состоянии		Предел прочно-сти при растя-жении в высу-шенном со-стоянии	
	По нормаль-ному методу		По ускоренно-му методу		Па			
	№ за-мера	Сред-нее знач.	№ заме-ра	Сред-нее знач.	№ за-мера	Сред-нее знач.	№ заме-ра	Сред-нее знач.

Основные этапы изготовления литейных песчано-глинистых форм ручной формовкой

К основным операциям изготовления литейных песчано-глинистых формы относятся: приготовление формовочной смеси; заполнение опок смесью; уплотнение смеси для получения точного отпечатка модели отливки в форме и придания формовочной смеси достаточной прочности; устройство вентиляционных каналов для отвода газов из полости формы, выделяющимся из металла и формовочной смеси при заливке расплавленного металла; извлечение модели из формы; отделка и сборка формы. По степени механизации различают ручную и машинную формовки.

Ручную формовку применяют для получения небольшого количества отливок в условиях опытного производства или при изготовлении крупных отливок.

Изготовление литейной формы в парных опоках по разъемной модели (рис. 1.7) производят в такой последовательности: на нижнюю модельную плиту устанавливаю нижнюю половину модели, модели питателей 4 и нижнюю опоку 11.

Модель отливки и питателя посыпают графитом и наносят облицовочную смесь на модель отливки и питателя толщиной 30-50 мм; оставшееся пространство в опоке заполняют наполнительной смесью

с избытком, уплотняют смесь; остатки смеси срезают с опоки линейкой; накалывают вентиляционные каналы 14; изготовленную нижнюю полуформу переворачивают на 180°.

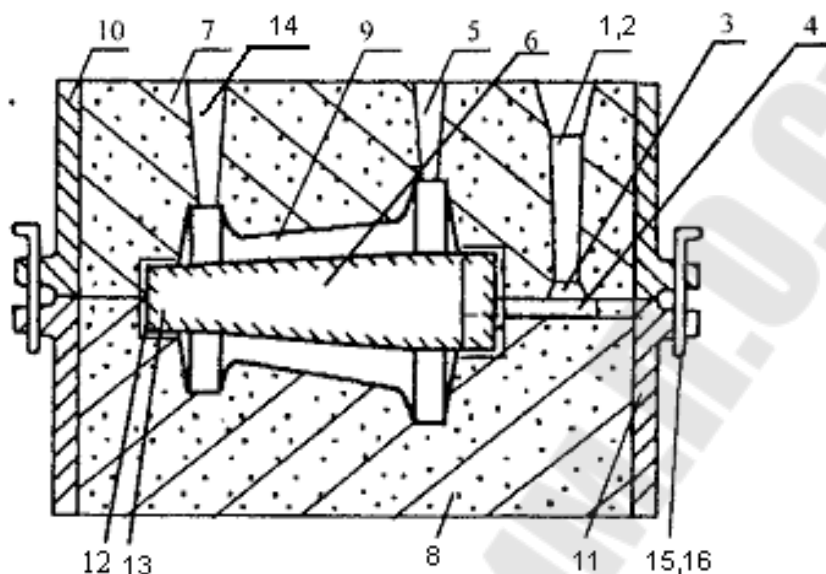


Рис. 1.7. Литейная форма в сборе: 1 - воронка; 2 - стояк; 3 - шлаковик; 4 - питатель; 5 - прибыль; 6 - стержень; 7 - верхняя полуформа; 8 - нижняя полуформа; 9 - полость под отливку; 10 - верхняя опока; 11 - нижняя опока; 12 - замок стержневой зажим; 13 - стержневой зажим; 14 - вентиляционные каналы; 15 - центрирующая система; 16 - скобы

Верхнюю полуформу изготавливают в такой же последовательности: на верхнюю модельную плиту устанавливают верхнюю половину модели отливки, на которой закрепляют модель прибыли 5 для отливок из металлов с большой усадкой. На плиту устанавливают модель шлаковика 3; на модель шлаковика устанавливают модель стояка и модель воронки 2, а затем на модельную плиту устанавливают верхнюю опоку 10; посыпают графитом модель отливки, шлаковика, стояка, прибыли, наносят облицовочный слой и оставшееся пространство засыпают наполнительной смесью и уплотняют; остатки смеси срезают с опоки линейкой. После извлечения модели стояка и модели прибыли верхнюю полуформу переворачивают на 180°. Затем из верхней полуформы извлекают модель шлаковика и верхнюю половину модели отливки, а из нижней полуформы извлекают нижнюю половину модели отливки и модель питателя. В нижнюю полуформу устанавливают стержень 6 и накрывают ее верхней полуформой. Верхнюю и нижнюю полуформы скрепляют скобами 16. Изготовленную литейную песчано-глинистую форму отправляют на заливку расплавленным металлом. После заливки расплавленного металла и его

затвердевания формовочную смесь разрушают в опоках и извлекают отливку.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Основные сведения о свойствах смесей.
3. Эскизы литейной формы, прибора для определения газопроницаемости и прибора для определения сырой прочности.
4. Результаты испытаний свести в табл. 1.2.
5. Вывод о влиянии компонентов формовочной смеси на ее свойства.

Контрольные вопросы

1. Из чего состоят формовочные смеси?
2. Как устроен прибор для определения газопроницаемости и принцип его работы?
3. В какой последовательности изготавливается литейная форма?
4. Для чего накалываются вентиляционные каналы в верхней полуформе?
5. Какими основными свойствами должны обладать формовочные смеси?
6. Как работают приборы для определения сухой и сырой прочности?

Лабораторная работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ ЛИТЕЙНЫХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ

Цель работы: ознакомиться с методами определения жидкотекучести, усадки и остаточных напряжений в отливках.

Оборудование и материалы: плавильная печь; модельно-опочная оснастка; набор формовочного инструмента; измерительный инструмент; шихтовые материалы; ручная ножовка; спецодежда; технологические пробы.

Порядок выполнения работы

1. Студенты, выполняющие работу, изготавливают технологические пробы на жидкотекучесть, усадку и определение напряжений.
2. Определяют жидкотекучесть расплава от температуры перегрева, свободную и затрудненную усадку и остаточные напряжения в отливке по технологическим пробам.

Содержание отчета

1. В отчете должны быть указаны: цель работы, инструмент и применяемое оборудование.
2. Основные сведения о свойствах литейных сплавов и факторы, оказывающие влияние на их изменение.
3. Эскизы схем технологических проб на жидкотекучесть, усадку и внутренние напряжения.
4. Выводы.

Общие сведения

Возможность получения тонкостенных, сложных по форме или больших по габаритным размерам отливок без дефектов обусловлена литейными свойствами сплавов. Наиболее важные литейные свойства сплавов: жидкотекучесть, усадка (линейная и объемная); склонность к образованию горячих и холодных трещин; склонность к газонасыщению в процессе плавки и газовыделению при кристаллизации и образованию газовых раковин и пористости; ликвации (неоднородность по химическому, структурному составу в различных зонах отливки). Контролируемыми свойствами считаются: жидкотекучесть, усадка, образование трещин, внутренние напряжения, которые будут изучены в процессе проведения лабораторной работы.

Жидкотекучесть - это способность металлов и сплавов в расплавленном состоянии заполнять полость формы, четко воспроизводить контуры отливки и сохранять форму отливки после затвердевания металла. На жидкотекучесть сплавов оказывают влияние различные физико-химические свойства: температура перегрева выше температуры плавления, химический состав, температурный интервал кристаллизации, вязкость, поверхностное натяжение, теплопроводность сплава и материала литейной формы, смачиваемость расплавом поверхности формы, газотворность и газопроницаемость формы и т.д.

Основным фактором, влияющим на жидкотекучесть, является температура перегрева, которая позволяет в нужных пределах на практике регулировать жидкотекучесть.

Определяется жидкотекучесть по технологическим пробам, которые можно разделить на три группы:

- 1) постоянного сечения: спиральная (рис. 2.1, а); прутковая (рис. 2.1, б); У-образная (рис. 2.1, в);
- 2) переменного сечения: клиновая (рис. 2.2, а); шариковая (рис. 2.2, б);
- 3) комбинированные.

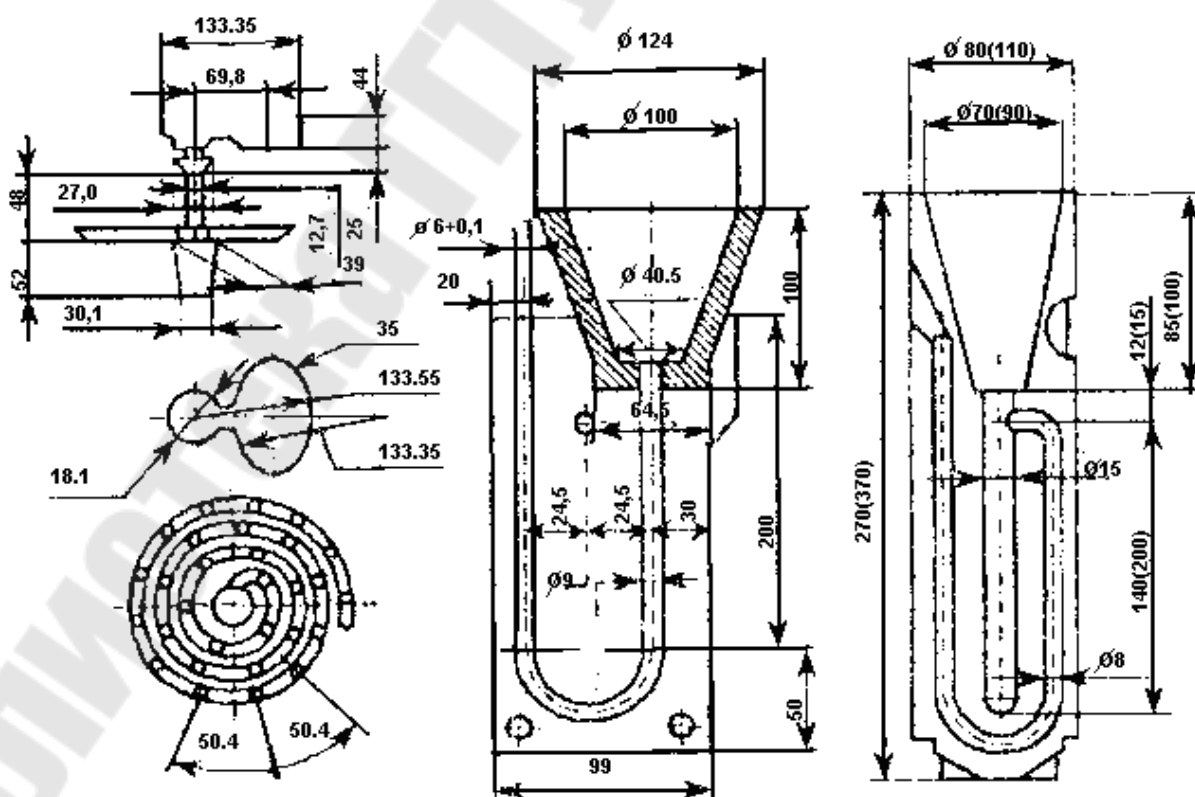


Рис. 2.1. Схема проб для определения жидкотекучести металлов

При определении жидкотекучести с помощью проб постоянного сечения литейные формы устанавливают строго горизонтально. Площадь поперечного сечения и длину полости формы изготавливают так, чтобы металл к моменту остановки и затвердевания не заполнял ее полностью, потому что за меру жидкотекучести в этих пробах принимают длину полученной спирали или прутка при выбранных режимах заливки и охлаждения металла.

Конструкцию литниковой системы литейной формы при получении спиральной пробы изготавливают так, чтобы соотношение площади поперечного сечения стояка и подводящих каналов обеспечивало поступление металла в полость формы с некоторой постоянной скоростью, а литниковая чаша стояка была полностью заполнена в процессе заливки. Для этого отверстие стояка закрывают графитовой пробкой, которую удаляют после заливки чаши металлом до определенного уровня. Такие условия при заливке предотвращают захватывание расплавом металла воздуха в полость формы. Температуру металла следует измерять не в ковше, а в литниковой чаше, чтобы четко определить ее влияние на жидкотекучесть.

Для облегчения определения длины спирали на модели спирали, а соответственно и на отливке спирали имеются метки, расположенные на расстоянии 50 мм друг от друга. Следовательно, жидкотекучесть определяется длиной спирали, выраженной в миллиметрах, полученной после подсчета меток.

Жидкотекучесть литейных сталей определяется по У-образным пробам (рис. 2.1, б). Жидкотекучесть определяют по длине прутка, которую измеряют от места перехода широкого стояка в узкий вертикальный канал диаметром 6 мм, который находится в разъемной металлической форме. Усовершенствованная разновидность У-образной вертикальной пробы показана на (рис. 2.1, в), которая позволяет одновременно с определением жидкотекучести оценить усадку сплава и склонность его к образованию трещин.

Клиноватая проба (рис. 2.2, а) определяется также путем заливки расплавленного металла в металлическую форму. Для исключения влияния инерции струи на жидкотекучесть расплава вершину угла клина во время заливки располагают вертикально. Жидкотекучесть определяют расстоянием от затвердевшего металла до вершины угла клина.

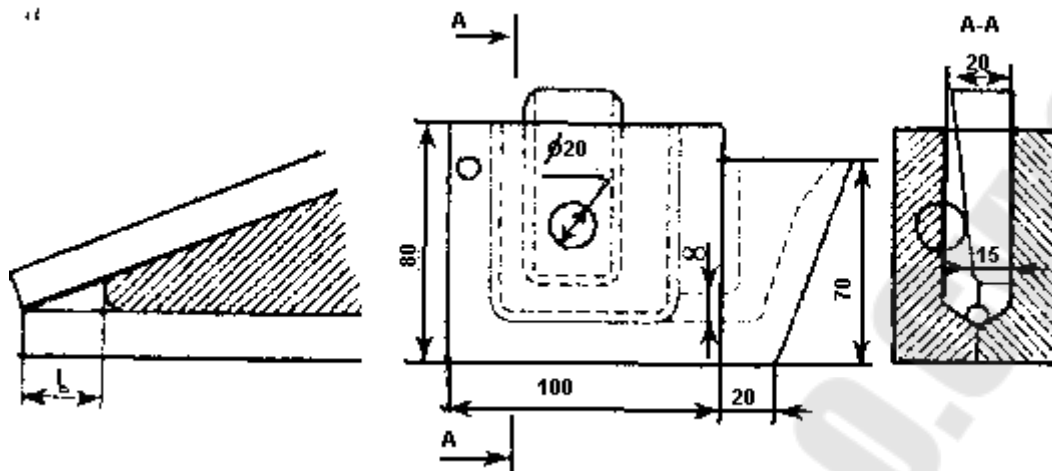


Рис. 2.2. Схема проб для определения жидкотекучести

Для определения жидкотекучести цветных сплавов на основе меди, алюминия и магния применяют шариковую пробу (рис. 2.2, б).

Жидкотекучесть определяют по отверстию в отливке под шариком. При заливке клин касается шарика и поэтому в пробе после затвердевания образуется отверстие, диаметр которого характеризует жидкотекучесть и чем меньше это отверстие, тем выше жидкотекучесть.

Усадка литейных сплавов

Усадка - это свойство литейных сплавов уменьшать объем при охлаждении в жидком состоянии, а в ходе кристаллизации и дальнейшего охлаждения изменять не только объем, но и линейные размеры. Поэтому принято различать объемную и линейную усадку, выражаемую в процентах.

Объемная усадка - уменьшение объема сплава при его охлаждении в литейной форме при затвердевании отливки:

$$\varepsilon_v = \frac{V_{\text{ф}} - V_{\text{от}}}{V_{\text{от}}} \cdot 100\%$$

где $V_{\text{ф}}$ и $V_{\text{от}}$ - объем полости формы и отливки при $T = 20^{\circ}\text{C}$.

Линейная усадка - уменьшение размеров отливки после ее затвердевания относительно размеров полости формы:

$$\varepsilon_{\text{лин}} = \frac{l_{\text{ф}} - l_1}{l_1} \cdot 100\%$$

где $l_{\text{ф}}$ и l_1 - размеры полости формы и отливки при $T = 20^{\circ}\text{C}$.

Литейная усадка - уменьшение размеров отливки после ее затвердевания относительно размеров модели:

$$\varepsilon_{\text{лит}} = \frac{l_{\text{мод}} - l_{\text{отл}}}{l_{\text{отл}}} \cdot 100\%$$

где $l_{\text{мод}}$ и $l_{\text{отл}}$ - линейные размеры модели и отливки при $T = 20^\circ\text{C}$.

Литейная усадка - зависит не только от коэффициента линейной усадки металла, но и конструкции отливки, температуры заливки металла, скорости охлаждения, условиями извлечения модели из формы, методом ее изготовления и т. д.

Одним из примеров влияния конструкции отливки на величину литейной усадки является определение свободной (рис. 2.3, а) и затрудненной (рис. 2.3, б) усадок.

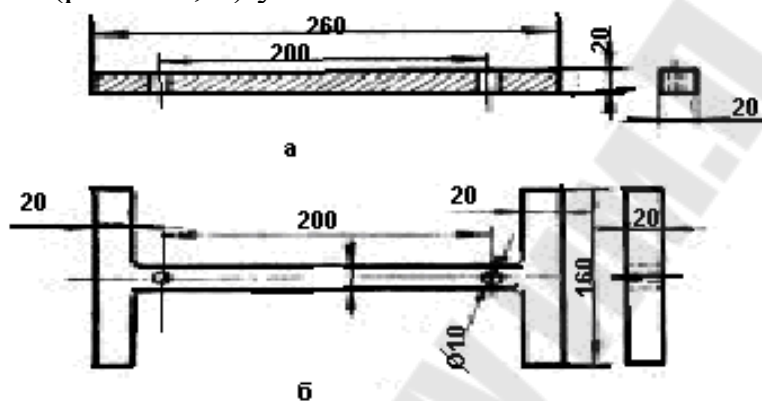


Рис 2.3 Модели для определения свободной (а) и затруднённой (б) усадок

Отливки изготавливаются по моделям (рис. 2.3 а и б), в которых имеются выступы, расстояние между центрами которых равны 200мм. Этими выступами в полости формы делаются метки, которые сохраняются на отливке после заливки в форму расплавленного металла и его кристаллизации. По разнице между соответствующими размерами на модели и отливке определяют литейную усадку.

При охлаждении отливок от температуры заливки до температуры окружающей среды условно можно наблюдать три вида усадки:

- 1) усадка в жидком состоянии при понижении температуры заливки ($T_{\text{зал.}}$) до начала температуры кристаллизации ($T_{\text{кр.}}$ -ликвидуса);
- 2) усадка в жидко-твердом состоянии при понижении от температуры ликвидуса до температуры солидуса конца кристаллизации;
- 3) усадка в твердом состоянии при охлаждении отливки от температуры солидуса до температуры окружающей среды. Полная объемная усадка металла за время охлаждения составит:

$$\varepsilon_{\text{пол}} = \varepsilon_{\text{вж}} + \varepsilon_{\text{вб}} + \varepsilon_{\text{вт}}$$

Усадка сплава в различные фазовые периоды не одинаково влияет на качество отливки. Наиболее безвредна усадка в жидком состоянии, т. к. в этом состоянии расплава происходит только снижение его уровня в полости формы (прибыли, литниковой системе). Усадка в отливке проявляется в виде усадочных раковин, пористости, короблений и горячих и холодных трещин, что требует применения специальных мер по их устранению.

Усадочные раковины - сравнительно крупные полости, расположенные в местах отливки, затвердевающих последними (рис. 2.4).

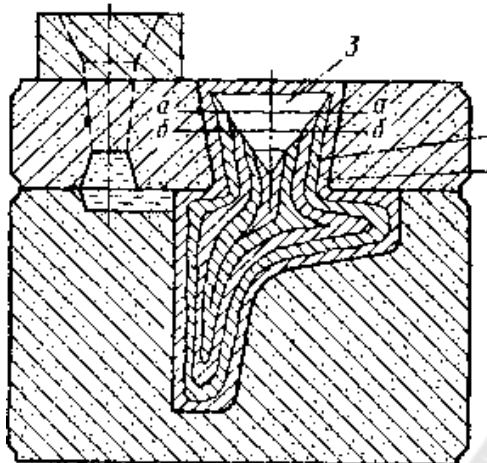


Рис. 2.4. Схема образования усадочной раковины

Процесс затвердевания металлов и сплавов происходит следующим образом. Сначала около стенок литейной формы образуется слой 1 твердого металла. Вследствие того, что усадка расплава при переходе из жидкого состояния в твердое превышает усадку твердого слоя, то уровень расплава в незатвердевшей части отливки понизится до уровня **а-а**. В следующий момент времени на затвердевшем нарастает новый твердый слой 2, а усадочной раковины уровень жидкого расплава понизится до уровня **б-б** и так до полного затвердевания. Снижение уровня расплава в процессе затвердевания приводит к образованию сосредоточенной раковины 3. Такие раковины образуются у чистых металлов, сплавов эвтектического состава и сплавов с узким эвтектическим интервалом кристаллизации.

Кроме этих факторов, практикой работы литейных цехов установлено, что:

а) объем усадочной раковины больше у тех металлов и сплавов, у которых больше коэффициент объемной усадки в жидком состоянии;

б) усадочная раковина тем больше, чем больше разница между температурой центра отливки и наружным слоем в момент его образования.

Следовательно, чем ниже температура заливки расплава, тем меньше усадочная раковина. Она меньше при заливке металла в нагретые формы по сравнению с заливкой в холодные, а также в сухие формы по сравнению с сырыми и больше - у толстостенных отливок.

Усадочная пористость - скопление пустот малых размеров (микрораковин), которые образуются в межзеренных промежутках на границе зерен первичной кристаллизации и расположены преимущественно в термическом центре отливки. Они, как правило, представляют собой группу микрораковин, являющихся продолжением концентрированной усадочной раковины.

Получить отливки без усадочных раковин и пористости возможно путем непрерывного подвода расплавленного металла в процессе его кристаллизации через прибыли, которые устанавливают на участки отливки, затвердевающими последними. Схема установки прибылей показана на рис. 2.5.

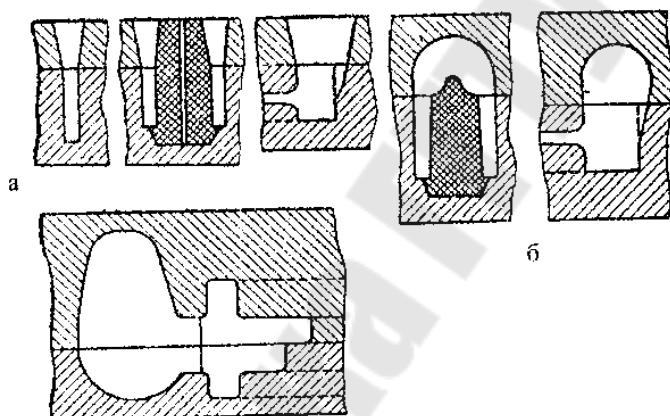


Рис. 2.5. Схема установки прибылей

Прибыли могут быть прямые (верхние) и отводные (боковые). Верхние прибыли устанавливают непосредственно на питаемый участок. Они могут быть открытые и закрытые (рис. 2.5, а и б), боковые или отводные прибыли для питания участков отливки, находящихся сбоку или в нижней части формы (рис. 2.5, в). Их обычно делают закрытыми.

Напряжения в отливках. Внутренние напряжения в отливках возникают в результате неравномерного затвердевания тонких и тол-

стых ее частей, что приводит к неравномерной и неодновременной усадке, торможения усадки стенками формы при охлаждении.

Напряжения, вызванные этими факторами, подразделяется на три вида:

1) термические напряжения, обусловленные резким перепадом температур в разных частях отливки при кристаллизации;

2) фазовые напряжения, возникающие в результате неодновременного протекания фазовых и структурных превращений при охлаждении расплавов;

3) механические (усадочные) напряжения, возникающие вследствие механического торможения усадки отливки со стороны литейной формы.

Если величина этих напряжений превзойдет предел прочности литейного состава в данной части отливки, то в теле ее образуются горячие или холодные трещины.

Горячие трещины в отливках возникают в температурном интервале кристаллизации при переходе из жидкого состояния в твердое, т.е. между линиями ликвидуса (начало кристаллизации) и солидуса (конец кристаллизации). Горячие трещины проходят по границам кристаллов и имеют окисленную темную поверхность.

Ведущую роль в образовании горячих трещин играет механическое торможение усадки, наличие серы и окислов.

Холодные трещины образуются в области упругих деформаций, когда сплав полностью затвердел. Основной причиной образования холодных трещин являются термические напряжения и наличие фосфора.

Для определения внутренних напряжений в отливках используют технологические пробы (усадочные решетки). Одна из разновидностей решеток приведена на рис. 2.6.

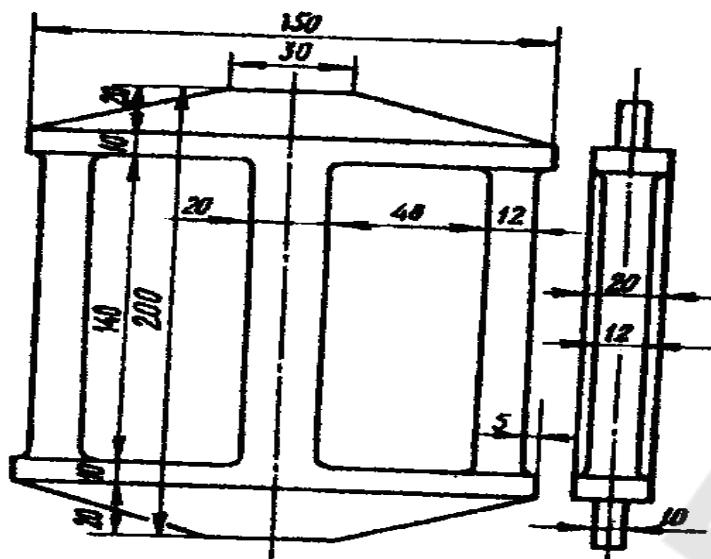


Рис. 2.6. Проба для определения внутренних напряжений

Внутренние напряжения определяются следующим образом. В отливке усадочной решетки, которая состоит из толстого и тонких брусьев, соединенных между собой перемычкой, на толстый брус наносят керном метки. После этого тщательно замеряют расстояние между метками, а затем в пространстве между ними, толстый брус разрезают и снова замеряют это расстояние. Разность между первым и вторым замерами (Δl) указывает на наличие внутренних напряжений в отливке технологической пробы.

Зная величину разности замеров Δl , можно приблизительно определить величину внутренних напряжений по формуле:

$$\sigma = \frac{\Delta l E}{l} \cdot \left(1 + \frac{f_2}{f_1} \right)$$

где σ - напряжение в толстом бруссе, МПа;

Δl - разность между замерами, м;

E - модуль упругости, МПа;

l - длина толстого бруса, м;

f_1 - сечение тонкого бруса, м²;

f_2 - сечение толстого бруса, м².

Результаты опытов свести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Сплав	Температура заливки С ⁰	Жидкотекучесть	Объём залитого керосина см ³	Сечение бруска		Расстояние между метками, мм		Напряжение МПа
				тонкого	толстого	до резки	после резки	
Чугун								
Сталь								

Контрольные вопросы

1. Какими свойствами характеризуются литейные сплавы?
2. Перечислите факторы, влияющие на жидкотекучесть расплавов.
3. Какие технологические пробы используют для определения жидкотекучести?
4. Что такое усадка сплава? Какие возникают дефекты при усадке?
5. Какие факторы вызывают остаточные напряжения в отливках?
6. Какие виды трещин возникают в отливках и перечислите причины их возникновения?

Лабораторная работа № 3

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

Цель работы: изучить методы изготовления отливок различными способами, условные обозначения на чертежах отливки, ознакомиться с основными мероприятиями по охране труда и технике безопасности.

Содержание работы: выбрать способы изготовления отливки, положение отливки в форме, линию разъема; разработать чертеж отливки (А₄): назначить припуски на механическую обработку, уклоны, радиусы закруглений, стержневые знаки, чертеж модели (А₄), литейной формы в сборе (А₄), состав формовочных и стержневых смесей, отделочные операции после выбивки отливки.

Форма отчета

1. Наименование лабораторной работы.
2. Факультет. Группа. Номер варианта.
3. Фамилия, имя, отчество студента.
4. Данные индивидуального задания.
5. Расчет по индивидуальному заданию производить в соответствии с методическими указаниями.

1. Теоретическая часть

Основными исходными данными при разработке технологического процесса изготовления отливки является чертеж детали с указанием размеров, их допускаемых отклонений, шероховатости поверхности и других требований к точности обработки, материал детали, его марка по ГОСТУ, класс точности.

Конструирование отливки должно обеспечивать высокий уровень служебных характеристик (прочность, жесткость, герметичность и т.д.) при заданной массе и точности конфигурации, а также учитывать технологию ее изготовления. Следовательно, при конструировании отливок целесообразно соблюдать следующие требования:

1. Необходимо, чтобы изготовление модельного комплекта для отливки требовало минимальных затрат труда и материалов. Отливка должна быть компактной, обеспечивать простоту изготовления и

сборку формы. Крупные отливки сложной конфигурации лучше отливать по частям, а затем соединять сваркой или болтами.

2. Полости в отливках должны иметь простую конфигурацию, а также окна в форме с размерами, достаточными для ввода знаковой части стержня.

3. Отливка должна иметь по возможности равномерную толщину и не должно быть острых углов и резких переходов, что может привести к образованию дефектов.

4. Необходимо учитывать литейные свойства сплавов.

5. Конструкция отливки должна обеспечивать удобство ее очистки и обрубки после выбивки. Базовые поверхности должны быть удобно расположены для обработки резанием. Если конструкция отливки не отвечает требованиям литейной технологии, то она может быть изменена полностью.

1.1. Основные требования ЕСКД

Одним из основных стандартов ЕСКД для выполнения графической части работы является ГОСТ 3-1125-88 «Правила выполнения чертежей элементов литейной формы и отливки». На рис. 3.1-3.7 приведено несколько примеров из этого стандарта.

Разъем модели и формы показывают прямой или ломаной сплошной линией толщиной «S». Разъем обозначают «РМФ», а направление разъема показывают сплошной линией со стрелками на концах (рис. 3.1, 3.2). При использовании неразъемной модели указывают разъем формы «РФ» (рис. 3.3), При нескольких разъемах - каждый указывают отдельно (рис. 3.4). Положение отливки в форме при заливке обозначают буквами «В» (верх) и «Н» (низ). Буквы проставляют у стрелок, указывающих направление разъема модели и формы (рис. 3.1-3.3). Если формовка производится в горизонтальном направлении, а заливка - в вертикальном, то параллельно направлению заливки рядом с чертежом проводят линию со стрелками, у которых проставляют обозначение «В» и «Н» (рис.3.4, 3.7). Отверстия, впадины, не выполняемые литьем, зачеркивают тонкими линиями (рис.3.5).

Технологический припуск обозначают «Т» и цифрой со знаком «+» или «-», который проставляют на продолжении размерной линии или на поле линии выноски (рис. 3.6).

Стержни, их знаки и фиксаторы, разделительные диафрагмы легко-отделяемых прибылей, знаки в модели показывают сплошной тонкой линией (S/2), на изображении стержня проставляют размеры

знаков и их зазоры. Стержень обозначают «СТ» и порядковый номер. Стержень в разрезе штрихуют только по контуру (рис. 3.8). Невидимые контуры стержней наносят, если без этого нельзя получить ясного представления об их форме. Знак стержня в плане изображается тонкой линией (рис. 3.9). Разрешается делать разрыв знака или изображать его не в масштабе (рис. 3.10). Линию разъема стержня изображают тонкой сплошной линией и надписью «Линия разъема». Вывод газов из стержня и формы изображают стрелкой, вдоль которой проставляют буквы «ВГ», а также показывающие направление набивки стержня и разъема стержневого ящика. Соотношение размеров стрелок должно соответствовать ГОСТ 3-1125-88 (рис. 3.13 *а, б*).

Сечение литниковой системы изображают линией (S/2) или (S/3) в одном масштабе (1:1) с указанием размеров без штриховки (рис. 3.14). При нанесении обозначений шероховатостей обязательно применять ГОСТ 2789-73 и ГОСТ 2.309-73 (рис. 3.15). Стандартом установлено 14 классов шероховатости поверхности

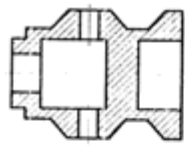


Рис. 3.1

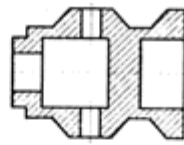
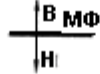


Рис. 3.2



Рис. 3.3

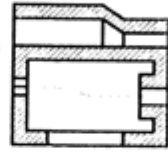


Рис. 3.4

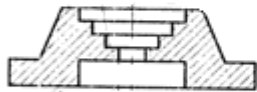
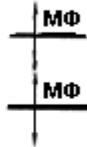


Рис. 3.5

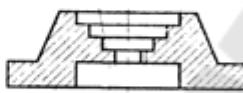


Рис. 3.6

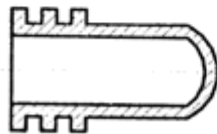


Рис. 3.7

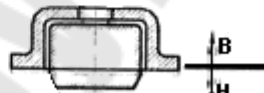
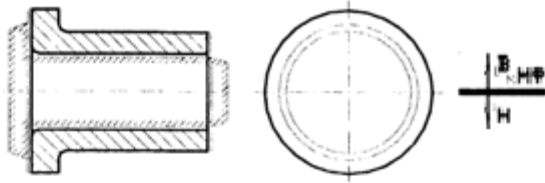
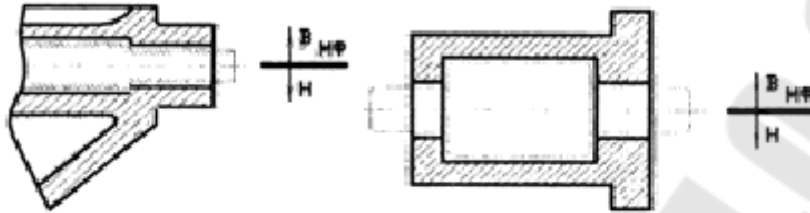


Рис. 3.8



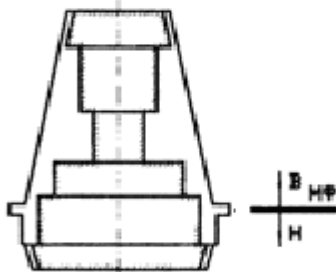


3.9

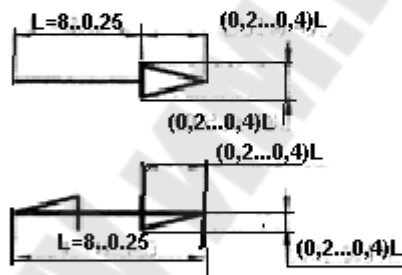


3.10

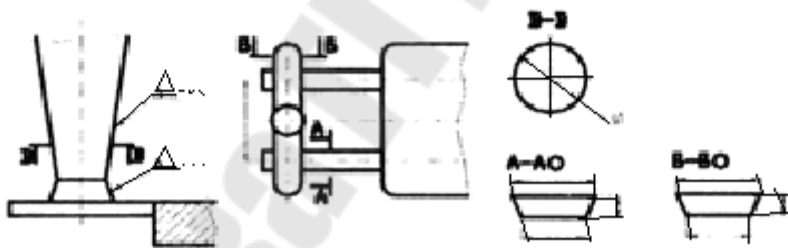
3.11



3.12



3.13



3.14

1.2. Чертеж детали

Чертеж детали должен иметь требуемое количество проекций с необходимыми разрезами, с обозначением размеров и шероховатости поверхности (рис. 3.15), Согласно ГОСТ 2789-73 необрабатываемые поверхности обозначают знаком.

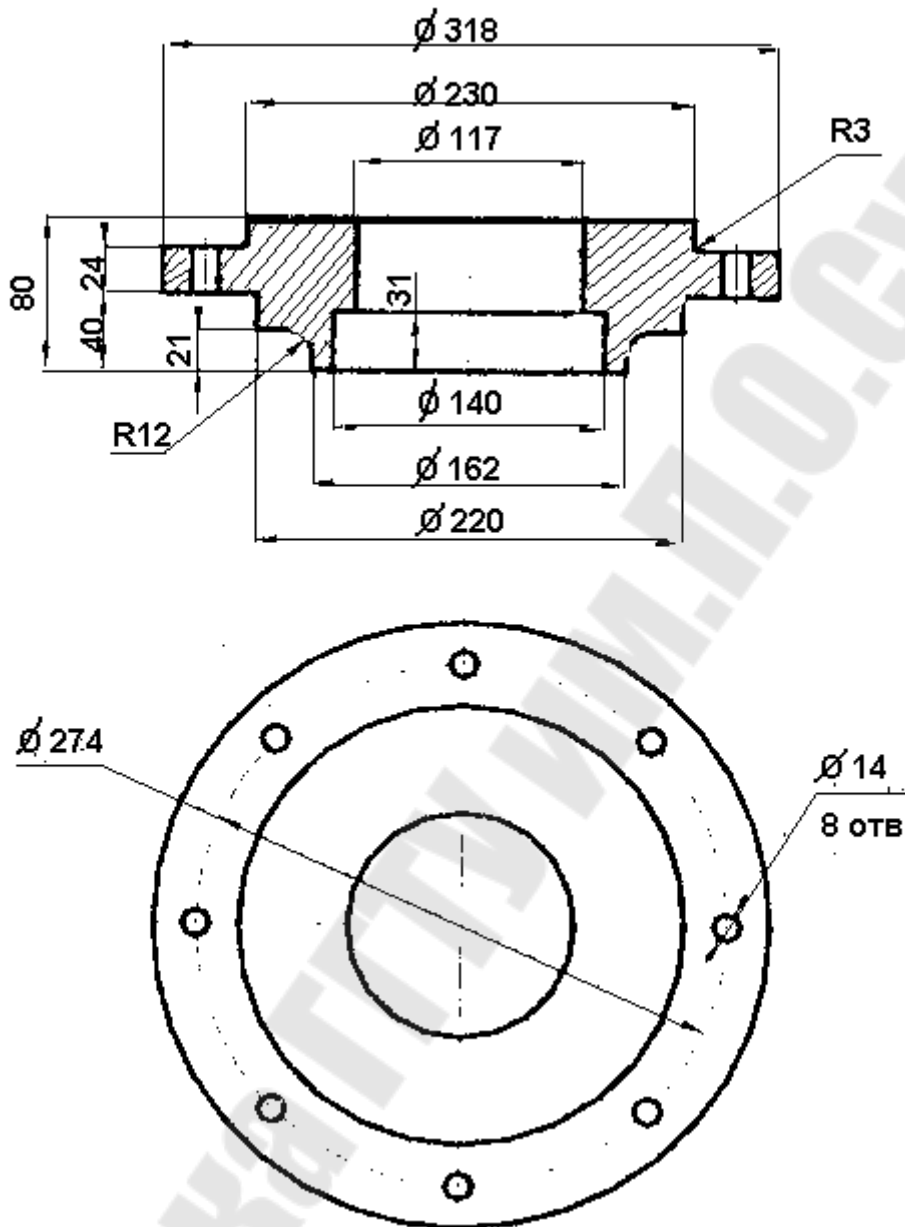


Рис. 3.15. Чертеж крышки насоса

Знак (\surd) в правом верхнем углу чертежа обозначает, что все остальные поверхности, кроме обозначаемых, имеют указанную до этого знака шероховатость. Например, $Rz\ 80\ (\surd)$ обозначает, что остальные поверхности обрабатываются до шероховатости $Rz\ 80$. Знак (\surd^0) обозначает, что остальные поверхности не обрабатываются. Если знак шероховатости проставлен только в правом верхнем углу чертежа, например, $Rz\ 80$, то это означает, что все поверхности обрабатываются.

1.3. Выбор положения отливки в форме, плоскости разъема формы и модели

В лабораторной работе применяется наиболее распространенный способ формовки в двух опоках по сырой формовочной смеси с минимальным числом стержней.

Положения отливки в форме и разъем формы должны обеспечить высокое качество отливки, минимальные затраты на её изготовление и на механическую обработку, минимальные расходы металла и возможность применения механизации и автоматизации технологического процесса. Выбор положения отливки в форме производится согласно [4, 5, 9] в следующей последовательности:

- ответственную часть отливки т.е. базовую поверхность следует располагать в нижней части формы, где металл более плотный;
- отливку с обрабатываемыми наружными и внутренними поверхностями по возможности располагать вертикально, очень длинные поверхности наклонно;
- при повышенной склонности к усадке и образованию усадочных раковин массивные части следует располагать сверху или сбоку для удобства установки прибылей;
- массивные части из серого чугуна следует располагать в нижней полуформе;
- отливку в форме при машинной формовке следует располагать так, чтобы общая высота формы была наименьшей, а полуформы имели примерно одинаковую высоту.

При выборе поверхности разъема модели и формы необходимо выполнять следующие требования:

- поверхность разъема целесообразно иметь плоскую, расположенную горизонтально, единую для формы и модели;
- модель должна легко извлекаться из формы;
- форма должна иметь минимальное количество стержней и чтобы все или большинство их устанавливалось в нижней полуформе;
- число разъемов формы должно быть минимальное;
- базовые поверхности должны быть расположены в одной полуформе, на них не должно быть литейных швов, заусенцы не допускаются;
- должно обеспечиваться удобство уплотнения и сборки формы, установки и контроля положения стержней.

1.4. Назначение припуска на механическую обработку

Припуск - дополнительный слой металла, срезаемый при механической обработке с поверхностями отливки с целью повышения точности размеров, качества поверхности детали. На чертеже детали при разработке чертежа отливки припуск обозначают тонкой линией.

Отверстия, полости, не выполняемые при литье, на чертеже отливки зачеркиваются накрест сплошными тонкими линиями. Величину припуска указывают перед знаком шероховатости поверхности (рис. 3.5) детали или величиной уклона линейными размерами. Указывают припуск цифрой со знаком (+) или минус (—) и буквой Т (технологический). Припуск на верхние поверхности принимается больше, так как эти поверхности больше загрязняются всплывающими газовыми пузырьками и шлаковыми включениями. В зависимости от точности получаемых размеров отливки делятся на классы точности. Припуск зависит от типа металла или сплава, способа литья, положения при заливке поверхности отливки, на которую назначается припуск, класса точности и рассматриваемого наибольшего габаритного размера, массы отливки, рядов припусков, качества точности и назначается по ГОСТ 26645-85. По выбранному классу точности, размерам и массе отливки (табл. 3.1 и 3.2) определяются допуски для конкретных ее размеров по табл. 3.2.

1.5. Обозначение точности отливок

В технических требованиях чертежа отливки или детали должны быть указаны: класс точности размеров, класс точности массы, степень коробления и ряд припусков на механическую обработку.

Пример условного обозначения точности отливки 8-го класса точности размеров, 7-го класса точности массы, 5-й степени коробления и 4-го ряда припуска на механическую обработку: точность отливки 8-7-5-4 ГОСТ 26645-85.

Допускается в технических требованиях чертежа детали не указывать: степень коробления и ряд припусков на механическую обработку.

Допуски размеров элементов отливки следует устанавливать соответствующими классу точности размеров отливки. Допуски размеров элементов, образованных одной частью формы или одним стержнем, устанавливают на 1-2 класса точнее. Допуски размеров элементов, образованных тремя и более частями формы, несколькими

стержнями или подвижными элементами формы, а также толщины стенок, ребер и фланцев устанавливают на 1 -2 класса грубее.

Допуски размеров от предварительно обработанной поверхности, используемой в качестве базы, до литой поверхности, следует устанавливать на 2 класса точнее.

Допускается устанавливать симметричные и несимметричные предельные отклонения размеров, при этом предпочтительно следующее расположение полей допусков:

- несимметричное одностороннее "в тело" - для размеров элементов отливки (кроме толщин стенок), расположенных в одной части формы и не подвергаемых механической обработке, при этом для охватывающих элементов (отверстие) поле допуска располагают "в плюс" (120^{+2}), а для охватываемых (вал) - "в минус" (15.1);

- симметричное - для размеров всех остальных элементов отливок, не подвергаемых и подвергаемых механической обработке (100 ± 2).

Допуски линейных размеров должны соответствовать указанным в табл. 3.2.

Таблица 3.1

Классы точности размеров и масс и ряды припусков на механическую обработку отливок для различных способов литья

Способ литья	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Тип металла и сплава		
		Цветные 1 плав. И же 00 °С	цветной с t плав, выше 700 °С серый чугун	ковкий, высококр. и легиров. чугун, сталь
		Классы точности размеров и масс отливок и ряды припусков		
Литье под давлением в металлические формы	До 100	$\frac{37-5}{1}$	$\frac{37-5}{1}$	$\frac{4-17}{1}$
	Св. 100	$\frac{4-5}{1}$	$\frac{4-17}{1}$	$\frac{37-1}{1}$
Литье в керамические формы и по выплавляемым и выжигаемым моделям	До 100	$\frac{4-5}{1}$	$\frac{4-17}{1-2}$	$\frac{37-1}{1-2}$
	Св. 100	$\frac{4-1}{1-2}$	$\frac{37-1}{1-2}$	$\frac{4-4}{1-2}$
Литье в кокиль и под низким давлением в металлические формы без и с песчаными стержнями, литье в песчаные формы, отверждаемые в контакте с оснасткой	До 100	$\frac{4-7}{1-2}$	$\frac{37-18}{1-2}$	$\frac{4-113}{1-2}$
	Св. 100 до 630	$\frac{37-18}{1-2}$	$\frac{4-117}{1-2}$	$\frac{4-11}{2-4}$
	Св. 630	$\frac{4-117}{1-2}$	$\frac{4-11}{2-4}$	$\frac{37-14}{2-4}$
Литье в песчаные формы, отверждаемые вне контакта с оснасткой, центробежное, в сырые и сухие песчано-глинистые формы	До 630	$\frac{4-11}{2-4}$	$\frac{37-14}{2-4}$	$\frac{37-14}{2-4}$
	Св. 630 до 4000	$\frac{4-14}{2-4}$	$\frac{4-147}{2-4}$	$\frac{37-14}{2-4}$
	Св. 4000	$\frac{4-147}{2-4}$	$\frac{37-14}{2-4}$	$\frac{4-14}{4-6}$

Примечание. В числителе указаны классы точности размеров и масс отливок, в знаменателе - ряды припусков. Меньшие их значения относятся к простым отливкам и условиям массового автоматизированного производства; большие значения - к сложным, мелкосерийно и индивидуально изготовленным отливкам; средние - к отливкам средней сложности и условиям механизированного серийного производства. Классы точности масс следует принимать соответствующим классам точности отливок.

Таблица 3.2

Допуски размеров отливок от классов точности

Интервалы номинал. разм мм	Допуски размеров отливок мм, не более, для классов точности размеров отливок																					
	1	2	3Т	3	4	5Т	5	6	7Т	7	8	9Т	9	10	11Т	11	12	13Т	13	14	15	16
	До - 4	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,20	0,24	0,3	0,4	0,5	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	-	-	-	-	-
4 - 6	0,07	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	-	-	-	-	-
6 - 10	0,08	0,10	0,12	0,16	0,2	0,24	0,32	0,4	0,5	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5	-	-	-
10 -	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7	-	-
16 - 25	0,1	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,4	0,5	0,64	0,86	1	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8	10	12
25 - 40	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7	9	11	14
40 - 63	0,12	0,16	0,2	0,24	0,32	0,40	0,5	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8	10	12	16
63 - 100	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9	11	14	18
100 - 160	0,1	0,20	0,2	0,32	0,4	0,50	0,61	0,8	1,0	1,2	1,0	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20
160-250	-	-	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,90	1,10	1,4	1,8	2,0	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18	22
250 - 400	-	-	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24
400,- 630	-	-	-	-	0,56	0,70	0,90	1,10	1,40	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18	22	28
630-1000	-	-	-	-	-	0,80	1,00	1,20	1,60	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32
1000-1600	-	-	-	-	-	-	-	1,40	1,80	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18	22	28	36
1600 - 2500	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32	40
2500-4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18	22	28	36	44
4000 - 6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32	40	50
6300-10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	10	12	16	20	24	32	40	50	64

Таблица 3.3

**Предельное отклонение массы отливки от класса точности
ОТЛИВКИ**

Интервал номинал. масс, кг	Верхнее предельное отклонение массы, М, для классов точности массы отливки																					
	1	2	3Т	3	4	5Т	5	6	7Т	7	8	9Т	9	10	11Т	11	12	13Т	13	14	15	16
До - 0,10	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св.0,10-0,25	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,25-0,63	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	-	-	-	-	-	-	-	-
0,63-1,00	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	-	-	-	-	-	-	-
1,0-2,50	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	-	-	-	-	-	-
2,50-6,30	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	-	-	-	-	-
6,30-10	-	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	-	-	-	-
10 - 25	-	-	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	-	-	-
25-63	-	-	-	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	-	-
63-100	-	-	-	-	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	-
100 - 250	-	-	-	-	-	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20
250 - 630	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0
630-1000	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
1000-2500	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
2500 - 6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
6300-10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0
10000 - 25000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0
25000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0

Для каждого интервала значений допусков размеров отливки в каждом ряду припусков в табл. 3.4 предусмотрены два значения основного припуска. Меньшие значения припуска устанавливают при более грубых качествах точности обработки деталей, большие значения припуска устанавливают при более точных качествах согласно табл. 3.5. При более высоких требованиях к точности размеров обрабатываемых деталей, чем это предусмотрено табл. 3.5, допускается увеличение основного припуска до ближайшего большего значения из того же ряда.

Значения основных припусков следует относить к поверхностям отливки, находящимся при заливке снизу или сбоку. На верхние при заливке поверхности допускается увеличение припуска до значения, соответствующего следующему ряду припусков согласно табл. 3.4.

Основные и дополнительные припуски на механическую обработку (на сторону) в зависимости от допусков размеров отливок следует устанавливать дифференцированно для каждого элемента отливки в соответствии с табл. 3.1-3.4.

Таблица 3.4

Припуски на механическую обработку, мм

Допуски размеров отливок	Основной припуск для рядов, не более					
	1	2	3	4	5	6
До 0,12	0,2 0,4	-	-	-	-	-
Св.0,12 до 0,16	0,3 0,5	0,6 0,8	-	-	-	-
Св.0,16 до 0,20	0,4 0,6	0,7 1,0	1,0 1,4	-	-	-
Св.0,20 до 0,24	0,5 0,7	0,8 1,1	1,1 1,5	-	-	-
Св.0,24 до 0,30	0,6 0,8	0,9 1,2	1,2 1,6	1,8 2,2	2,6 3,0	-
Св.0,30 до 0,40	0,7 0,9	1,0 1,3	1,4 1,8	1,9 2,4	2,8 3,2	-
Св. 0,40 до 0,50	0,8 1,0	1,1 1,4	1,5 2,0	2,0 2,6	3,0 3,4	-
Св. 0,50 до 0,60	0,9 1,2	1,2 1,6	1,6 2,2	2,2 2,8	3,2 3,6	-
Св. 0,60 до 0,80	1,0 1,4	1,3 1,8	1,8 2,4	2,4 3,0	3,4 3,8	4,4 5,0
Св. 0,80 до 1,0	1,1 1,6	1,4 2,0	2,0 2,8	2,6, 3,2	3,6 4,0	4,6 5,5

1	2	3	4	5	6	7
Св. 1,0 до 1,2	1,2 2,0	1,6 2,4	2,2 3,0	2,8 3,4	3,8 4,2	4,8 6,0
Св. 1,2 до 1,6	1,6 2,4	2,0 2,8	2,4 3,2	3,0 3,8	4,0 4,6	5,0 6,5
Св. 1,6 до 2,0	2,0 2,8	2,4 3,2	2,8 3,6	3,4 4,2	4,2 5,0	5,5 7,0
Допуски размеров отливок	Основной припуск для рядов, не более					
	1	2	3	4	5	6
Св. 2,0 до 2,4	2,4 3,2	2,8 3,6	3,2 4,0	3,8 4,6	4,6 5,5	6,0 7,5
Св. 2,4 до 3,0	2,8 3,6	3,2 4,0	3,6 4,5	4,2 5,0	5,0 6,5	6,5 8,0
Св. 3,0 до 4,0	3,4 4,5	3,8 5,0	4,2 5,5	5,0 6,5	5,5 7,0	7,0 9,0
Св. 4,0 до 5,0	4,0 5,5	4,4 6,0	5,0 6,5	5,5 7,5	6,0 8,0	8,0 10,0
Св. 5,0 до 6,0	5,0 7,0	5,5 7,5	6,0 8,0	6,5 8,5	7,0 9,5	9,0 11,0
Св. 6,0 до 8,0	-	6,5 9,5	7,0 10,0	7,5 11,0	8,5 12,0	10,0 13,0
Св. 8,0 до 10,0	-	-	10,0 13,0	10,0 13,0	11,0 14,0	12,0 15,0
Св. 10,0 до 12,0	-	-	13,0 15,0	11,0 14,0	12,0 15,0	13,0 16,0
Св. 12,0 до 16,0	-	-	-	14,0 16,0	15,0 17,0	16,0 19,0
Св. 16,0 до 20,0	-	-	-	17,0 20,0	18,0 21,0	19,0 22,0
Св. 20,0 до 24,0	-	-	-	20,0 23,0	21,0 24,0	22,0 25,0
Св. 24,0 до 30,0	-	-	-	-	26,0 29,0	27,0 30,0
Св. 30,0 до 40,0	-	-	-	-	-	34,0 37,0
Св. 40,0 до 50,0	-	-	-	-	-	42,0
Св. 50,0 до 60,0	-	-	-	-	-	50,0

Таблица 3.5

Класс точности от квалитетов точности размеров деталей

Класс точности размеров отливок	1-3 т	3-5т	5-7	7-9т	9-16
Квалитет точности размеров деталей, получаемых механической обработкой отливок	IT9 и грубее	IT10 и грубее	IT11 и грубее	IT12и грубее	IT13 и грубее
	IT8и точнее	IT8-IT9	IT9-IT10	IT9-IT11	IT10-IT12

1.6. Нанесение уклонов на отливке

Для того чтобы модель легко извлекалась из формы, не вызывая ее повреждений, поверхности модели, перпендикулярные плоскости разъема формы, выполняются с формовочными уклонами. Размеры уклонов назначаются по ГОСТ 3212-99. Уклоны назначаются от высоты и материала модели по табл. 3.6.

Таблица 3.6

Формовочные уклоны наружных поверхностей моделей

Измеряемая высота, мм	Уклоны для моделей		Измеряемая высота, мм	Уклоны для моделей	
	металлических	деревянных		металлических	деревянных
До 20	1°30'	3°00'	Св. 100 до 200	0°30'	0°30'
Свыше 20 до 50	1°00'	1°30'	Св. 300 до 800	0°20'	0°30'
Свыше 50 до 100	0°45'	1°00'	Св. 800 до 2000	0°15'	0°20'
Свыше 100 до 200	0°30'	0°45'	Св. 2000	0°10'	0°15'

Формовочные уклоны выполняются на обрабатываемых поверхностях с учетом припуска на механическую обработку путем увеличения размеров отливки. Если поверхность не обрабатывается и не сопрягается с другими поверхностями, то формовочные уклоны могут назначаться одновременно на увеличение и уменьшение размеров отливки. При назначении уклонов на поверхности, которые сопрягаются с другими поверхностями, и зависимости от вида сопряже-

ния: при подвижном - путем уменьшения, а неподвижном - увеличения размеров отливки. Уклоны на местных небольших утолщениях (бобышек, планок, поясков) принимаются - 30-45°. Формовочные уклоны в стержневых ящиках рекомендуется выполнять, аналогично модельным уклонам. На отливке, как и на ее модели, также будут соответствующие уклоны.

1.7. Определение радиусов скругления

Для образования плавных переходов между поверхностями отливки внутренние углы поверхностей модели скругляются. Эти скругления облегчают извлечение модели из формы, а в отливке предотвращают образование усадочных раковин и трещин в углах. Их называют галтелями.

Радиусы галтелей:

$$r = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{3} \right) \frac{a + b}{2}$$

где a и b - толщина сопрягаемых стенок.

1.8. Изготовление стержней и выбор размеров их знаков

Стержни служат для образования отверстий и внутренних полостей в отливке. Стержни находятся в более тяжелых условиях, чем основная часть литейной формы при заливке металла, поэтому стержневые смеси должны иметь большую прочность. В зависимости от сложности размеров, назначения и условий службы стержни разделяются на классы (табл. 87) [5].

Изготовление стержней осуществляется следующими способами: по стержневому ящику; по шаблону; комбинированно (по стержневому ящику и шаблону). Набивку стержней можно производить вручную, пескометом, встряхиванием смеси. Типовые составы стержневых смесей приведены в табл. 32, табл. 33 [9] и табл. 91 [5].

Положение стержня в форме фиксируется его знаками, т.е. опорными частями стержня, выступающими за пределы отливки. Различают стержневые знаки горизонтальных и вертикальных стержней, т. к. знаковые части их различны (табл. 3.7 и 3.8). Длина (l) или высота (h) знака зависит от длины стержня в отливке и от диаметра или полусуммы двух смежных сторон

сечения стержня $(a+b)/2$. При изготовлении моделей отливки размеры стержневых знаков принимаются по ГОСТ 3606-92 (табл. 101-114) [5]. Формовочные уклоны знаковых частей стержня в моделях назначаются с учетом сборки формы без повреждения последней по табл. 110 [5].

Таблица 3.7

Длина горизонтальных стержневых знаков

Размер d или $(a+b)/2$, мм	Длина стержня B , мм			
	До 050	51-150	151-300	301-500
	Длина знаков I , мм			
До 25	15	25	40	-
26-50	20	30	45	60
51-100	25	35	50	70
101-200	30	40	55	80

Таблица 3.8

Высота вертикальных стержневых знаков

Размер d или $(a+b)/2$, мм	Высота стержня H , мм							
	До 50		51-150		151-300		301-500	
	Высота знаков A , мм							
	верх	низ	верх	низ	верх	низ	верх	низ
До 25	15	20	15	25	-	-	-	-
26-50	15	20	20	30	35	60	40	70
51-100	15	25	20	35	30	50	40	70
101-200	20	30	20	40	25	40	35	60

В вертикальных стержнях высота верхнего стержневого знака всегда меньше нижней. После определения размеров стержня и его стержневых знаков его показывают на чертеже отливки (рис. 3.16).

1.9. Модельный комплект для получения отливки

По чертежу отливки изготавливается модельный комплект, включающий модель отливки, стержневые ящики, подмодельные плиты, модели литниковой системы. Модели в мелкосерийном и серийном производствах - преимущественно деревянные, в массовом - металлические (из алюминиевого сплава или чугуна или пластмассовые). Форма модели соответствует форме отливки без полостей и отверстий со стержневыми знаками. Все размеры модели по сравнению с чертежом отливки увеличивают на величину литейной усадки сплава в соответствии с табл. 3.9.

Таблица 3.9

Литейная усадка литейных сплавов

Марка материала	Усадка, %	Марка материала	Усадка, %
Чугун:		Бронза:	
- серый	0,9-1,3	- оловянная	1,4-1,6
- белый	1,6-2,3	- алюминиевая	1,5-2,4
- ковкий перлитный	1,2-2,0	Латунь:	
- ковкий ферритный	1,0-1,2	- цинковая	1,5-2,2
- аустенитный	1,3-2	- кремнистая	1,6-1,8
- чугуль (18-25%)	2,4-2,7	Сплавы А1:	
Сталь:		- силумины (5-14 %) Si	1,0-1,2
- углеродистая		- остальн. алюминиевые	1,0-2,0
(0,14-0,75% С)	1,5-2	- магниевые сплавы	1,1-1,9
- марганцовистая	2,5-2,8	- цинковые	1,0-1,5
- жаростойкая	1,8-2,2		

Знаковые части на моделях имеют большие размеры, чем на стержнях, с целью образования зазора между знаком стержня и прилегаемой поверхностью формы для облегчения сборки формы. Величина зазора принимается по ГОСТ 3606-92. Поверхности модели и стержневого ящика окрашиваются: красный цвет - для чугуна, серый или синий - для стали, желтый - для цветных металлов, знаковые части в черный цвет. Эскиз модели показан на рис. 3.17. После чертежа модели необходимо вычертить чертежи стержней. Штриховка стержней выполняется как показано на рис. 3.16. Если по конфигурации отливки не представляется возможным изготовить требуемое количество знаков для закрепления стержней, то применяются металлические приспособления «жеребейки». Они изготавливаются из тонкого листового материала или проволоки и расплавляются при заливке формы.

2. Пример разработки технологического процесса получения отливки крышки насоса

2.1. Разработка чертежа отливки

После выбора положения отливки в форме и линии разъема модели и формы разрабатываем чертеж отливки (рис 3.16),

Чертеж отливки выполняется в соответствии с ГОСТ 2.423.73 «Правила выполнения чертежей элементов литейной формы и отливки» в такой последовательности:

- а) вычерчиваем сплошными тонкими линиями с необходимыми размерами контуры детали (рис. 3.16) в таком положении, как она формируется;
- б) обозначаем плоскость разреза модели и формы;
- в) припуски на мехообработку изображаются основными линиями

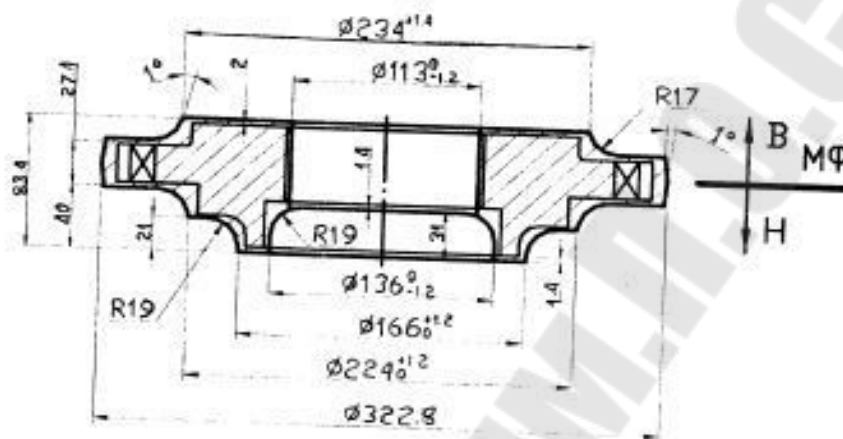


Рис. 3.17. Отливка крышки насоса

Величина припусков выбирается по табл. 3.1-3.5 и показывается на продолжении размерной линии. При получении отливки крышки насоса в сырых песчано-глинистых формах по табл. 3.1 для наибольшего габаритного размера до 630 мм выбираем 7-й класс точности размеров и массы отливки и принимаем 2-й ряд припусков. Допуск размеров отливки выбираем из табл. 3.2 в зависимости от габаритного размера и класса точности. Например, для габаритного размера диаметр 140-го и 7-го класса точности допуск составляет 1,2 мм. В соответствии с установленным допуском табл. 3.2 и принятым 2-м рядом припусков устанавливаем припуск на механическую обработку 1,6-2,4 мм. Выбираем большее значение припуска 2,4 мм, т. к. к этой поверхности предъявляются более высокие требования к точности размера (установка уплотнительного кольца). Припуски на механическую обработку на других поверхностях устанавливаются дифференцированно для каждого элемента отливки в соответствии с табл. 3.1-3.4 в зависимости от допусков размеров и рядов припусков, приведенных в табл. 3.10 и показанных на рис. 3.17;

Таблица 3.10

Припуски на механическую обработку поверхностей отливки крышки насоса

Номинальные размеры деталей, мм	Допуск размеров отливки, мм	Класс точности отливки	Ряды припусков	Припуск на мех. обраб. мм	Размеры отливки, мм
∅ 140	1,2	7	2	2,0	136,0
∅ 162	1,4	7	2	2,0	166,0
∅ 220	1,4	7	2	2,0	224,0
∅ 117	1,2	7	2	2,0	113,0
∅ 230	1,4	7	2	2,0	234,0
∅ 318	1,6	7	2	2,0	322,8
h ₁ = 21	0,8	7	2	1,4	21,0
h ₂ = 31	0,9	7	2	1,4	31,2
h ₃ = 19	0,8	7	2	1,4	19,0
h ₄ = 24	0,8	7	2	1,4	27,4
h ₅ = 16	0,8	7	2	2,4-2,0	16,4
h ₆ = 49	1,0	7	2	2,4+1,4	52,8
h ₇ = 40	1,0	7	2	1,6-1,4	40,2
H = 80	1,1	7	2	2,4-1,6	84

г) наносим формовочные уклоны на вертикальные поверхности отливки [4], На обработанные поверхности уклоны наносим с увеличением размеров «в плюс», а на необработанные - с уменьшением размеров «в минус» (рис. 3.16). Серийность детали малая, поэтому изготавливаем модель отливки из древесины. Уклоны на отливке и модели согласно ГОСТ 3212-80 (табл. 3.7) составляют на высоту: h₁ = 21,0 мм -1°; h₃ = 19 мм -1°30'; h₄ = 27,4/2 мм -1°30'; h₅ = 16 мм -1°30';

д) вычерчиваем галтели в местах сопряжения стенок отливки. Для сопряжения с толщиной стенок:

$$S_1 = 60,5 \text{ мм и } S_2 = 27,4 \text{ мм; } r_1 = \frac{60,5 - 27,4}{5} = 17,6 \text{ мм} \approx 18 \text{ мм}$$

$$S_2 = 27,4 \text{ мм; } S_3 = 44,5 \text{ мм; } r_2 = \frac{27,4 - 49,7}{5} = 14,4 \text{ мм} \approx 14 \text{ мм}$$

$$S_3 = 44,5 \text{ мм; } S_4 = 45,0 \text{ мм; } r_2 = \frac{27,4 - 49,7}{5} = 11,9 \text{ мм} \approx 12 \text{ мм}$$

ж) изображаем стержни и их знаки сплошными тонкими линиями; штриховку наносим у контурных линий; обозначаем буквами Ст. и указываем порядковый номер в соответствии с (рис. 3.10);

- з) обводим основными линиями все наружные и внутренние контуры отливки, заштриховав разрезы (рис. 3.16);
- и) проставляем размеры на отливке (рис. 3.16);
- к) разрабатываем чертеж модели, который будет отличаться увеличением размеров по отношению к размерам отливки на величину усадки (для стали 2 %) (рис. 3.18);

Таблица 3.11

Допустимые расстояния между моделями и элементами формы

Вес отливки, кг	Допустимые расстояния, мм					
	От верха модели до верха опоки	От низа модели до низа опоки	От модели до стенок опоки	От кромки стояка до стенки опоки	Между кромками моделей	От кромки шлакоул. до кромки модели
До 5	40	40	30	30	30	30
5-10	50	50	40	40	40	30
10-25	60	60	40	50	50	30
25-50	70	70	50	50	60	40
50-100	90	90	50	60	70	50
100-250	100	100	60	70	100	60
250-500	120	120	70	80	-	70

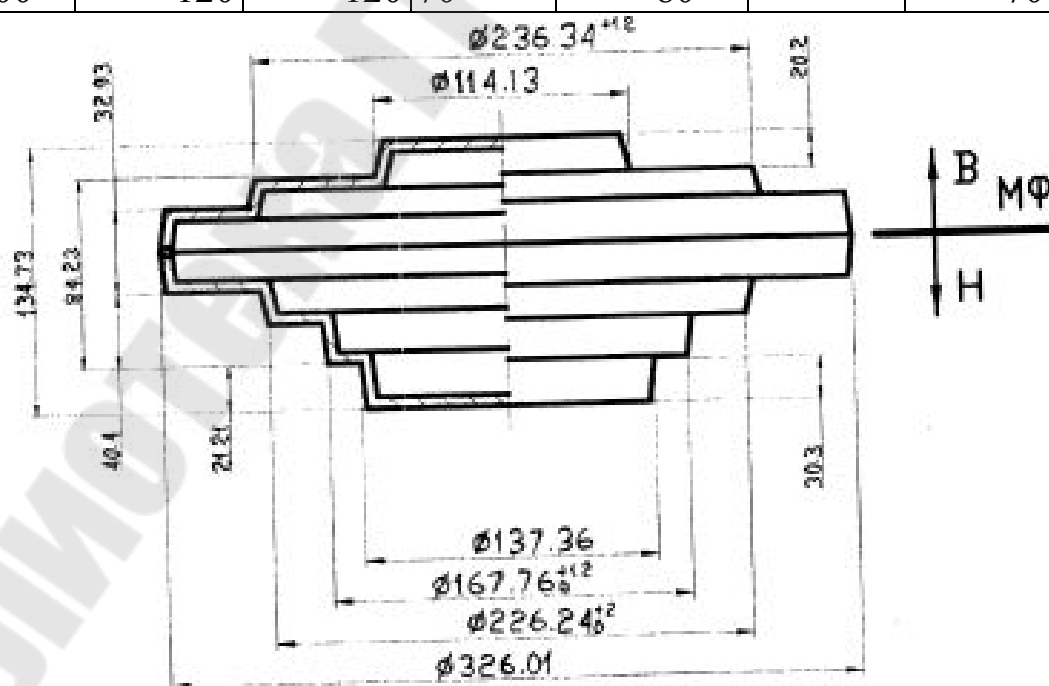


Рис. 3.18. Модель отливки крышки насоса

2.3. Выбор формовочных, стержневых смесей, способа изготовления форм и стержней, сборка, заливка литейных форм, охлаждение, выбивка отливок форм, очистка, отделка и термическая их обработка

2.3.1. Выбор формовочных и стержневых смесей

Формовочные и стержневые смеси выбирают в зависимости от марки материала отливки, толщины стенок, способа формовки.

Литейные легированные стали имеют плохие литейные свойства: пониженную жидкотекучесть, значительную усадку (до 2,5 %), что приводит к образованию усадочных раковин, пористости и трещин. Для предупреждения трещин необходимо формы изготавливать из податливых формовочных и стержневых смесей. А высокая температура заливки (1550-1600 °С) требует применения формовочных и стержневых смесей с высокой огнеупорностью.

В качестве исходных материалов выбираем рекомендуемый типовой состав стержневой и формовочной смесей, применяемых при получении стальных отливок.

Состав стержневой смеси:

- обратная смесь - 40 %
- кварцевый песок - 45 %
- огнеупорная глина - 8 %
- связующее СП - 4-5 %
- опилки древесины - 3 %

Марка песка К02А с содержанием глинистых до 12 %. Газопроницаемость смеси в сыром состоянии не менее 70 единиц.

Состав формовочной смеси:

- обратная смесь - 97 %
- кварцевый песок - 0,5-3 % -глина -0,1-0,2%
- гранулированный уголь - 0,1 %
- газопроницаемость не менее - 95 % -влажность -3%
- текучесть -70 %

Для других марок и сплавов выбор формовочных и стержневых смесей осуществляем в соответствии [2, 3, 5, 7].

2.3.2. Выбор способа изготовления литейной формы и стержня

Применяют два способа изготовления форм и стержней: ручной и машинный. В данном случае имеем недостаточно большую серийность, но с учетом развития производства выбираем машинную формовку. Применение пескодувных машин позволяет совмещать две

операции: наполнение и уплотнение. При изготовлении литейных форм и стержней на пескодувных машинах достигается большая скорость формообразования. Рациональным давлением надува при формообразовании является 4,56 Па. Время надува около 1с. Этим параметром соответствуют пескодувный полуавтомат модели 912857. Цикловая производительность до 150 съёмов в час.

Сборку литейных форм начинаем с установки нижней полуформы на заливочную площадку. Затем устанавливаем стержни в последовательности, указанной в технологической карте. После этого нижнюю полуформу накрывает верхней полуформой по направляющим штырям. Устойчивое положение стержней обеспечивается стержневыми знаками. Верхнюю полуформу с нижней скрепляем болтами, скобами или накладываем груз.

Заливку металла в полости литейной формы осуществляем из чайникового ковша, который от электродуговой плавильной печи с расплавленным металлом к месту заливки перевозят по монорельсовому пути. Температуру заливки металла назначаем на 100-150°C выше температуры ликвидуса: при этой температуре обеспечивается оптимальное питание отливок и исключается сильное окисление, газонасыщение, и пригар на поверхности отливок, а так же исключается незаполнение полости формы металлом.

Охлаждение отливок в форме до выбивки осуществляем обдувом воздухом. После охлаждения отливок до температуры 450°C [6] удаляем их из формы на вибрационных машинах (марки 0-15) [7] путем разрушения литейной формы. Пустые опоки отправляются на изготовление новых литейных форм, формовочная смесь - в смесеприготовительное отделение, а отливки - на отжиг, очистку. Одновременно удаляются и стержни. Очистку поверхности отливок от пригара, формовочной и стержневой смеси осуществляем в дробеметных камерах. После очистки отливок газовой резкой удаляются литниковая система и прибыли, а затем их отправляют к обдирочным станкам, где зачищают остатки прибылей, литниковой системы, заливы.

Для снижения твердости поверхности отливки и снятия внутренних напряжений перед механической обработкой производится отжиг при 650-700°C. После отжига отливки отправляются на механическую обработку.

Контрольные вопросы

1. Какие способы литья применяют для получения отливок?

2. В зависимости от каких факторов выбирают линию разъема?
3. Как выбирают линию разъема?
4. В зависимости от каких параметров выбирают уклоны?
5. Какие факторы влияют при назначении припусков на механическую обработку?
6. От каких показателей зависят размеры стержневых знаков?
7. В зависимости от чего выбирают состав формовочных и стержневых смесей?

Литература

1. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности.
2. Титов Н.Д. Технология литейного производства. -М.: Машиностроение, 1974.-471 с.
3. Справочник литейщика. Фасонное стальное литье /Под общей ред.Н.Н. Рубцова.-М.г.ГНТИ Машиностроительной литературы, 1962.-611 с.
4. Дубицкий Г.М .Литниковые системы.-М.: Свердловскмашгиз, 1962.
5. Абрамов Г.Г. Справочник молодого литейщика. - М.: Высшая школа, 1978.- 198 с.
6. Емельянова Л.П. Технология литейной формы. - М.: Машиностроение. 1979.-240 с.
7. Справочник по чугунному литью /Под ред. Н.Г. Гершовича. - М.: Машиностроение.
8. Матюхов В.Г. Техника безопасности в литейном производстве. - М.: Высшая школа, 1980. - 90 с.
9. Анисимов Н.Ф., Влачев В.П. Проектирование литых деталей. - М.: Машиностроение, 1977. - 664 с. в.

Лабораторная работа № 4

ИЗУЧЕНИЕ ВЫРУБКИ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Цель работы: изучение технологического процесса вырубки, конструкции и работы вырубного штампа, принципа действия оборудования для листовой штамповки, освоение методики расчета усилия вырубки, экспериментальная проверка результатов расчета.

Содержание работы: изучение устройства и принципа действия оборудования и инструмента для разделительных операций холодной листовой штамповки; овладение навыками разработки технологического процесса вырубки; ознакомление с экспериментальными и теоретическими методами определения усилия вырубки.

Применяемое оборудование и материалы: лабораторный гидравлический пресс ПСУ-10, вырубной штамп, полоса из стали 10 КП толщиной 0,8-2 мм, машинное масло, штангенциркуль.

Порядок выполнения

1. Получить от учебного мастера полосовую заготовку, уточнить марку стали и ее механические свойства.
2. Расчетным путем определить усилие вырубки.
3. Ознакомиться с принципом действия вырубного штампа. Замерить диаметр пуансона, толщину заготовки.
4. Провести вырубку. Зафиксировать полученное усилие вырубки. Определить погрешность между экспериментальным и расчетным значением, усилия вырубки и сделать вывод по данной работе.

1. Общие сведения

Листовая штамповка - процесс обработки металлов давлением, при котором из листовой заготовки получается деталь плоской или пространственной формы. При этом толщина заготовки, как правило, не изменяется.

Все операции листовой штамповки делятся на разделительные и формоизменяющие. К разделительным относятся: отрубка, обрезка, вырубка, пробивка и др. Они обеспечивают отделение части заготовки.

Формообразующие операции изменяют форму заготовки без ее разделения. Это - вытяжка, гибка, обжим, отбортовка, скручивание, чеканка и др.

Заготовки обрабатывают с помощью инструментов - штампов.

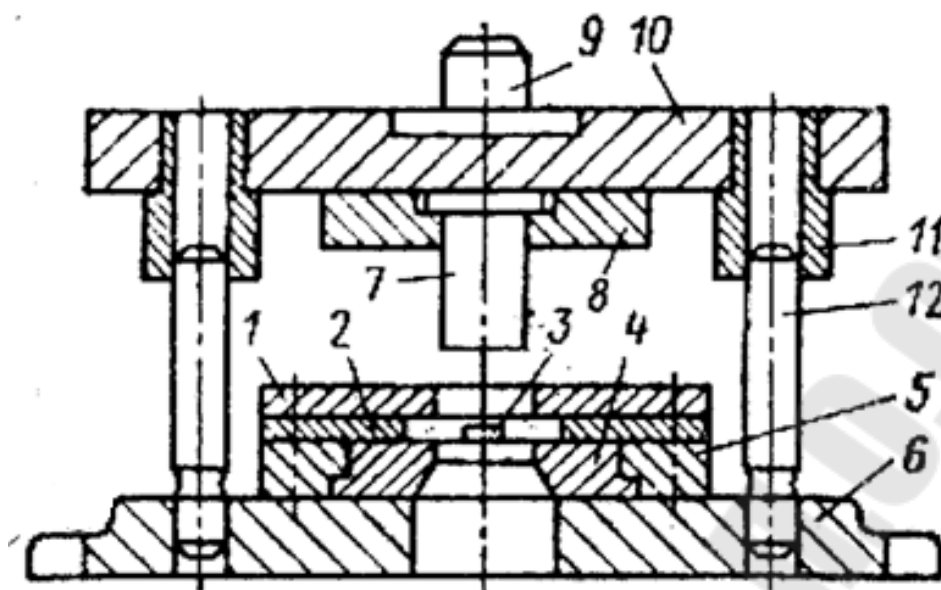


Рис. 4.1. Схема вырубного штампа: 1 - съемник; 2 - направляющие линейки; 3 - упор; 4 - матрица; 5 - матрицедержатель; 6, 10 - нижняя и верхняя плиты; 7 - пуансон; 8 - пуансонодержатель; 9 - хвостовик; 11 - направляющие втулки; 12 - направляющие колонки

Основой штампа (рис. 4.1) являются верхняя (6) и нижняя (10) плиты. На них крепятся остальные детали, и они, соответственно, образуют подвижную и неподвижную части штампа. Детальными, непосредственно осуществляющими обработку заготовки, являются матрица (4) и пуансон (7). Пуансон крепится к верхней плите с помощью пуансонодержателя (8); матрица, направляющие линейки (2) и съемник (1) прикреплены к нижней плите с помощью болтов (на чертеже показаны лишь оси болтов). Положение заготовки относительно матрицы и пуансона определяется направляющими линейками (2) (определяют размеры заготовки и детали) и упором (3) (определяет шаг подачи заготовки). Направляющие колонки (12) запрессованы в нижнюю плиту, направляющие втулки (11) - в верхнюю. Хвостовик (9) закреплен в верхней плите за счет своего цилиндрического буртика, подкладной плиты и плиты пуансонодержателя.

Для обеспечения работы штампа его устанавливают на пресс. Для листовой штамповки наиболее часто применяют кривошипные прессы, реже - гидравлические и фрикционные. В отдельных случаях применяют электрогидравлическую штамповку взрывом.

Схема кривошипного прессы представлена на рис. 4.2.

Пресс работает следующим образом. Электродвигатель (9) через шестерню (8) приводит маховик в непрерывное вращение. Маховик выполнен массивным и за счет этого накапливает при вращении зна-

чительную кинетическую энергию. При включении рабочим пусковой педали или кнопки включается муфта (6), соединяющая маховик с коленчатым валом (5). Под действием маховика коленчатый вал совершает один оборот, после чего муфта выключается и коленчатый вал останавливается. При вращении коленчатого вала связанный с ним шатун (4) приводит в действие ползун (3). При этом на первой половине оборота коленчатого вала ползун опускается в низ, затем на втором обороте поднимается вверх и останавливается в исходном положении.

Штамп крепится нижней плитой на столе прессы (2) с помощью винтовых прижимов, верхней плитой – к ползуну с помощью хвостовика и винтовых прижимов.

Кривошипные прессы имеют высокую производительность, надежны в эксплуатации, выпускаются усилием от 6,3 до 100 МН.

Листовую штамповку проводят без нагрева заготовки и поэтому она основана на использовании пластичности обрабатываемых материалов. Выбор материала для изготовления конкретной детали осуществляют исходя из комплекса таких его свойств, как пластичность и прочность. Наиболее часто применяются низкоуглеродистые и низколегированные стали.

Под вырубкой понимается полное отделение заготовки или изделия от исходной заготовки по замкнутому контуру путем сдвига. Для максимально полного использования металла листовая заготовка подвергается раскрою.

Раскром металла называют рациональное расположение вырубных деталей на исходном материале - листе, полосе, ленте. Принятый тип раскроя во многом определяет расход металла на изделие. На рис. 4.3 приведены схемы раскроя. Существует три основных типа раскроя: с технологическими отходами, малоотходный и безотходный.

Качество реза и усилие, необходимое для осуществления вырубной операции, в значительной степени зависят от величины зазора между пуансоном и отверстием матрицы. Оптимальным является зазор порядка 5 - 10 % от толщины заготовки. Возрастание зазора приводит к растяжению и изгибу материала в месте разреза.

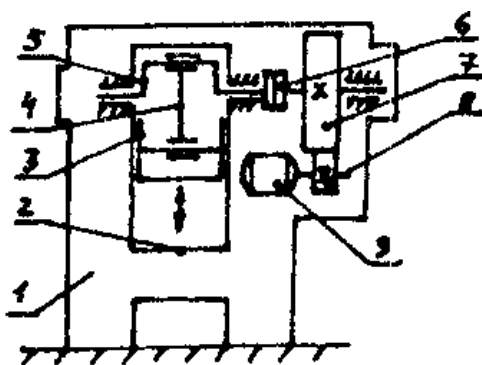


Рис. 4.2. Схема кривошипного пресса: 1 - станина; 2 - стол пресса; 3 - ползун; 4 - шатун; 5 - коленчатый вал; 6 - соединительная муфта; 7 - маховик; 8 - шестерня; 9 - электродвигатель

В этом случае отделению детали предшествует затягивание металла в зазор между пуансоном и матрицей и его упрочнение. В результате получается изделие с большим заусенцем со стороны пуансона. Помимо ухудшения качества изделия, вырубка с большими зазорами требует повышенных усилий, т. к. необходимо затрачивать работу не столько на скол металла, сколько на разрыв утяжины, образующейся по периметру между пуансоном и матрицей. Кроме того, контактное трение между режущими кромками пуансона и матрицы и находящегося между ними металла заготовки способствует повышенному тепловыделению, что интенсифицирует процесс износа и затупления режущих кромок пуансона и матрицы. Малые зазоры между матрицей и пуансоном требуют точного направления пуансона относительно отверстия матрицы. Оборудование, приводящее штамп в действие, не может осуществить подобное точное направление, поэтому эту функцию выполняют направляющие колонки и втулки штампа. Отверстие втулки и наружная поверхность колонки обработаны с высокой точностью и при движении втулки по колонке осуществляется точное центрирование пуансона относительно матрицы. Однако полное устранение зазоров между сопрягаемыми деталями нецелесообразно с точки зрения технологичности их установления. Поэтому применение зазора между пуансоном и матрицей менее чем 5 % от толщины заготовки может привести к неточному центрированию пуансона относительно матрицы.

2. Практическая часть

Произвести расчет усилия вырубки

Усилие вырубки (пробивки) зависит от многих факторов: толщины и механических свойств заготовки, длины вырубяемого контура, величины зазора, остроты режущих кромок матрицы и пуансона.

Усилие вырубки является важнейшим параметром, по которому осуществляется выбор кузнечно-прессового оборудования, т. к. осуществить процесс обработки металлов давлением возможно только в том случае, если требуемое для этого усилие окажется меньше номинального (рабочего) для имеющегося оборудования.

Приближенно, с достаточной для технологических целей точностью, усилие вырубки P определяется по следующей формуле:

$$P = K \cdot L \cdot S \cdot G_{cp}(H), \quad (4.1)$$

где k - эмперический коэффициент пропорциональности, с помощью которого учитывают трудно поддающиеся учету факторы (обычно k - 1,2-1,3);

L - длина вырубяемого контура в мм;

S -толщина заготовки в мм;

$\sigma_{ср}$ ~ сопротивление материала срезу в МПа.

В свою очередь $\sigma_{ср} = (0,75 - 0,85) \sigma_{\delta}$, (4.2)

где G_{δ} ~ временное сопротивление разрыву в МПа, определяется по справочникам механических свойств [2].

Студентам необходимо произвести расчет усилия вырубки детали в виде круга при заданных размерах детали и марке материала. При этом диаметр заготовки и марка материала берутся из таблицы, толщина детали задается преподавателем.

Таблица 4.1

Индивидуальные задания для расчета усилия вырубки

Вариант задания	Диаметр Детали мм	Марка сплава	Предел прочности, МПа	Вариант задания	Диаметр детали мм	Предел прочности, МПа	Марка сплава
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10	0.8кп	330	15	100	410	15Г
2	20	Ст.2кп	400	16	20	500	Ст.4кп
3	30	15Г	420	17	60	350	10кп
4	35	10кп	350	18	40	330	0,8
5	40	40	600	19	45	620	50

1	2	3	4	5	6	7	8
6	25	10кп	350	20	50	340	0.8пс
7	15	20кп	410	21	15	420	20пс
8	20	30	500	22	25	550	35
9	45	10пс	370	23	20	620	45
10	15	ВСт.3	450	24	25	450	Ст.3кп
11	60	0.8пс	340	25	40	450	ВСт3кп
12	65	10кп	350	26	70	400	Ст.2кп
13	35	12Г2	550	27	30	330	0,8
14	45	30ХГС	700	28	50	350	10кп

Экспериментальная проверка расчетного значения усилия вырубки

С помощью лаборанта или преподавателя осуществить процесс вырубки на лабораторном гидравлическом прессе ПСУ-10, обеспечивающем усилие вырубки до 100 кН. В процессе вырубки провести наблюдение за работой штампа и замерить усилие штамповки. Эксперимент провести трижды, определить среднее значение усилия. Затем провести с помощью штангенциркуля необходимые обмеры заготовки, рассчитать теоретическое усилие вырубки и вычислить относительную погрешность E по формуле:

$$E = \frac{P_P - P_{ЭКС}}{P_{ЭКС}}$$

где P_P , $P_{ЭКС}$ - расчетное и экспериментальные значения усилия вырубки.

Контрольные вопросы

1. Что такое вырубка и пробивка?
2. Каков принцип действия оборудования для листовой штамповки?
3. Из каких деталей состоит инструмент для листовой штамповки, каково назначение каждой из этих частей?
4. Какой должна быть величина зазора между пуансоном и матрицей? На что она влияет?
5. От чего зависит усилие вырубки, для чего оно применяется?

Литература

1. Технология конструкционных материалов /Под ред. А.М. Дальского. -М, Машиностроение, 1985. - С. 449.
2. Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник. - М.: Машиностроение, 1987. - С. 165-178.

Лабораторная работа № 5

ИЗУЧЕНИЕ ВЫТЯЖКИ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Цель работы: ознакомиться с устройством и принципом действия оборудования для вытяжки; изучить существующие схемы вытяжки; освоить методику расчета усилия вытяжки без прижима и ознакомиться с характером деформации заготовки; провести экспериментальную проверку расчетного значения усилия вытяжки.

Содержание работы: изучение устройства и принципа действия оборудования и инструмента для формоизменяющих операций холодной листовой штамповки. Освоение методики расчета усилия вытяжки без прижима. Изучение характера формоизменения заготовки в процессе вытяжки.

Применяемое оборудование и материалы: лабораторный гидравлический пресс ПСУ-10; вытяжной штамп; заготовка из стали 10кп диаметром 30-1 мм и толщиной $0,8 \pm 2$ мм; машинное масло, штангенциркуль.

Порядок выполнения работы

1. Получить у учебного мастера цилиндрическую плоскую заготовку и уточнить, из какого материала она изготовлена.
2. Замерить диаметр и толщину заготовки, диаметр пуансона вытяжного штампа и расчетным путем определить усилие вытяжки.
3. Ознакомиться с устройством и принципом действия вытяжного штампа и гидравлического пресса ПСУ-10.
4. Провести вытяжку. Зафиксировать полученное усилие вытяжки. Определить погрешность между экспериментальным и расчетным усилиями вытяжки. Сделать вывод о влиянии формы пуансона, свойств материала заготовки и коэффициента трения между пуансоном - заготовкой - матрицей на силовые параметры процесса вытяжки.

Общие сведения

Вытяжка - это операция листовой штамповки, при которой плоская или полая заготовка превращается в объемную деталь, открытую с одной стороны. Наряду с отбортовкой, формовкой, гибкой и обжимом вытяжка относится к формообразующим операциям листовой штамповки. Различают 3 вида вытяжки:

- вытяжка без прижима (рис. 5.1 а);
- вытяжка с прижимом (рис. 5.1б);
- вытяжка с утонением стенок (рис. 5.1 в).

Вытяжка является очень распространенным технологическим процессом, при помощи которого получают всевозможные крышки, стаканы, неглубокие сосуды и кожуха различной формы, металлическую посуду и т. д.

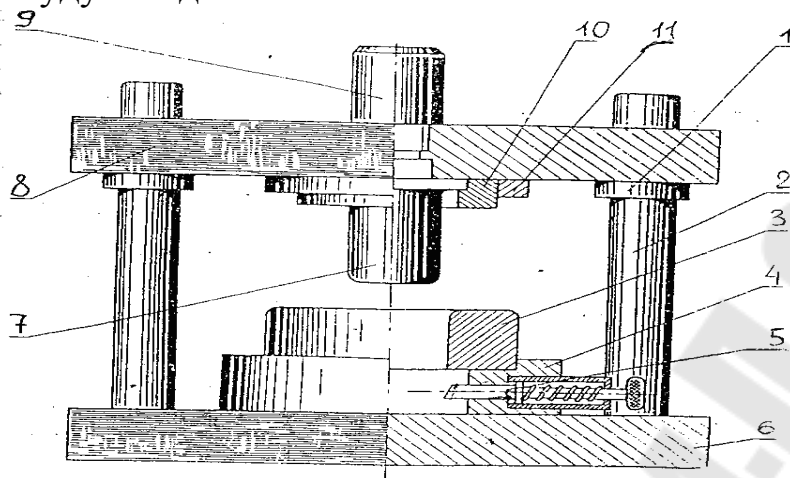


Рис. 5.1. Вытяжной штамп

Позиции: 1-втулки, 2-колонки, 3-матрица, 4-матрица держатель, 5-съемник, 6-нижняя плита, 7-пуансон, 8-верхняя плита, 9-хвостовик, 10-гайка, 11-держатель.

При вытяжке без прижима (рис. 5.1 а) плоская или полая заготовка / проталкивается пуансоном через отверстие в матрице и за счет этого приобретает объемную форму, причем зазор между матрицей и пуансоном несколько больше толщины заготовки.

При вытяжке с прижимом (рис. 5.1 б) вначале край заготовки прижимается к матрице и лишь затем пуансон осуществляет вытяжку. Это позволяет избежать образование складок по краю вытягиваемой заготовки, но требует более сложного оборудования.

При вытяжке с утонением стенок (рис. 5.1 в) зазор между матрицей и пуансоном меньше, чем толщина заготовки, получающаяся при этом деталь имеет толщину боковых стенок меньшую, чем толщина доньшка.

В процессе вытяжки при превращении плоской детали в объемную происходит изменение площади боковой поверхности. Это изменение иллюстрирует рис. 5.2, на котором изображены исходная заготовка 1, полученная деталь 2 и развертка 3 боковой поверхности детали, совмещенная с заготовкой.

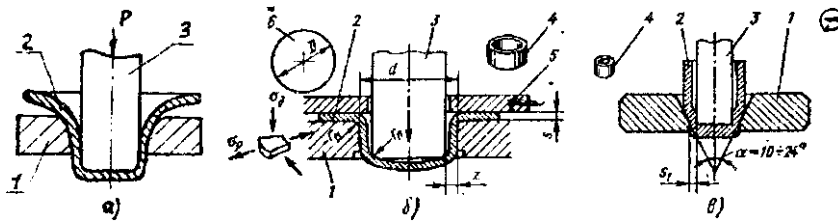


Рис. 5.2. Схемы вытяжки;

а) без прижима; б) с прижимом; в) с утонением стенок. 1 - матрица; 2, 6 - заготовка; 3 - пуансон; 4 - полученная деталь; 5- прижим

Сжатие периферии заготовки в радиальном направлении приводит к тому, что у получившейся детали толщина боковых стенок вдали от доньшка оказывается несколько больше, чем вблизи от доньшка; величина сжатия в радиальном направлении и, соответственно, усилие, требуемое для вытяжки, возрастает при увеличении глубины вытягиваемой детали.

При большой глубине усилие сжатия возрастает настолько, что заготовка может потерять устойчивость и заштрихованные «лишние» объемы металла образуют складки. Для предотвращения складок применяют вытяжку с прижимом, не дающим краям заготовки образовывать складки, или вытяжку с утонением стенок, при которой происходит течение металла вдоль оси образующейся детали (в радиальном направлении по отношению к заготовке).

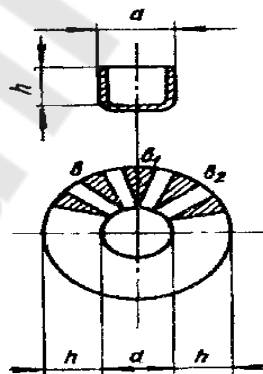


Рис. 5.2. Развертка полого цилиндра, образуемого вы-

За одну операцию вытяжки можно получить изделие высотой не более 0,7-0,8 диаметра. Вытяжку более высоких изделий за один переход нельзя осуществлять из-за возможного отрыва доньшка. Количественным критерием, позволяющим определить предельное соотношение диаметра заготовки и получаемой детали, является степень вытяжки K_B , определяемая как отношение диаметра заготовки (D_3) к диаметру пуансона (d) $K_B = D_3/d$

Для разных материалов предельно возможные величины K различны и составляют обычно 1,8-2,1.

Пониженные значения степени вытяжки характерны для малопластичных материалов, большие \sim для высокопластичных.

Для увеличения предельно возможного K_v применяют пуансоны и матрицы со скругленными краями, заготовки перед вытяжкой хорошо смазывают, т.к. при вытяжке происходит значительное скольжение заготовки относительно матрицы и смазка снижает силы трения.

При необходимости получения детали, для которой K_v оказывается больше предельно возможного для данного материала, применяют вытяжку в несколько переходов. При этом в начале осуществляют вытяжку из плоской заготовки, используя матрицу и пуансон большего диаметра, а затем полученную деталь вновь подвергают вытяжке, но используют при этом матрицу и пуансон меньшего диаметра. Такая вытяжка называется вытяжкой в несколько (два и более) переходов и позволяет получать детали большой глубины.

На практике для оценки энергосиловых параметров вытяжки пользуются величиной, обратной степени вытяжки, называемой коэффициентом вытяжки: $m = d_n / D_{заг}$

Его предельное значение зависит от пластичности материала заготовки, относительной толщины листа $S/D_{заг}$ и размеров инструмента.

Усилие, необходимое для вытяжки детали без ее разрушения, не должно превышать предельного усилия, равного прочности детали в ее наиболее слабом поперечном сечении. Максимальное усилие вытяжки это усилие, при котором не отрывается дно вытягиваемого изделия. Для вытяжки без разрушения детали необходимо усилие:

$$P = \Pi S \sigma_b X, \quad (5.1)$$

где $\Pi = d_{cp}$ периметр детали после вытяжки, мм; S - толщина металла, мм; σ - предел прочности материала заготовки, МПа; X - коэффициент, учитывающий, напряжение в стенках вытягиваемого изделия, зависящий от коэффициента вытяжки, m (таб.5.1)

Таблица 5.1

Величина поправочного коэффициента в зависимости от коэффициента вытяжки m

m		0,55	0,575	0,6	0,625	0,65	0,675	0,7	0,725	0,777	0,8
Первый переход	X1		0,93	0,86	0,79	0,72	0,66	0,6	0,55	0,45	0,4
Послед. переходы	X2						0,97	0,93	0,89	0,85	0,8

Таблица 5.2

№ варианта	Диаметр заготовки	Диаметр детали	Марка сплава	Предел прочности, МПа
1	30	20	Ст2кп	400
2	30	25	08кп	330
3	35	20	10кп	350
4	35	25	15Г	410
5	35	30	40	600
6	40	25	20кп	410
7	40	30	30	500
8	40	35	ВСт3	450
9	45	25	ВСт3	450
10	45	30	08пс	340
11	45	35	08пс	340
12	50	30	08кп	330
13	50	35	10кп	350
14	50	40	10кп	350
15	55	30	45	610
16	55	35	45	610
17	55	40	Ст2кп	400
18	55	45	Ст2кп	400
19	60	35	Ст2кп	400
20	60	40	08	330
21	60	45	08	330
22	60	50	50	620
23	70	45	50	620
24	70	50	ВСт3кп	450
25	70	55	30хгс	700
26	70	60	12Г2	550
27	45	45	10кп	350
28	55	40	08кп	330

Для деталей типа тел вращения формула для расчета усилия вытяжки имеет вид:

$$P = \pi \cdot d_{\text{ср}} \cdot S \cdot \sigma_{\text{в}} \cdot X_n \quad (5.2)$$

где $d_{\text{ср}}$ - средний диаметр получаемой детали, мм;

S - толщина материала заготовки, мм;

$\sigma_{\text{в}}$ - предел прочности материала, МПа;

X_n - поправочный коэффициент, зависящий от эксплуатационных факторов.

Практическая часть

Рассчитать усилие вытяжки по формуле (5.2).

Провести экспериментальную проверку расчетной зависимости.

Определить погрешность между расчетным и экспериментальным значениями усилия вытяжки:

$$E = \frac{P_{расч} - P_{ЭКСП}}{P_{ЭКСП}} \cdot 100\%$$

Содержание отчета

Название и цель работы.

Краткое описание видов вытяжки с соответствующими эскизами.

Описание хода выполнения работы (расчет усилия вытяжки заданной детали и экспериментальная проверка расчетной формулы).

Описание результатов изучения деформации металла в процессе вытяжки.

Вывод о зоне максимальных деформаций заготовки в процессе вытяжки.

Контрольные вопросы

1. Что такое вытяжка?
2. Какие существуют виды вытяжки?
3. Почему при вытяжке образуются складки?
4. Что такое степень и коэффициент вытяжки?
5. Что такое вытяжка в несколько переходов?
6. Какие деформации (растяжения или сжатия) происходят в различных зонах заготовки в процессе вытяжки?

Литература

Технология конструкционных материалов /Под ред. А.М. Дальского. -М.: Машиностроение, 1985. - С. 448.

Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные материалы: Справочник. -М.: Машиностроение, 1987.-С. 177-181.

ГОСТ 1050-74.

Лабораторная работа № 6

ИЗУЧЕНИЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПОКОВКИ ПРИ СВОБОДНОЙ КОВКЕ

Цель работы: ознакомление с технологическим процессом получения поковок свободной ковкой и последовательностью выполнения операций.

Оборудование и материалы: оборудование - универсальный испытательный пресс, нагревательная печь, милливольтметр; ковочный инструмент - ковочные плиты, прошивки, топоры, клещи; измерительный инструмент - штангенциркуль; материалы - алюминий, свинец, сталь.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия гидравлического прессы.
2. Подготовить 3 образца из выбранных металлов к ковке.
3. Определить усилиековки прессованием в зависимости от степени уковки. Полученные результаты записать в таблицу.
4. Сделать выводы о влиянии степени уковки на усилиековки прессованием.
5. В соответствии с вариантом индивидуального задания (рис. 6.1. и табл. 6.1.) студент разрабатывает этапы технологического процесса получения поковки ковкой, где должно быть приведено:
 - эскиз детали, расчет объема детали (V_d) и массы детали (G_d);
 - эскиз поковки, расчет объема поковки (V_n) и массы поковки (G_n);
 - на эскизе поковки указаны размеры припусков и допусков в зависимости от точности изготовления (ГОСТ7062-90 и ГОСТ7829-70);
 - расчет размеров заготовки: объем заготовки ($V_{заг}$), ее диаметр ($d_{заг}$) длина ($L_{заг}$) и выбор заготовки [1];
 - температурный интервал нагрева заготовки под ковку [1];
 - количество переходов, применяемый инструмент дляковки и оснастка;
 - обоснование и выбор оборудования;
 - схемаковки поковки на выбранном оборудовании.

При выполнении и оформлении лабораторной работы чертежи детали, поковки, заготовки, схемы переходов, инструмента и оборудования выполняются на формате Аи.

1. Общие сведения о технологических операциях свободной ковки

Свободная ковка - вид горячей обработки металлов давлением, при котором металл деформируется с помощью плоских бойков или универсального инструмента. Нагретую заготовку 1 (рис. 6.1) укладывают на нижний боек 3 и верхним бойком 2 последовательно деформируют отдельные ее участки. Металл свободно течет в стороны, не ограниченный рабочими поверхностями инструмента.

Заготовки, получаемые ковкой, называются поковками и используются для получения деталей при последующей механической обработке.

Ковка - это один из возможных способов, применяемых при изготовлении крупногабаритных тяжелых поковок массой до 250 т. Исходными заготовками для получения таких поковок служат слитки массой до 350 г. Поковки средней и малой массы изготавливают из блюмов и сортового проката.

Технологические процессы ковки весьма разнообразны и состоят из сочетания основных и вспомогательных кузнечных операций. К основным операциям ковки относятся: осадка (высадка), протяжка, прошивка, отрубка, гибка, разгонка, раскатка и др.

Осадка - операция уменьшения высоты заготовки при увеличении площади ее поперечного сечения (рис. 6.1, а). Для успешного осуществления осадки необходимо, чтобы отношение высоты заготовки к площади поперечного сечения не превышало $1,5 < H < 2,5$. Нижний предел обусловлен удобством резки или рубки заготовки, а верхний - из условия недопущения продольного изгиба в процессе осадки. Осадка, осуществляемая на части высоты заготовки, является высадкой (рис. 6.1, б)

Наиболее распространенный способ высадки - высадка в подкладном кольце (рис. 6.1, б). В этом случае одновременно с осадкой происходит истечение металла в отверстия подкладных колец (кольцевых плит).

Осадка (высадка) используется для следующих целей:

получения поковок с большим поперечным сечением, чем у исходных заготовок;

получения утолщений на поковках осей и валов;
получения поволоков со ступицами;
повышения степени укова с целью улучшения механических свойств в различных направлениях;
определения способности черных и цветных сплавов к деформации и выявления дефектов поверхности;
устранения анизотропии и получения одинаковых свойств в различных направлениях.

Относительную деформацию при осадке определяют по формуле:

$$\varepsilon = \frac{H_0 - H_n}{H_0} \cdot 100\% \quad (6.1)$$

где H_0 - высота заготовки (образца) до осадки, мм;
 H_n - высота поковки, мм.

Коэффициент укова при осадке определяют из выражения:

$$Y = \frac{H_0}{H_n} = \frac{F_n}{F_o} \quad (6.2)$$

где F_n ~ площадь сечения поковки, мм²;
 F_o - площадь сечения заготовки (образца), мм².

Уков необходим для раздробления выросших зерен после нагрева заготовки под ковку. Минимальный уков при осадке заготовок из слитков: $u = 2 \div 3$. Если заготовкой при ковке служит прокат, то можно применять $u_{\min} = 1,25$.

Протяжка - операция удлинения заготовки или ее части за счет уменьшения площади поперечного сечения. Протягивать можно плоскими бойками (рис. 6.2 а) и вырезными (рис. 6.2, б) бойками

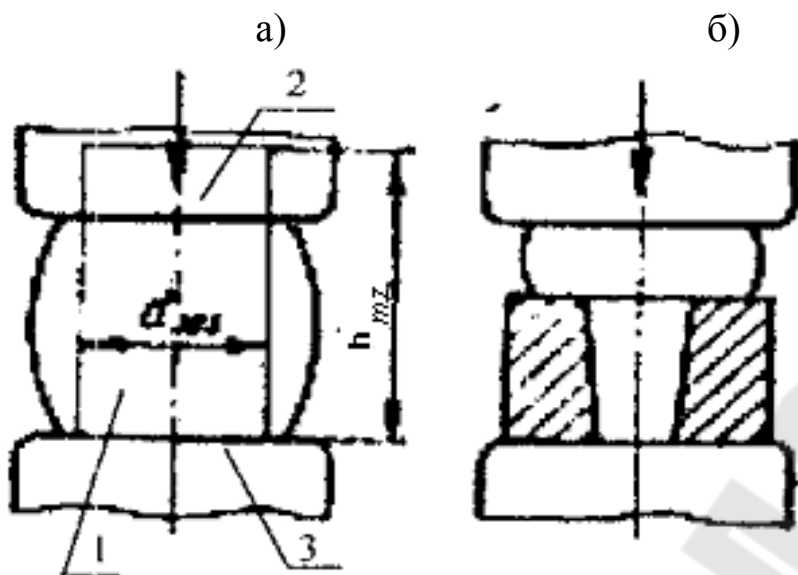


Рис 6.1 Схема операции ковки: а-осадка б-высадка

Протяжка разгонкой - операция увеличения ширины части заготовки за счет уменьшения ее толщины (рис. 6.2, в).

Протяжка с оправкой - увеличение длины пустотелой заготовки за счет уменьшения толщины ее стенок (рис. 6.2, г). Выполняют в вырезных бойках (нижнем вырезном 3 и верхнем плоском 2 на слегка конической оправке 1).

Раскатка на оправе - операция одновременного увеличения наружного, внутреннего диаметров и ширины кольцевой заготовки за счет уменьшения толщины ее стенок. Заготовка 5 деформируется между оправкой 6 и бойком 4. После каждого нажатия бойка заготовку поворачивают на определенный угол относительно оправки, которая закреплена на подставках 7 (рис, 6.2, д).

Прошивка - получение полостей в заготовке за счет вытеснения металла (рис. 6.3, а). Прошивкой можно получать сквозное отверстие или углубления. Инструментом для прошивки служат сквозные и пустотелые прошивки (рис. 6.3, б), диаметр которых выбирают не более $1/2 - 1/3$ наружного диаметра осаженной заготовки.

Отрубка - отделение части заготовки путем внедрения топора (рис. 6.3, в) для получения требуемого размера.

Штамповка в подкладных штампах для получения поковок сложной формы (рис. 6.3 г) ковкой.

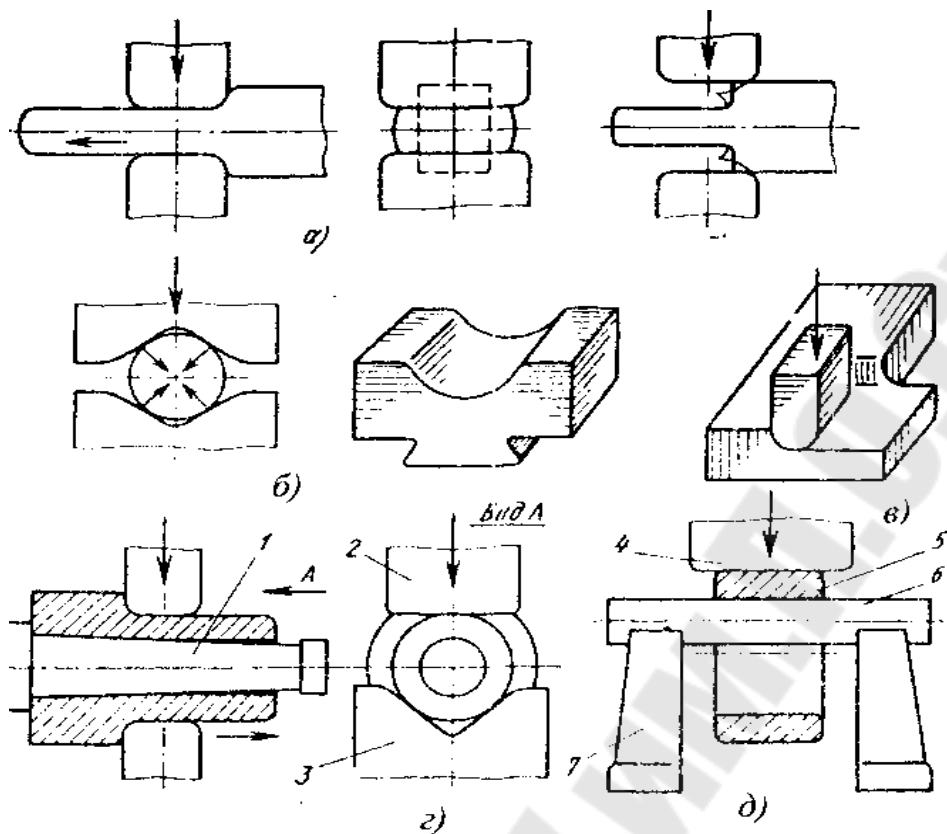


Рис. 6.2. Схема протяжки и ее операции

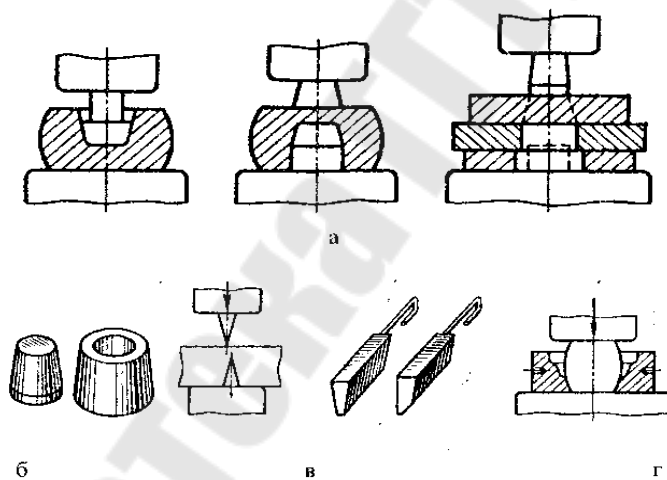


Рис. 6.3. Схема операцийковки

2. Разработка техпроцессаковки

Чертеж поковки составляют на основании разработанного конструктором чертежа готовой детали с учетом припусков, допусков и напусков (рис. 6.4). Припуск 2 - поверхностный слой металла поковки, подлежащий удалению обработкой резанием для получения требуемых размеров и качества поверхности готовой детали 1. Припуск 2

выбирают в зависимости от размеров поковки, ее конфигурации, типа оборудования, применяемого для изготовления поковки. Чем больше размеры поковки, тем больше припуск.

Допуск 4 - допустимое отклонение от номинального размера поковки, проставленного на чертеже, т. е. разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами поковки. Допуск назначают на все размеры поковки. Конфигурацию поковки можно упрощать за счет напусков 3, т. е. объемов металла, добавляемого к поковке сверх припуска для упрощения ее формы и технологического процессаковки. Напуски удаляют последующей обработкой резанием. Припуски и допуски назначают в строгом соответствии с ГОСТ 7829-55 для поковок, изготавливаемых на молотах и ГОСТ 7062-67 - для поковок, изготавливаемых на прессах.

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

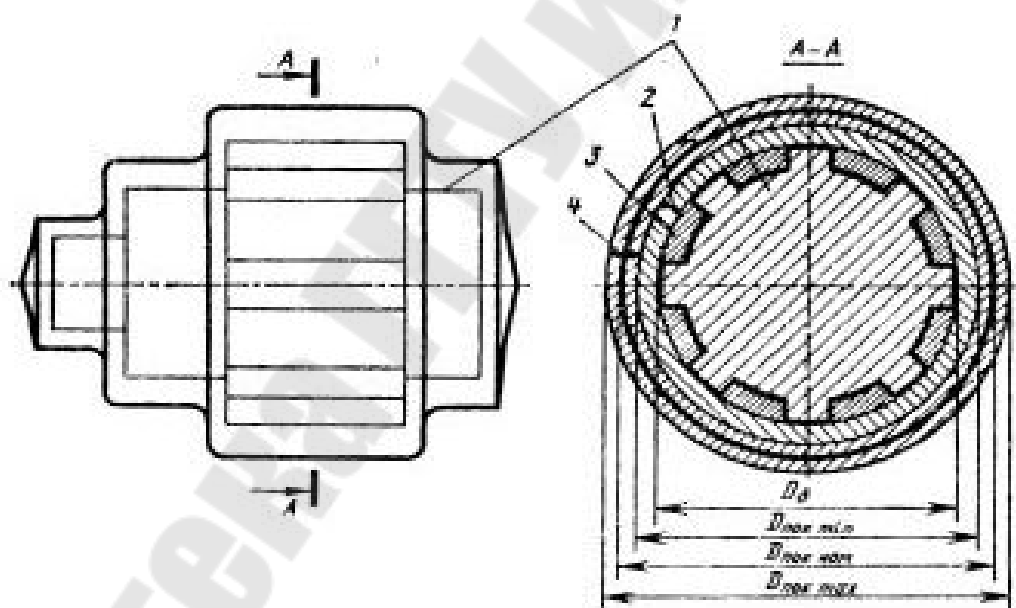


Рис. 6.4. Схема поковки с припуском (2), напуском (3), допуском (4)

2.1. Определение размеров, объема и массы заготовки из слитка или проката

После нанесения на чертеж детали припусков, допусков и напусков получается чертеж поковки. Поковку вычерчивают сплошными линиями по контуру тонких линий детали. Размеры поковки будут больше размеров детали на величину припуска, допуска, а иногда и напуска.

Массу поковки ($G_{п}$) определяют через ее объем ($V_{п}$) умноженный на плотность (γ). Суммарный объем поковки определяют так: поковку разбивают на элементарные объемы, которые можно вычислить, и суммируют.

Массу заготовки из слитка ($G_{заг}$) определяют:

$$G_{заг} = G_{пок} + G_{приб} + G_{дон} + G_{обс} + G_{уг}$$

где $G_{приб}$ - масса прибыльной части слитка составляет 20 - 25 % от массы слитка;

$G_{дон}$ = 5 - 7 % массы донной части слитка от общей массы слитка;

$G_{обс}$ - масса обсечек, это отходы на выдру при прошивке и концевые отходы при обрубке.

2.2. Изучение оборудования дляковки

Для выполнения операций свободнойковки используются ковочные молоты и гидравлические прессы. Одним из основных типов молотов дляковки являются паровоздушные молоты, которые приводятся в действие паром или воздухом давлением 0,7 - 0,9 МПа. В зависимости от конструкции станины паровоздушные ковочные молоты подразделяются на двухстоечные (арочные, мостовые) и одностоечные.

Схема паровоздушного ковочного молота арочного типа приведена на рис. 6.5.

Молот содержит массивный шабот 1, на котором крепится нижний боек 15 с заготовкой. Для выполнения операцийковки удары по заготовке наносят верхним бойком 14, установленным на бабе 3, которая может скользить по направляющим 13 внутри станины. Посредством штока 4 баба 3 соединена с поршнем 5 рабочего цилиндра 6. Рукоятками управления или педалями осуществляется подача сжатого воздуха или пара в золотник 10 распределяющий пар в нижнюю и в верхнюю часть цилиндра 6, создавая давление снизу или сверху на поршень 5, который совместно с падающими частями 3, 4, 14 то поднимается вверх, то перемещается вниз и наносит удар по заготовке. В это время пар или воздух из нижней или верхней части рабочего цилиндра выходят в дроссель 11 и по обратной трубе 12 - на выход. Паровоздушные молоты двухстоечные имеют массу падающих частей от 1 до 10 т (табл. 6.2). На этих ковочных молотах изготавливают поковки массой (1000 - 8000 кг). Паровоздушные молоты и пневматические

одноствочные имеют массу падающих частей от 0,075 - 16 т для изготовления поковок массой от 0,3 - 360 кг (табл. 6.1)

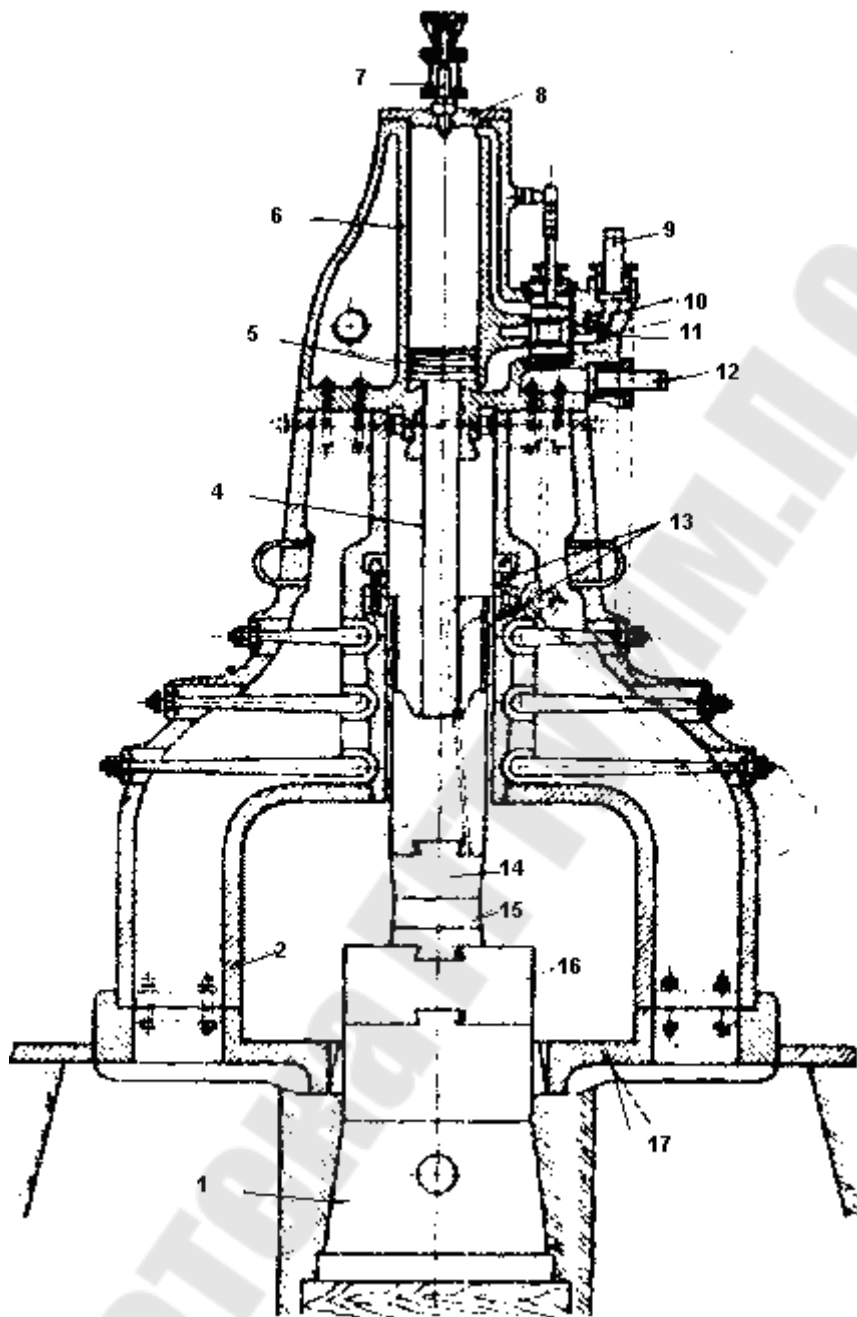


Рис. 6.5. Паровоздушный двухствочный ковочный молот двойного действия со станиной арочного типа: 1 - шабот; 2 - стойка станины молота; 3 - баба; 4 - шток; 5 - поршень; 6 - цилиндр; 7 - предохранитель; 8 - крышка цилиндра; 9 - труба свежего пара; 10 - золотник; 11 - дроссель; 12 - обратная труба; 13 - направляющие; 14 - верхний боек; 15 - нижний боек; 16 - подушка; 17 - фундаментная плита

Таблица 6.1

Ковочно-штамповочное оборудование

	Масса поковки, кг		Масса падающих частей, т	Энергия удара, кДж	Частота ударов, мин	Производительность, кг/час
	Фасонные					
	средняя	наибольшая				
Ковочные паровоздушные молоты арочного и мостового типа ГОСТ 9752-75	20	70	1	25	71	215-500
	60	180	2	50	56	410-900
	100	320	3,15	80	56	560-1200
	200	700	5	125	45	740-1600
	350	1300	8	200	34	925-430
	Ковочные пневматические молоты ГОСТ 712-82	0,3	1,2	0,075	0,8	224
1,5		4	0,15	1,4	212	37-100
2,5		8	0,25	3,15	190	54-140
6		18	0,4	5,6	150	85-200
9		28	0,56	10	132	120-300
12		40	0,75	16	112	160-375
20		70	1	28	95	215-500
Ковочные паровоздушные одностоечные молоты ГОСТ 7025 - 75	1	-	0,63	16	110	200
	1-2,5	-	1	25	90	300
	2,5-7	-	2	50	80	600
	7-17	-	3,15	80	72	1000
	20-40	-	5	125	65	1750
	70-100	-	10	250	55	3000
	180-360	-	16	400	45	5000

Гидравлические прессы-машины статического действия.

С их помощью металл деформируется приложением усилия, создаваемого с помощью жидкости, подаваемой в рабочий цилиндр прессы. Для изготовления ковкой крупных поволоков используются гидравлические прессы с усилием 20-100 кН (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Ковочные гидравлические прессы (ГОСТ 7284-80)

Масса слитка, т	Усилие прессы, МН	Производительность, кг/ч
0,05	5	780- 1360
8	8	1150- 1830
5,5	12	1700-2450
14	20	2250-3250
33	31,5	2750-4500
62	50	3400 - 6000

2.3. Выбор ковочного оборудования

Выбор кузнечного оборудования (молота или прессы) производят по наиболее тяжелой операции технологического процесса, т.е. осадке. Если молот или пресс оказываются по усилию достаточными для осадки, то они будут достаточными и для всех других операцийковки.

Выбор прессы производят по усилию осадки в соответствии с формулой:

$$P = \varphi \sigma_s \left(1 + 0,17 \frac{D_1}{H_1} \right) \frac{\pi D_1^2}{4}$$

$$P = \varphi \sigma_s \left(1 + 0,17 \frac{D_1}{H_1} - 0,33 \frac{H_1^2}{D_1^2} \right) \frac{\pi D_1^2}{4}$$

где σ_s - предел прочности конструкционной стали при ковочных температурах, МПа [1];

H_1 - высота поковки после осадки, мм;

D_1 - диаметр поковки после осадки, мм;

φ - масштабный коэффициент при осадке мелких заготовок, равный единице, а для крупных выбирается по таблице 6.3.

Таблица 6.3

Значения масштабного коэффициента φ при осадке

Масса заготовки, т	0,5	6,0	20	50	100
φ	0,8	0,7	0,6	0,55	0,5

Контрольные вопросы

1. Назвать основные операции свободнойковки.
2. Перечислить общие требования к поковкам, получаемыхковкой.
3. Устройство и принцип действия паровоздушных молотов.
4. Перечислить основные этапы осадки в подкладных кольцах.
5. Определить последовательность расчета размеров заготовки при осадке в подкладных кольцах.
6. Как определяют величину укова при осадке?
7. Как производят протяжку?
8. Как разрабатывают процесс получения поковки ковкой?

Литература

1. Технологический справочник по ковке и объемной штамповке /Под ред. И.В. Сторожева. - М.: Машгиз, 1985.
2. Семенов Е.И. Ковка и объемная штамповка. - М.: -Высшая школа, 1972.-С. 352.
3. Брюханов А.Н. Ковка и объемная штамповка. - М.: Машиностроение, 1975.-С. 408.
4. Ковка и штамповка: Справочник: В 4 т. /Под. ред. Е.И. Семенова. - М.: Машиностроение, 1985 -Т. 1.

Лабораторная работа № 7

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКОВОК ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКОЙ

Цель работы: ознакомление с разработкой технологического процесса получения поковок горячей объемной штамповкой.

Содержание работы: в соответствии с вариантом студент разрабатывает этапы технологического процесса получения поковки горячей объемной штамповкой.

Порядок выполнения работы: в представленном отчете выполненной лабораторной работы должно быть приведено:

1. Эскиз заданной детали: расчет объема детали (V_d) и массы детали (G_d).
 2. Обоснование и выбор оборудования.
 3. Эскиз поковки, нанесенной на эскиз детали:
 - выбор плоскости разъема;
 - определение припусков, напусков штамповочных уклонов и радиусов закруглений;
 - расчет заусенечной канавки;
 - конструирование наметки под прошивку;
 - расчет объема (V_n) и массы поковки (G_n).
 4. Определение размеров заготовки: объема заготовки ($V_{заг}$), ее диаметра ($d_{заг}$) длины ($L_{заг}$).
 5. Определение количества переходов.
 6. Определение температурного интервала нагрева заготовок под обработку давлением.
 7. Схема объемной штамповки на выбранном оборудовании (рис. 7.6). Схема прошивки перемычки и обрезки заусенца (рис. 7.6).
- При выполнении и оформлении лабораторной работы чертеж детали и другие схемы выполняются чертежами.

1. Получение поковки горячей объемной штамповкой

Горячей объемной штамповкой называют процесс обработки металлов давлением нагретой заготовки с помощью специального инструмента - штампа. В результате приложенного усилия к частям штампа деформируемый металл заполняет полости штампа (ручьи) по конфигурации, соответствующей форме будущей поковки. В зависи-

мости от вида штампа выделяют штамповку в открытых и закрытых штампах (рис. 7.1 а, б).

Штамповка в открытых штампах (рис. 7.1, а) характеризуется переменным зазором между подвижной (1) и неподвижной (2) частями штампа. В этот зазор выдавливается облой и закрывает выход из полости штампа, что заставляет металл полностью заполнить всю полость. В заключительной стадии формирования поковки в заусенец выжимаются излишки металла, находящиеся в полости. Этим способом получают поковки всех типов (круглые и квадратные в плане, фланцы, крестовины, стержень с фланцем, удлиненные в плане, поковки с изогнутой осью и др.). Штамповка в закрытых штампах (рис. 7.1, б) характеризуется тем, что полость штампа в процессе штамповки закрыта, а зазор между частями штампа постоянный и образование заусенца в нем не предусматривается. Существенное преимущество штамповки в закрытых штампах: уменьшение расхода металла, поскольку нет отхода в заусенец, более благоприятная микроструктура, т. к. волокна обтекают контур поковки, а не пересекаются в месте выхода металла в заусенец.

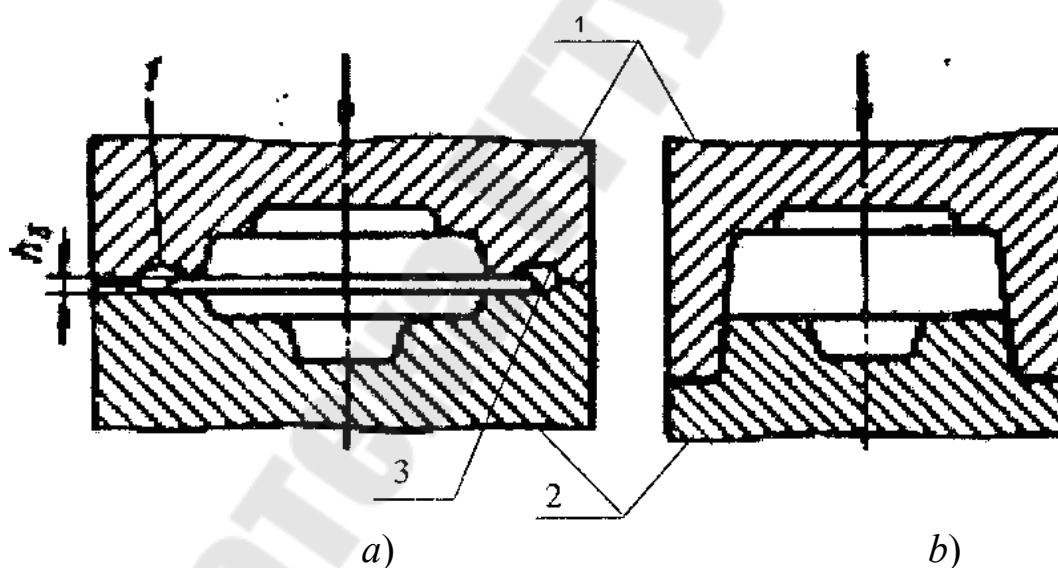


Рис. 7.1. Схема штамповки

а) открытых и б) закрытых штампах;

1) верхняя половина штампа; 2) нижняя половина штампа; 3) заусенечные канавки

2. Обоснование и выбор штампового оборудования

Оборудование выбирают исходя из назначения детали, технологических возможностей изготовления поковки, экономической целесообразности применения выбранного метода получения поковок.

Для горячей объемной штамповки применяют молоты (рис. 7.2), кривошипные горячештамповочные прессы (рис. 7.3), гидравлические прессы, горизонтально-ковочные машины и др.

В зависимости от массы поковки и с учетом ее сложности формы по таблицам справочников [3,4] или методическим указаниям (табл. 7.1) устанавливается усилие прессы или молота.

Таблица 7.1

Вид оборудования	Масса поковки, кг	Масса падающих частей молота или усилие прессы, т	Производительность, кг/ч
Штамповочные паровоздушные молоты двойного действия	1	0,63	200
	1-2,5	1,00	300
	2,5-7	2,00	600
	7-17	3,15	1000
	20-40	5,00	1750
	70-100	10,00	3000
	180-360	16	5000

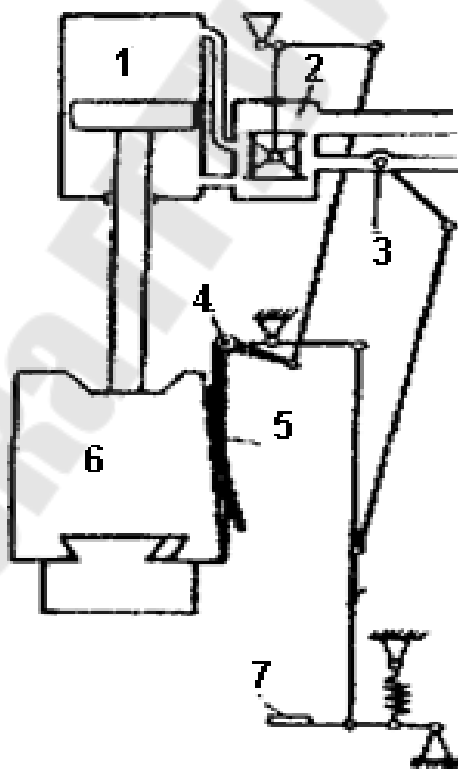


Рис. 7.2. Кинематическая схема паровоздушного молота двойного действия:

- 1 - рабочий цилиндр; 2 - золотник; 3 - дроссель; 4 - опора саблеобразного рычага; 5 - саблеобразный рычаг; 6 - баба; 7 - педаль

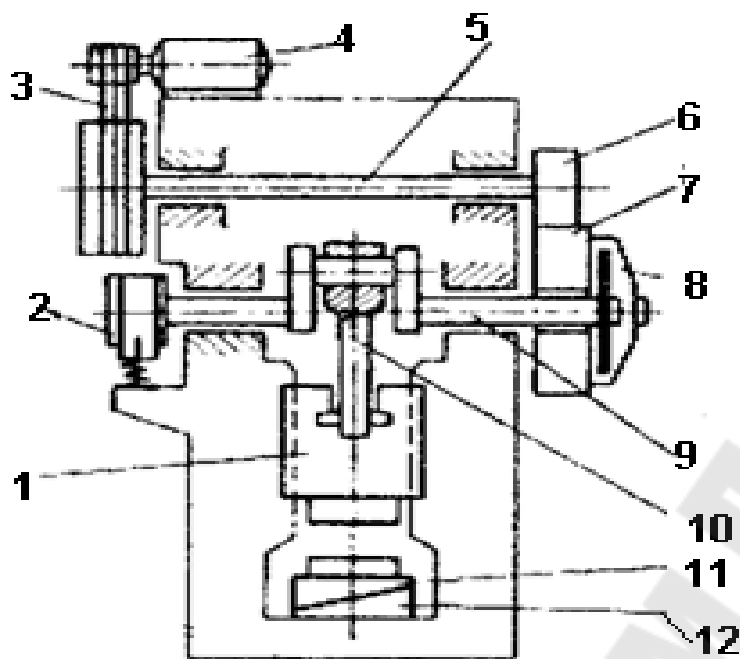


Рис. 7.3. Кинематическая схема кривошипного пресса: 1 -- ползун; 2 - тормоз; 3 - клиноремная передача, электродвигатель; 5 - промежуточный вал; 6 - шестерня; 7 - зубчатое колесо; 8 - дисковая муфта; 9 - кривошипный вал; 10 - шатун; 11 - стол пресса; 12 - клин

Таблица 7.2

**Ориентировочные данные для выбора усилия оборудования
в зависимости от массы поковки**

Вид оборудования	Масса поковки, кг	Масса падающих частей молота или усилие пресса, т	Производительность, кг/ч
Горячештамповочные кривошипные прессы	1	0,630	300-400
	1-2,5	1,0	400-600
	2,5-4	1,6	600-800
	4-7	2,0	800-900
	7-12	2,5	900-1100
	12-18	3,1	1100-1500
	18-22	4,0	1500-1800
	22-30	5,0	1890-2200
	30-50	6,3	2200-2800
50-80	8,0	2НО0-3500	

4. Разработка чертежа поковки

Чертеж детали является основным документом для разработки чертежа поковки. По чертежу поковки определяют количество ручьев в штампе и их конфигурацию, количество переходов.

Разработка чертежа поковки выполняется в следующей последовательности:

1. Выбор плоскости разъема (рис. 7.4, б), т.е. поверхности, по которой соприкасаются между собой верхняя и нижняя половины штампа. Плоскость разъема делит поковку на две части. Положение плоскости разъема должно обеспечивать:

- а) свободное удаление поковки из штампа;
- б) минимальную глубину полости штампа;
- в) минимальные штамповочные уклоны.

Плоскость разъема должна пересекать вертикальную поверхность поковки для контроля сдвига одной половины штампа относительно другой (рис. 7.4, б) при штамповке в открытых штампах.

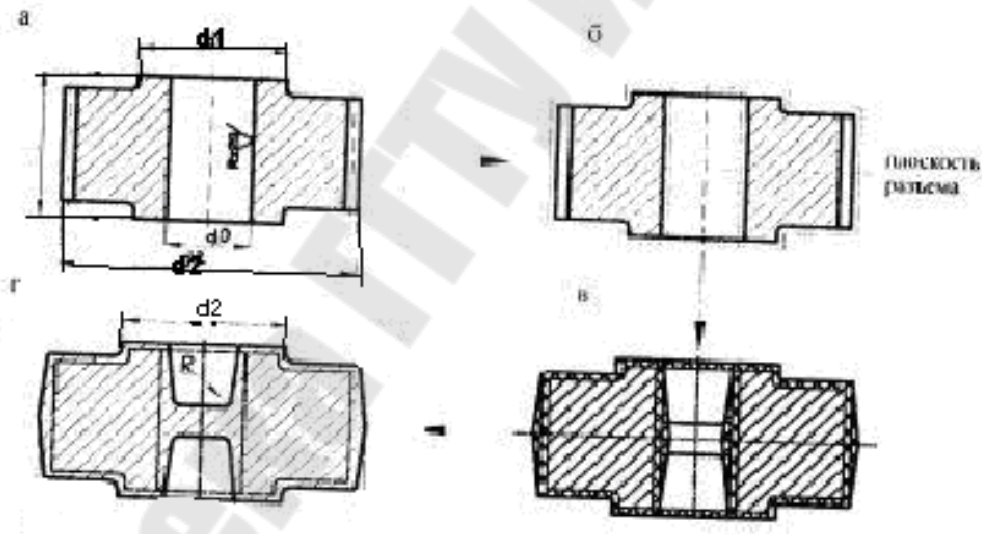


Рис 7.4 Последовательность разработки чертежа поковки

Линию разъема указать на чертеже поковки.

1. Определить припуски на механическую обработку (рис. 7.4, б). Припуски на механическую обработку назначают главным образом на сопрягаемые поверхности. Величина припуска зависит от массы и габаритных размеров поковки, от вида оборудования, шероховатости обрабатываемой поверхности. Припуски выбирают по ГОСТу 7505-74 (табл. 7.2) с учетом группы точности поковок.

Группы точности поковок

1 - поковки большой точности массового производства, обрабатываемые резанием на специальном оборудовании и в специальных приспособлениях;

2 - поковки средней точности крупносерийного производства, обрабатываемые резанием на универсальных станках в специальных приспособлениях;

3 - поковки малой точности мелкосерийного производства, обрабатываемые на универсальных станках;

4 — поковки, подвергаемые плоскостной холодной калибровке на отдельных участках.

Таблица 7.2

Припуски на механическую обработку на сторону в мм для чистоты поверхности до $\sqrt{Rz80}$

Масса поковки, КГ	Линейные размеры, мм							
	До 50	50-120	120-180	180-260	260-360	360-500	500-630	630-800
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поковки 1-й группы на прессах								
До 0,25	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	1	1,1	1,3
0,25-0,63	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5
0,63-1,6	0,9	1,0	1Д	1,2	1,3	1,5	1,6	
1,6-2,5		1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,7
2,5-4	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,1
4-6,3	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3
6,3-10	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,3	2,4	2,5
10-16	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,4	2,6	2,7
16-25	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9
25-40	2,1	2,2		2,4	2,6	2,8	3,0	3,1
40-63	-	-	-	-	-	-	-	-
Поковки 1-й группы на молотах								
До 0,25	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4
0,25-0,63	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
0,63-1,6	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8
1,6-2,5	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1
2,5-4	1,2		1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3
4-6,3	2,5	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5
6,3-10	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,7
10-16	1,2	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9
16-25	2,1	2,3	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,1
25-40	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3
40-63	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,5
63-100	2,9	3,0	3,2	3,5	3,5	3,6	3,7	4,0
Поковки 2-й группы на прессах								
До 0,25	0,9	1,0	1,2	1,3 "	1,5	-	-	-
0,25-0,63	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	2,0	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,63-1,6	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,2	2,5	-
1,6-2,5	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,4	2,7	3,0
2,5-4	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,6	2,9	3,2
4-6,3	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4
6,3-10	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6
10-16	2,3	2,4	2,6	2,7	2,9	3,2	3,5	3,8
16-25	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,4	3,7	4
25-40	2,7	2,8	3,0	3,1	3,1	3,6	3,9 ¹	4,2

Таблица 7.3

До 0,25	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	-		
0,25-0,63	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,1		
0,63-1,6	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	-
1,6-2,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,1
2,5-4	1,9	2,0	2,1	2,3	2,5	2,8 ¹	3,0	3,4
4-6,3	2,1	2,2	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2	3,6
6,3-10	2,3	2,4	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,8
10-16	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	4,0
16-25	2,7	2,8	2,9	3,1	3,3	3,6	3,8	4,2
25-40	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5	3,8	4,0	4,4
40-63	3,2	3,3	3,4	3,6	3,8	4,1	4,3	4,7
63-100	3,7	3,8	3,9	4,1	4,3	4,6	4,8	5,2
100-125	4,0	4,1	4,2	4,4	4,6	4,9	5,1	5,5
Поковки 3-й группы на прессах								
До 0,25	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	-		-
0,25-0,63	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	2,7		-
0,63-1,6		1,9		2,3	2,6	3,0	3,4	-
1,6-2,5	2,0	2,2		2,6		3,3	3,7	4,2
2,5-4	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,5	3,9	4,4
4-6,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,8	4,2	
6,3-10	2,8	3,3	3,2	3,4	3,7	4,1	4,5	5,0
10-16	3,0	3,2	3,4	3,6	3,9		4,7	5,2
16-25	3,3	3,5	3,7	3,9	4,2	4,6	5,0	5,5
25-40		3,8	4,0	4,2	4,5	4,9	5,3	5,8
Поковки 3-й группы на молотах								
До 0,25	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	-		-
0,25-0,63	1,5	1,7	1,9	2,1	2,4	2,9		-
0,63-1,6	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,4	3,7	-
1,6-2,5	2,3	5	2,7	2,9	3,2	3,7	4,0	4,6
2,5-4	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,9	4,2	4,8
4-6,3	2,8	3,0	3,2	3,4	3,7	4,2	4,5	5,1
6,3-10	3,2	3,4	3,6	3,8	4,1	4,6	4,9	5,5
10-16	3,4	3,6	3,8	4,0	4,3	4,8	5,1	5,7
16-25	3,7	3,9	4,1	4,3	4,6	5,1	5,4	6,0
25-40	4,1	4,3	4,5	4,7	5,0	5,5	5,8	6,4
40-63	4,5	4,7	4,9	5,1	5,4	5,9	6,2	6,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
63-100	5,4	5,6	5,8	6,0	6,3	6,8	7,1	7,7
100-125	5,8	6,0	6,2	6,4	6,7	7,2	7,5	8,1

Примечание. При более чистых поверхностях обработки прибавляют к припускам:

а) при чистоте поверхности от Rz 40 до 2.5 прибавляют 0,3-0,5 мм на сторону;

б) при частоте f и выше 0,5-0,8 мм.

Полученные размеры округляют в сторону увеличения припусков с точностью до 0,1 мм для поковок 1-й группы; до 0,5 мм для поковок 2-й группы; для поковок 3-й группы - до 1мм

Определение штамповочных уклонов

Штамповочные уклоны назначают для облегчения удаления поковки из ручья штампа. Они устанавливаются на всех поверхностях поковки, параллельных направлению движения ползуна прессы (рис. 7.4, в).

Штамповочные уклоны наружных поверхностей (а) определяются по ГОСТ7505-74 в зависимости от высоты поковки. Рекомендуется применять следующий ряд штамповочных уклонов: 3, 5, 7 и 10°. До 7° - для штамповочных наружных уклонов и 10° - для внутренних уклонов. При штамповке на молотах уклоны: внешних поверхностей 5-7° и внутренних 7-10°. При штамповке на прессах с выталкивателями в ползуне и столе уклоны внешних поверхностей составляют 3° и внутренних 5-7°.

Размеры горизонтальных отрезков, образуемых этими уклонами, даны в таблице 7.4.

Размеры горизонтальных отрезков, образуемых нормальными штамповочными уклонами (мм)

Таблица 7.4

Высота поковки, мм	Размеры горизонтальных отрезков мм при штамповочных уклонах в градусах			
	3°	5°	7°	10°
1	0,05	0,09	0,12	0,18
2	0,1	1,17	0,25	0,35
3	0,16	0,26	0,37	0,53
4	0,21	0,35	0,49	0,71

1	2	3	4	5
5	0,20	0,44	0,61	0,88
6	0,31	0,52	0,74	1,06
7	0,37	0,61	0,86	1,23
8	0,42	0,7	0,98	1,41
9	0,47	0,79	1,11	1,59
10	0,52	0,87	1,23	1,76
20	1,05	1,75	2,46	3,53
30	1,57	2,62	3,68	5,29
40	2,1	3,5	4,91	7,05
50	2,02	4,37	6,14	8,82
60	3,14	5,25	7,37	10,58
70	3,67	6,12	8,6	12,34
80	4,19	7,00	9,82	14,11
90	4,72	7,87	11,05	15,87
100	5,24	8,75	12,28	17,66

Определение наметки под прошивку

При штамповке с одной плоскостью разъема нельзя получить сквозное отверстие в поковке, поэтому делают только наметку отверстия с перемычкой (рис. 7.4, з). Толщина перемычки определяется по формуле:

$$t = 0,45\sqrt{d_{on}} - 0,25\frac{Hn}{2} - 5 + 0,6\sqrt{\frac{Hn}{2}}$$

Нанести на чертеж поковки перемычку.

Определение величины радиусов закруглений

Радиусы закруглений (рис. 7.4, з) сопрягающихся поверхностей необходимы для лучшего заполнения полости штампа, предохранения преждевременного износа штампа и для устранения концентраторов напряжений, приводящих к поломке штампа. Оптимальная величина внешнего радиуса закругления у поковки определяется соотношением: $r_n = r_o + \Pi$

где r_o — радиус закругления внешнего угла детали; Π - величина припуска. Если на чертеже исходной детали нет радиусов закруглений, то $r_n = \Pi$

Внутренние радиусы закругления определяются: $R = (3 \dots 4) \times r_n$
Возможно также радиусы закругления внешних сопряжений опреде-

ляются в зависимости от массы поковки и группы точности (табл. 7.5).

Таблица 7.5

Масса поковки, мг	Радиус внешних углов сопряжений для поковки группы точности, мм	
	1-я группа	2-я и 3-я группа
До 0,25	0,8	1,0
0,25 - 0,63	1,0	1,5
0,63-1,6	1,5	2,0
1,6-2,5	1,5	2,5
2,5 - 4	2,0	3,0
4-6,3	2,5	3,0
6,3- 10	2,5	3,5
10-16	2,5	3,5
16-25	3,0	4,0
25-40	3,0	4,0
40 - 63	3,0	4,5
63-100	3,5	4,5
100-125	3,5	5,0
125- 160	4,0	6,0
160- 200	5,5	8,0

Расчет заусенечной канавки

В открытых штампах по периметру поковки в плоскости разреза предусматривается заусенечная канавка для выдавливания излишка металла. Узкая входная полость в заусенец обеспечивает высокое сопротивление истечению металла, благодаря чему более полно заполняет весь профиль штампа. Заусенечная канавка (рис. 7.5) имеет пережимной мостик, толщина которого определяется по формуле $h_3 = 0,015\sqrt{2F_n}$ для поковок произвольной формы в плане площадью F_n .

Для поковок круглых в плане диаметром D_n , толщину перемычки определяем по формуле: $h_3 = 0,015D_n$.

Форма и размеры канавок для заусенца выбирают по таблице 7.6.

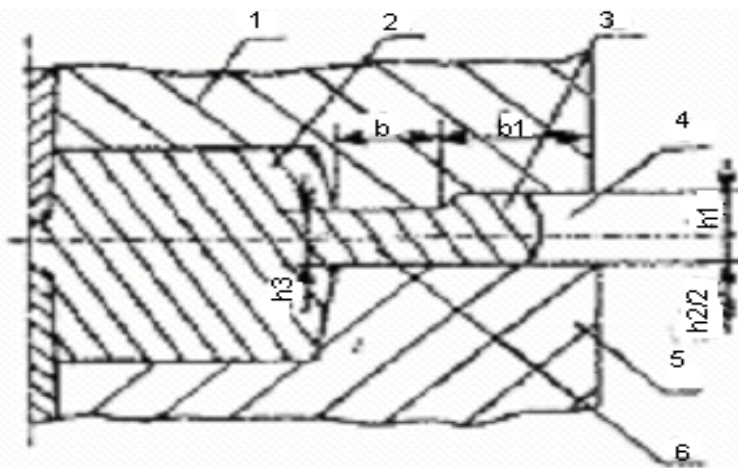


Рис. 7.5. Заусенная канавка: 1 - верхняя половина штампа; 2 - проковка; 3 - облой; 4 - заусенная канавка; 5 - нижняя половина штампа; 6 - заусенный мостик

Таблица 7.6

Размеры канавки для заусенца

$\lambda_2, \text{мм}$	$h, \text{мм}$	$b, \text{мм}$	$b_1, \text{мм}$	Площадь канавки для заусенца, $S \text{ см}^2$
0,6	3	6	18	0,52
0,8	3	6	20	0,69
1,0	3	7	22	0,8
1,6	3,5	8	22	1,02
2	4	9	25	1,36
3	5	10	28	2,01
4	6	11	30	2,68
5	7	12	32	3,43
6	8	13	35	4,35
8	10	14	38	6,01
10	12	15	40	7,68

Контрольные вопросы

1. Что такое горячая объёмная штамповка ?
2. Что такое открытые и закрытые штампы ? Объясните их устройства достоинства и недостатки.
3. Схема и устройства кривошипного горячештамповочного прессы ?

4. Схема и устройство штамповочного молота и принцип его работы ?

5. Изложите порядок определения размеров и массы заготовки по чертежу готовой детали.

6. Какие применяют ручьи при изготовлении поковок сложной формы ?

Литература

1. Мансуров А.М. Технология горячей штамповки. –М.: Машиностроение, 1971.-415с.

2. Ковка и объемная штамповка сталей: Справочник; В2т. Под ред М.В.Сторожева.

Общие методические рекомендации о порядке проведения лабораторных работ

Лабораторные работы должны проводиться по мере изучения студентами теоретического курса.

В начале занятий преподаватель уточняет знание студентами цели данной лабораторной работы и порядок ее проведения, знакомит с оборудованием, приборами, устройствами и проводит инструктаж по технике безопасности, выдает индивидуальное задание. Практическая работа выполняется студентами под руководством учебного мастера.

Оформленный отчет студент представляет преподавателю и защищает данную работу.

Меры безопасности при выполнении лабораторных работ по основам сварочного производства

1. Во избежание поражения электрическим током необходимо, чтобы токонесущие части электрической цепи, находящейся под напряжением, были надежно изолированы, а корпуса сварочной аппаратуры заземлены.

2. Производить сварочные работы в сырых местах разрешается только в резиновой обуви и резиновых перчатках или брезентовых рукавицах, в исправной и сухой спецодежде.

3. Запрещается прикасаться незащищенными руками к токонесущим частям.

4. Если при прикосновении к частям сварочного оборудования, не являющегося токонесущим, обнаруживается напряжение, необходимо немедленно прекратить сварку и сообщить учебному мастеру и преподавателю.

5. При поражении током пострадавшему должна быть оказана немедленная помощь - прежде всего необходимо отключить его от электрической цепи. Лица, оказывающие помощь, должны быть в резиновых перчатках и надежно изолированы от земли. Если пострадавший потерял сознание, нужно немедленно вызвать врача и до его прибытия делать искусственное дыхание.

6. Для защиты глаз от лучей электрической дуги необходимо пользоваться щитком или шлемом со специальными защитными стеклами, не пропускающими ультрафиолетовых лучей.

7. Для предохранения людей, работающих по соседству, от действия лучей сварочной дуги места сварки оградить щитами, ширмами или кабинами из фанеры и брезента высотой 1,8 м.

8. Перед зажиганием дуги необходимо предупреждать окружающих словами «береги глаза».

9. При поражении глаз следует немедленно обратиться в медицинский пункт. До осмотра врача можно промыть глаза слабым содовым раствором.

10. При выполнении газосварочных работ необходимо, чтобы водяной затвор газогенератора был всегда наполнен водой до контрольного уровня.

11. Не допускается наличие открытого огня при работе генератора в зоне радиусом не менее 10 м.

12. Нельзя переполнять карбидом секции загрузочных коробок.

13. Запрещается работа неисправным инструментом.

14. Отогрев замерзших шлангов и водяных затворов разрешается только горячей водой.

15. Запрещается устанавливать для работы или укладывать баллоны вблизи внешних источников тепла.

16. При транспортировке баллонов необходимо принимать все меры предосторожности против их падения и ударов друг о друга.

17. Во избежание взрыва не допускается попадание масла на кислородные баллоны и их вентили.

Лабораторная работа № 8

СВАРКА МЕТАЛЛОВ. ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ (РДС)

Цель работы: изучить процесс ручной дуговой сварки, ознакомиться с обозначением покрытых электродов, процессом зажигания и структурой электрической сварочной дуги, применяемым оборудованием, изучить факторы, влияющие на производительность сварки.

Содержание работы: ознакомление с техникой ручной дуговой сварки, получение навыков зажигания и поддержания дуги, определение экспериментально коэффициентов расплавления, наплавления и разбрызгивания металла, разработка технологии сварки заданной детали и выбор режимов сварки.

Применяемое оборудование и материалы: источник питания ВДУ-504, электродержатель, сварочные электроды, защитные щитки, молоток, клещи, весы с разновесами, спецодежда.

Порядок выполнения работы:

- а) взвесить заготовку, на которую будет производиться наплавка;
- б) определить погонный вес 1 см прутка электродной проволоки ($G_{уд}$), из которой изготовлен электрод (в случае применения обмазанных электродов погонный вес прутка определяют после снятия покрытия);
- в) определить вес прутка электродной проволоки ($G_{эл}$) в применяемом электроде (по длине прутка l (см) и весу 1 см прутка $G : G_{эл} = G_{уд} l$);
- г) произвести наплавку металла на заготовку применяемым электродом;
- д) в процессе наплавки зафиксировать действительную величину сварочного тока и время горения дуги;
- е) после наплавки зачистить валик наплавленного металла от шлака и брызг до металлического блеска и взвесить заготовку;
- ж) определить вес металлического прутка в огарке электрода ($G_{ост}$) после сварки;
- з) вычислить коэффициент расплавления по формуле:

$$\alpha_H = \frac{(G_{эл} - G_{ост})3600}{I_{св}t} \cdot \frac{г}{Ах час}$$

где $G_{эл}$ - вес электродной проволоки в электроде, г;

$G_{ост}$ - вес электродной проволоки в огарке электрода после окончания сварки, г;

$I_{св}$ - величина сварочного тока в процессе сварки, А;

t - время горения дуги, с;

и) вычислить коэффициент наплавки по формуле:

$$\alpha_H = \frac{(G_1 - G_0)3600}{I_{св} 3600} \text{ г / А час}$$

где G_1 - вес заготовки после наплавления металла, г

G_0 - вес заготовки до наплавления металла.

к) вычислить процент потерь на угар и разбрызгивание металла электрода:

$$\varphi = \frac{G_p - G_H}{G_p} 100\%$$

где G_p - вес расплавленного металла электродной проволоки, г:

$$G_p = G_{эл} - G_{ост};$$

G_H - вес наплавленного металла на заготовку, г:

$$G_H = G_1 - G_0$$

л) рассчитать норму времени сварки заготовки с параметрами сварного шва по варианту, заданному преподавателем:

$$t = \frac{\gamma K^2 L}{2\alpha_H I_{св}} \text{ ч}$$

где $\gamma = 7,810^{-3} \text{ г / мм}^3$ - плотность стали;

K -катет сварного шва (толщина свариваемых заготовок, мм);

L - длина сварного шва, мм;

$I_{св} = k d_{эл}$ - величина сварочного тока, А;

$d_{эл}$ - диаметр электрода, мм;

k - опытный коэффициент равный 40-60 для электродов со стержнем из низкоуглеродистой стали и 35-40 для электродов со стержнем из высоколегированной стали, А/мм;

α_H - коэффициент наплавки;

м) определить расход электродов $G_{эл}$ для сварки заготовок по варианту задания:

$$G_{эл} = \alpha_H I_{св} t K_{эл}$$

где $K_{эл} = 1,3+1,5$ - коэффициент, учитывающий потери электродов на остатках после сварки;

н) выбрать режимы сварки и источники питания (табл. 8.3 и 8.4).

Общие сведения о сварке и процессах, происходящих при сварке

Сварка - технологический процесс получения неразъемных соединений материалов посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при подведении энергии в виде тепла, давления или совместном их взаимодействии. Сваркой соединяют однородные и разнородные материалы.

В зависимости от вида подводимой энергии все способы сварки разделяют на три класса: термический, термомеханический и механический.

К термическому классу относятся способы сварки, осуществляемые плавлением с использованием тепловой энергии - дуговая, плазменная, электрошлаковая, электронно-лучевая, лазерная, газовая и др.

К термомеханическому классу относятся способы сварки, осуществляемые с использованием тепловой энергии и давления - контактная (стыковая, шовная, точечная), диффузионная и др.

К механическому классу относятся способы сварки, осуществляемые с использованием механической энергии и давления - трением, взрывом, холодная сварка давлением, ультразвуковая и др.

При дуговой сварке источником теплоты служит электрическая дуга, которая горит между электродом и заготовкой.

Электрическая дуга - мощный стабильный разряд электричества в ионизированной атмосфере газа и паров металла. Процесс зажигания дуги состоит из трех этапов:

- 1 - короткое замыкание электрода на заготовку;
- 2 - отвод электрода на расстояние 3-6 мм;
- 3 - возникновение устойчивого дугового разряда.

Возможно зажигание дуги без короткого замыкания спичкой или при помощи высокочастотного источника переменного тока, временно включаемого в сварочную цепь.

Ручную дуговую сварку выполняют сварочным покрытым электродом, который подают в зону горения дуги и перемещают вдоль сварного шва с помощью ручного электродержателя. В процессе сварки (рис. 8.1) дуга горит между стержнем электрода 4, подключен-

ного к одному полюсу источника питания, и основным металлом 6, подключенным ко второму источнику питания.

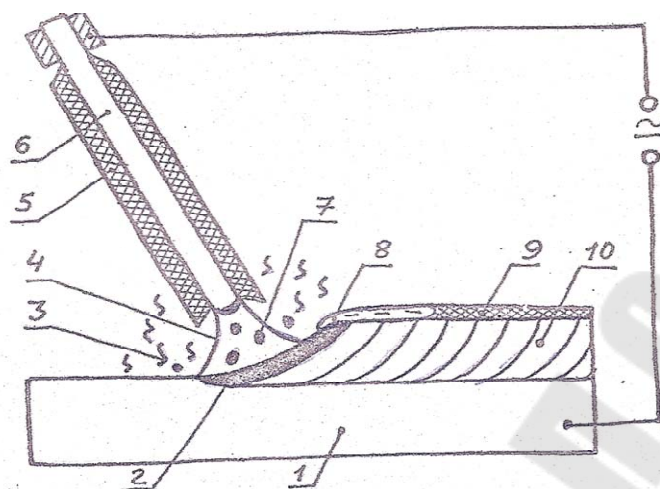


Рис. 8.1. Схема ручной дуговой сварки

Между электродом и заготовкой движется поток ионов 2 и электронов 5 с большой скоростью. Кинетическая энергия атомов металла, электронов и молекул газа при соударении между собой и металлом электрода и заготовок переходит в тепловую энергию. В результате температура в дуговом промежутке повышается до 6000°C . Стержень электрода и кромки свариваемых заготовок плавятся, образуя металлическую ванну. Вместе со стержнем электрода плавится покрытие 3, образуя газовую защитную атмосферу и жидкую шлаковую ванну на поверхности расплавленного металла. Металлическая и шлаковая ванна образуют сварочную ванну. По мере движения дуги сварочная ванна кристаллизуется и формируется сварной шов. Жидкий шлак после остывания образует твердую шлаковую корку 1.

В сварочной ванне при высоких температурах протекает ряд металлургических процессов: испарение или окисление (выгорание) некоторых легирующих элементов (Si, Mn, Cr и др.) и насыщение расплавленного металла кислородом, водородом и азотом из атмосферы. В результате происходит изменение состава металла сварного шва по сравнению с электродным и металлом заготовок, а также изменение его механических свойств, особенно при насыщении шва кислородом. Металл сварного шва имеет пониженную статическую и циклическую прочность, ударную вязкость, пластичность, приобретает повышенную химическую активность, что интенсифицирует процессы коррозии.

Для поддержания устойчивого горения дуги и обеспечения заданного состава и свойств шва в состав покрытия вводят: газо- и шлако-

образующие компоненты, ионизаторы, раскислители и легирующие элементы. Газообразующие компоненты при расплавлении выделяют газы, которые оттесняют от зоны сварки кислород, водород и азот, создавая газовую защиту. Шлакообразующие компоненты, расплавляясь, образуют над сварочной ванной слой расплавленного шлака, закрывающий расплавленный металл от активных газов атмосферы. Температура плавления шлака ниже, чем металла, поэтому он кристаллизуется позже и предохраняет от окисления не только сварочную ванну, но и поверхность шва после затвердевания, образуя шлаковую корку 1, которая легко удаляется с поверхности шва. Раскислители восстанавливают окислы железа, которые образуются при сварке, несмотря на шлаковую и газовую защиту. Легирующие элементы служат для повышения механических свойств металла шва или придания ему каких-либо специальных свойств. Ионизаторы - вещества с низким потенциалом ионизации (соли щелочных или щелочно-земельных металлов), облегчающие зажигание и увеличивающие устойчивость горения дуги.

1. Электроды для ручной дуговой сварки

Покрытые электроды для ручной дуговой сварки классифицируют по назначению, виду и толщине покрытия, допустимому пространственному положению сварки или наплавки, роду и полярности сварочного тока.

Различают электроды для сварки сталей, чугуна, алюминия, меди.

При сварке стали учитывают её химический состав и свойства, обозначая электроды для сварки:

- углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с σ_b : 600 МПа - У;
- легированных конструкционных сталей с $\sigma_b \geq 600$ МПа - Л;
- ~ легированных теплоустойчивых сталей - Т;
- высоколегированных и сталей с особыми свойствами В;
- для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами - Н.

В зависимости от механических свойств наплавленного металла применяются электроды 14 типов: 342, 346А, 350, 360, 370, ... 3150.

Тип электрода обозначается буквой 3 с цифрой, указывающей гарантированное временное сопротивление разрыву наплавленного металла в кгс/мм². Буква А после цифр обозначает повышенную пластичность наплавленного металла.

По виду покрытия электроды разделяются на:

1) А - с кислым покрытием (ОММ-5, АНО-2, СМ-5, ЦМ-7, МЭЗ-04 и др), содержащим оксиды железа, марганца, кремния, иногда титана. При наплавлении покрытия выделяется большое количество O_2 , H_2 , кроме того, оно токсично. Эти электроды обеспечивают стабильное горение дуги на переменном и постоянном токе. Металл шва отличается повышенным содержанием окислов, плотностью и пластичностью;

2) Б - с основным покрытием (УОНИ-13/45, УОНИ-13/5БК, УОНИ-В/85, АНО-Т, АЗС-5, ДСК-50, СН-11, УП-1/45 и др), содержащим мрамор - $CaCO_3$, плавиковый шпат - CaF_2 , кварцевый песок, ферросплавы. Наплавленный металл имеет повышенную прочность на ударный изгиб, малую склонность к старению и появлению трещин. Эти электроды применяются для сварки на постоянном токе обратной полярности ответственных конструкций из углеродистых и легированных сталей;

3) Р - с рутиловым покрытием (ОЗС-12, АНО-32, ОЗС-6, АНО-6, МР-4, ОЗЛ-32 и др), содержащим рутит - TiO_2 , мрамор - $CaCO_3$, полевой шпат - $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, каолин, иногда железный порошок. Они обеспечивают устойчивое горение дуги и хорошее формирование шва во всех пространственных положениях;

4) Ц - с целлюлозным покрытием (ОМА-2, ВСЦ-1, ВСЦ-2, ВСП-1, ВСЦ-4М и др). При плавлении покрытия выделяется большое количество газов. Эти электроды применяются для сварки металла малой толщины и при сварке в сложных монтажных условиях;

5) П - с прочими покрытиями (ильменитовым, рутил-ильменитовым АНО-24, рутил-основным - АНО-30, фтористокальциевым - АНО-Д и др).

По толщине покрытия (отношению диаметра электрода D к диаметру стержня d) электроды изготавливают:

- М - с тонким покрытием $D/d < 1,2$;
- С - со средним покрытием $1,2 < D/d < 1,45$;
- Д - с толстым покрытием $1,45 < D/d < 1,8$;
- Г - с особо толстым покрытием $D/d > 1,8$.

По допустимому пространственному положению сварки электроды разделяются: для всех положений - 1; для всех положений, кроме вертикального, - 2; для нижнего, горизонтального и вертикального - 3; для нижнего - 4.

По качеству изготовления, состоянию поверхности покрытия электроды бывают 1, 2, 3 групп.

По роду и полярности применяемого при сварке или наплавке тока и номинальному напряжению холостого хода источника переменного тока электроды подразделяются: 0 - обратная полярность постоянного тока; 4 - любая; 5 - прямая; 6 - обратная для постоянного тока и для переменного тока с напряжением холостого хода 70 В.

Примеры условного обозначения электродов:

а) тип Э46А по ГОСТ 9467-75 марки УОНИ-13/45 диаметром 3,0 для сварки углеродистых и низколегированных сталей - У, с толстым покрытием - д, 2-й группы с механическими свойствами направленного металла: $\sigma \geq 460$ МПа (43), $\delta \sim 22$ % (2), КСЧ = 0,35 дж/мм² при $t = -40$ С (5) с основным покрытием Б для сварки во всех пространственных положениях - 1, на постоянном токе обратной полярности :

Э46А - УОНИ-13/45 - 3,0У,О ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75;
Е432(5) - В1,О

б) типа Э-09ХИМФ по ГОСТ 9467-75 марки ЦЛ-20 диаметром 40 мм для сварки легированных теплоустойчивых сталей - Т с толстым покрытием Д 3-й группы с механическими свойствами наплавленного металла - прочностью на ударный изгиб КСЧ = 0,35 дж/мм² при 0 С (2) и длительной прочностью при $t \geq 580$ С(7) с основным покрытием Б для сварки во всех пространственных положениях 1 на постоянном токе обратной полярности 0:

Э - 09ХИМ~ЦЛ- 20 -4,0- ТДЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75.
Е-27В1,0

2. Устройство и работа сварочного трансформатора и выпрямителя

Для питания электрической дуги применяются источники переменного тока (сварочные трансформаторы) и постоянного тока (сварочные выпрямители и генераторы-преобразователи). Сварочный трансформатор состоит из понижающего силового трансформатора и специального устройства (дресселя, шунта, подвижной катушки), предназначенного для регулирования силы сварочного тока, напряжения, и обеспечения, чаще всего, падающей вольтамперной характеристики. Сварочные трансформаторы могут быть с нормальным и повышенным магнитным рассеянием, механическим и электрическим регулированием сварочного тока и напряжения.

Наиболее широко применяются сварочные трансформаторы с повышенным магнитным рассеянием. По способу изменения магнитного рассеяния и индуктивного сопротивления они могут быть с маг-

нитным шунтом, подвижными катушками и витковым (ступенчатым) регулированием. У трансформаторов с подвижным магнитным шунтом типа СТШ (рис. 8.2), который конструктивно выполнен из двух половин, расходящихся в противоположные стороны, сила сварочного тока регулируется изменением положения шунта в магнитном сердечнике. Когда шунт полностью вдвинут в сердечник, магнитный поток рассеяния и реактивная ЭДС рассеяния максимальны, а сварочный ток минимален. У трансформаторов с подвижными катушками типа ТС, ТСК, ТД (рис. 8.3) магнитное рассеяние регулируется изменением расстояния между неподвижной первичной 1 и подвижной вторичной 2 обмотками. Это изменение осуществляется поворотом рукоятки 3 и винта, связанного с подвижной обмоткой. Сила сварочного тока увеличивается при сближении обмоток и уменьшается при увеличении расстояния между ними. Напряжение холостого хода при сдвинутых катушках больше, а при раздвинутых - меньше.

У трансформаторов типа тск конденсаторы, включенные параллельно первичной обмотке, обеспечивают повышение коэффициента мощности.

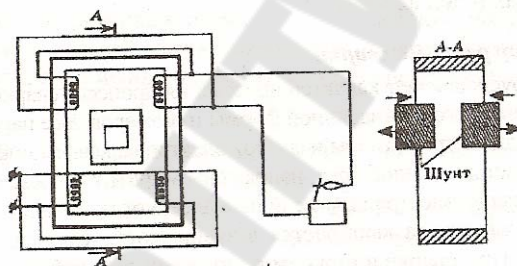


Рис. 8.2. Электрическая схема сварочного трансформатора типа СТШ 500-80

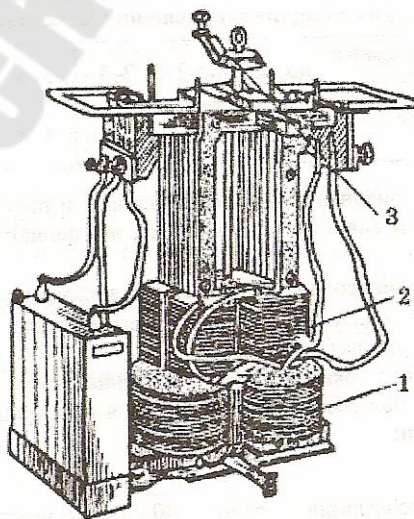


Рис. 8.3. Сварочный трансформатор типа ТСК-500

В трансформаторах типа ТД применено двухдиапазонное плавное регулирование тока: в диапазоне малых токов катушки первичной и вторичной обмоток включаются последовательно, а больших - параллельно. Включение и отключение катушек производится переключателем, смонтированным внутри трансформаторов.

Сварочные выпрямители и генераторы выпускаются с падающими и жесткими внешними характеристиками типа ВД. Предназначены для ручной дуговой сварки, резки, наплавки, автоматической дуговой сварки под флюсом, а с жесткими внешними характеристиками типов ВС,ВДГ, ВМ и универсальные ВДУ, ВСУ - для дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах и под флюсом.

2.3. Выбор режима сварки

Режим обуславливает характер протекания процесса сварки и обеспечивает получение сварного шва заданной формы и размеров. Все параметры режима определяются диаметром, типом и маркой электрода, коэффициентом наплавки, родом, полярностью и силой тока, напряжением дуги, скоростью сварки, углом наклона и движения электрода, массой наплавленного металла.

Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла. При сварке в нижнем положении для выбора диаметра можно пользоваться таблицей 8.1.

Таблица 8.1

Выбор диаметра стержня электрода по толщине свариваемого металла

Толщина свариваемого металла, мм	До 1,5	До 2	2-3	3-5	5-10	Выше 10
Диаметр стержня электрода, мм	1-1,6	2	3	3-4	4-5	5-6

При сварке горизонтальных, вертикальных и потолочных швов, независимо от толщины свариваемого металла, применяют электроды диаметром $d_s \leq 4$ мм.

Тип и марка электрода выбираются в зависимости от марки и механических свойств свариваемого металла, назначения и условий работы конструкции (табл. 8.2).

Сила сварочного тока I выбирается в зависимости от диаметра стержня электрода d_e и положения сварного шва в пространстве. При сварке в нижнем положении:

$$I = k \cdot d_e \cdot A$$

где k - опытный коэффициент равный 40-60 для электродов со стержнем из низкоуглеродистой стали и 35-40 для электродов со стержнем из высоколегированной стали, А/мм.

При сварке горизонтальных и вертикальных швов сила тока уменьшается на 10-15 %, а потолочных - на 15-20 %. Чрезмерно большой сварочный ток приводит к перегреву и разбрызгиванию электродного металла, ухудшению формирования шва, а при сварке тонкостенных заготовок - к прожогу стенок. Сварка на малых токах сопровождается неустойчивым горением дуги, непроваром, малой производительностью.

Род тока и полярность выбираются в зависимости от марки свариваемого металла, его толщины, марки электрода, назначения конструкции. Сварка на постоянном токе обратной полярности применяется для тонкостенных заготовок и высоколегированных сталей с целью исключения их перегрева. Сварку углеродистых сталей обычно выполняют на переменном токе.

Напряжение для устойчивого горения дуги U_d определяется по формулам:

$$U_d = U_{ка} + E_c l \text{ или } U_d = 20 + 0,04 I_{св}$$

где $U_{ка} = 20/22$ - суммарное падение напряжения на катоде и аноде, В;

$E_c = 3,3+3,8$ - градиент напряжения (напряженность электрического поля) в столбе дуги, В/мм;

$L = (0,5/1,1) d_e$ - длина дуги, мм;

$I_{св}$ - сварочный ток, А.

По выбранным U_d и $I_{св}$ с учетом производительности и КПД выбирают тип сварочного трансформатора (табл. 8.3) или выпрямителя (табл. 8.4).

1.4. Техника ручной дуговой сварки

Виды сварных соединений и швов. Применяют следующие сварные соединения: стыковое, внахлестку, тавровое, угловое и боковое (рис. 8.4).

При сварке нижних стыковых швов электрод располагают под углом 70-80° к заготовке для обеспечения равномерного покрытия жидкого металла расплавленным шлаком. Для образования сварного шва (рис. 8.5, а) электроду сообщается сложное движение: поступательное вдоль оси СО скоростью плавления стержня для поддержания определенной длины дуги и вдоль кромок со скоростью сварки. Колебание конца электрода поперек шва (рис. 8.5, б) необходимо для получения определенной его ширины, хорошего провара кромок и замедления остывания сварочной ванны.

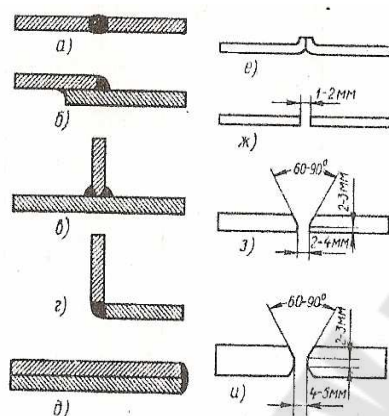


Рис. 8.4. Типы сварных соединений и подготовка кромок сварного шва: а - стыковое; б - внахлестку; в - тавровое; г - угловое, д - боковое, е, ж, з, и - подготовка кромок

Таблица 8.2

Типы и марки электродов в зависимости от марки и механических свойств свариваемого металла

Марка стали	Механические свойства				Тип электрода	Марка электродов	Коэффициент наплавки α_{np} , г/А·с	Механические свойства металла шва		
	σ_b , МПа	σ_{ms} , МПа	КСУ, Дж/м ²	δ , %				σ_b , МПа	КСУ, Дж/м ²	δ , %
Ст.3 пс, Ст.3 кп (2-6)	380	230		25	Э42 Э42А	АНО-5, АНО-6, ОМА-2, ВСП-1, СМ-11, УП1-45, УП2-45	11; 8,5 10 9,5; 10	420	0,8 1,5	18 22
14Г, 09Г2	440	290		21	Э46	АНО-3, АНО-4, МР-3, ОЗС-4, ОЗС-6, ОЗС-12, АНО-13, АНО-18	8,5; 7,8 8,5; 10,5 8,5; 10	460	0,8 1,4	18 22
09Г2С 10Г2С1Д 18Г2	460	330	0,3	21	Э50 Э50А	ВСЦ-3, ВСН-3 (для постоянного тока), ДСК-50, АНО-11	10; 9	500	1,3	20
14Г2АСРД 15Г2АФД	520	400	0,3	19 (-60 °С)	Э60 Э60А	УОНИ13/65 (постоянный ток)	9	600	1,0	18
15ХА 15Г2АЮГ	600	450		16						
14Х2ГМР 12ХН2	700	600		12	Э70	ЛКЗ-70 (постоянный ток)	9,5	700	0,6	14
20ХМА					Э09МХ теплоустойчивые	ЦЛ-14, ОЗС-1	10,5 8	460	0,9	18

Таблица 8.3

Технические данные сварочных трансформаторов

Технические данные	Тип трансформаторов с повышенным магнитным рассеянием										ТДЭ-250 ОУ2	С нормал. рассеянием ТСД-500
	СТШ-250	СТШ-300	СТШ-500	ТС300	ТС500	ТСП-2	ТД300	ТД500				
Напряжение питающей сети, В	380	380/220	380/220	380/220	380/220	380/220	380	380	380	380	380	380
Напряжение холодного хода, В	61	63	60	68	60	62	61; 79	59; 73			50	30
Вторичное напряжение при нагрузке, В	30	30	30	30	30	20	30	30			30	40
Номинальный режим работы ПР, %	20	60	60	65	65	20	60	65			20	65
Номинальный сварочный ток, А	250	300	500	300	500	300	300	500			250	500
Пределы регулирования сварочного тока, А	80-260	110-405	145-650	110-385 (30-110)	165-650	90-300	60-400	100-560			90-250	200-600
КПД, %	73	88	90	84	85	76	86	87			67	87
Номинальная мощность, кВА	-	20	32	20	32	11,5	19,5	32			12,7	40
Габаритные размеры, мм	420x310x425	545x695x787	670x666x753	760x520x970	840x575x1060	510x370x590	692x620x710	720x580x850			395x275x535	1242x950x818
Масса, кг	44	158	220	185	250	63	137	210			42	445

Таблица 8.4

Технические данные сварочных выпрямителей

Параметр	Модель					
	Однопостовые с падающей характеристикой		Однопостовые с жесткой характеристикой		Многопостовые	
	ВД-306	ВД-502	ВДУ-305	ВДУ-504	ВДМ1001 УЗ (7 постов)	ВДМ-1601 (9 постов)
Выпрямленное напряжение холостого хода, В	70	80	70	80	60	70
Номинальный сварочный ток при ПН = 60 %, А	315	500	315	500	1000	1600
Номинальное напряжение при нагрузке, В	32	40	38	18-50	60	60
Пределы регулирования сварочного тока, А	45-315	50-500	50-315	70-500		
Потребляемая мощность, кВА	21	42	23	40	89	122
Коэффициент полезного действия, %	70	69		82	90	90
Коэффициент мощности					0,91	
Габаритные размеры, мм,						
длина	765	805	984	1275	1050	35
ширина	735	805	630	816	700	820
высота	772	1062	720	940	900	1630
Масса, кг	170	370	250	380	400	770

Характер колебательных движений определяется формой, размером и положением шва в пространстве. При сварке необходимо внимательно следить за расплавлением кромок основного металла и конца электрода, проваром корня шва и не допускать затекания жидкого шлака вперед дуги.

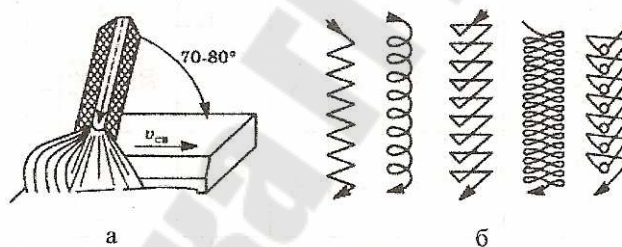


Рис. 8.5. Положение (а) и поперечное движение (б) электрода при сварке нижних стыковых швов

При сварке однослойных швов (рис. 8.6, а) дуга возбуждается на краю скоса кромки (в точке А), а затем перемещается вниз для проваривания корня шва. На скосах кромок движение электрода замедляется для исключения прожога в зазоре. При сварке многослойных швов (рис. 8.6, б) особое внимание уделяется качественному выполнению первого слоя с проваром корня шва, определяющего прочность корня шва. Процесс заканчивается заваркой кратера.

Сварка вертикальных швов (рис. 8.6, в) выполняется короткой дугой при перемещении электрода снизу вверх и сверху вниз. При сварке горизонтальных швов дуга возбуждается на нижней горизонталь-

ной кромке, а затем переносится на наклонную для поддержания стекающей капли металла.

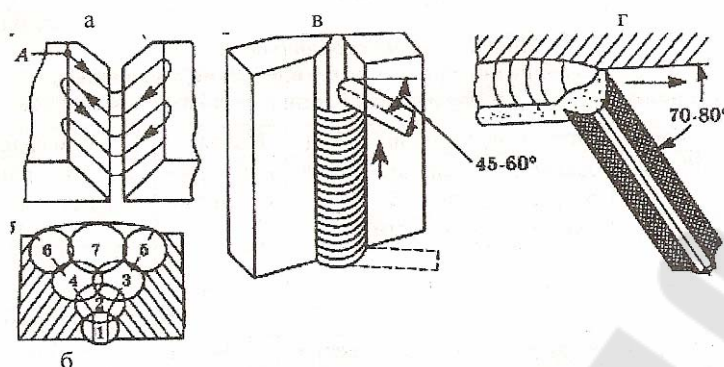


Рис. 8.6. Положение и движения электрода при сварке однослойных (а), многослойных (б), вертикальных (в) и потолочных (г) швов

Сварка потолочных швов (рис. 8.6, г) выполняется короткой дугой при периодическом замыкании электрода с ванной жидкого металла. Короткие швы длиной до 250 мм сваривают за один проход, т. е. при движении электрода от начала шва к концу. Средние (250-1000 мм) и длинные (> 1000 мм), сваривают за несколько проходов от середины к краям или обратноступенчатым способом.

Достоинства и недостатки ручной дуговой сварки. Достоинства: возможность получения неразъемных соединений из большинства применяемых в машиностроении сплавов; возможность осуществления сварки в любых пространственных положениях; возможность сварки заготовок любой толщины многослойными швами. Недостатки: потребность в квалифицированном персонале; невысокая производительность из-за ограничения величины сварочного тока и утомления сварщика; разогрев стержня электрода и его покрытия при сварке на повышенном токе и, как следствие, ухудшение защиты сварочной ванны, дуги и шва, разбрызгивание (до 30 %) металла, снижение механических свойств соединения и ухудшение его внешнего вида.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Схема ручной дуговой сварки с описанием каждого элемента схемы и видов сварных швов.
3. Описание порядка выполнения работы, определения коэффициентов расплавления, наплавки, процента потерь металла, нормы вре-

мени сварки, величины сварочного тока, напряжения дуги, расхода электродов. Выбор сварочного оборудования.

4. Результаты подсчетов данных свести в табл. 8.5.

5. Выводы по полученным результатам.

Таблица 8.5

Записи к лабораторной работе № 8
«Определение коэффициента расплавления и наплавки,
процента угара и разбрызгивания при ручной дуговой сварке»

№ п/п	Характеристика электродов			Род тока	Положение в пространстве	Режим сварки	
	обмазка	диаметр электрода, мм	толщина слоя обмазки, мм			сила тока $I_{св}$, А	напряжение U_d , В

Продолжение табл. 8.5

Время наплавки t , сек	Длина электрода, мм		Вес прутка электродной проволоки, г		Вес расплавленного электродного металла, G_p , г	Вес пластины, г	
	до сварки	после сварки	до сварки, $G_{эл}$	после сварки, $G_{ост}$		до сварки	после сварки

Окончание табл. 8.5

Вес наплавленного электродного металла G_n , г	Коэффициент расплавления α_p , г/а·ч	Коэффициент наплавки α_n , г/а·ч	Процент потерь на угар и разбрызгивание φ , %

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой электрическая дуга?
2. Как проводится ручная дуговая сварка?
3. Какие компоненты входят в состав покрытия?
4. Какие виды сварных швов можно получить ручной дуговой сваркой?
5. Как делятся швы по пространственному положению и какие режимы их сварки?
6. Как рассчитываются режимы сварки?
7. Какое применяется оборудование для ручной дуговой сварки?
8. От каких параметров зависит производительность ручной дуговой сварки?
9. Достоинства и недостатки ручной дуговой сварки.

Лабораторная работа №9

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ В УГЛЕКИСЛОМ ГАЗЕ (CO₂)

Цель работы: ознакомиться с технологией полуавтоматической сварки в среде углекислого газа и применяемым оборудованием; изучить факторы, влияющие на процесс сварки и её производительность.

Содержание работы: ознакомление с техникой полуавтоматической сварки в среде углекислого газа, определение экспериментально коэффициентов расплавления, наплавления и разбрызгивания металла, разработка технологии сварки заданной детали и выбор режимов сварки.

Применяемое оборудование и материалы: сварочный полуавтомат; баллон с углекислым газом; газовые редукторы для регулирования давления; сварочная про проволока; заготовка из стали; защитные щитки; спецодежда; молоток; щетка; плоскогубцы; весы с разновесами.

Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия сварочного выпрямителя.

2. Определить коэффициент расплавления и наплавки, процент потерь на угар:

- а) определить вес стальной пластины;
- б) определить вес 1 погонного метра электродной проволоки (взвешиванием на весах);
- в) установить заданный режим сварки $I_{св}, U_{д}, V_{св}$ (проверяется наплавкой на пробной пластине);
- г) при помощи металлической линейки разметить длину электродной проволоки;
- д) после наплавки зачистить сварной шов до металлического блеска и определить вес наплавленного металла G_H и вес расплавившейся части электродной проволоки $C_{эл}$ (по длине израсходованной части электродной проволоки и весу ее 1 погонного метра);
- е) вычислить коэффициент расплавления (α_p), наплавки (α_H) и процент потерь на угар, а также разбрызгивание (ϕ), пользуясь формулами:

$$\alpha_p = \frac{G_{эл} \cdot 3600}{I_{св} \cdot t} \quad \alpha_H = \frac{G_H \cdot 3600}{I_{св} \cdot t} \quad \varphi = \frac{G_{эл} - G_H}{G_{эл}} 100\%$$

где $G_{эл}$ - вес расходов анной электродной проволоки, г;

G_H - вес наплавленного металла, г;

$I_{св}$ - величина сварочного тока в процессе сварки, А;

t время горения дуги, с.

3. Определить скорость сварки исходя из получения заданного сечения по площади наплавки $см$:

$$V_{св} = \frac{I_{св} \cdot \alpha_H}{100 F_{нш} \cdot \gamma} \text{ м/ч}$$

3.1 Определяем напряжение дуги: $U_{\partial} = 8(1,36 + d_{эл})$

3.2 Определяем величину сварочного тока: $I_{св} = 10U_{\partial} \sqrt{d_{эл}}$

$d_{эл}$ выбирается по табл. 9.2 в зависимости от толщины свариваемых заготовок.

3.3 Определить вес наплавленного металла: $G_H = \gamma l / 2S^2$

3.4 Определить вес расплавленного металла: $G_p = 1,3 \cdot G_H$

4. Определить расход электроэнергии на 1 погонный метр шва:

$$A = \frac{I_{св} \cdot U_{\partial}}{1000 \cdot K \cdot V_{св}}$$

где $K = 0,8$ - коэффициент полезного действия источника питания.

5. Определить основное время сварки сварного шва с параметрами, заданными преподавателем по определенному коэффициенту наплавки (α_H), сварочному току ($I_{св}$):

$$t_0 = \frac{\gamma \cdot S^2 \cdot L}{2I_{св} \cdot \alpha_H} \text{ ч}$$

где S и L - толщина и длина свариваемых заготовок, мм.

6. Определить расчётное значение расходуемой электродной проволоки:

6.1 Определяем вес 1 н. м. проволоки: $G_1 = \gamma \cdot \pi \cdot d_{эл}^2 / 4 \cdot 100$

6.2 Определяем расход электрокислой проволоки: $n = \frac{G_H}{G_1}$

Сравнить полученное значение с величиной расходуемой проволоки, определенной экспериментально (G_{∂}).

7. Выбрать источник тока для сварки (табл. 9.1).

1. Общие сведения о дуговой сварке в углекислом газе

Сварку в углекислом газе выполняют плавящимся электродом из непокрытой металлической проволоки на постоянном токе повышенной плотности обратной полярности (электрод подключают к отрицательному полюсу сварочного выпрямителя). Процесс сварки осуществляется следующим образом (рис. 9.1). Проволока, проходя через токопровод 2, непрерывно подается в зону сварки. Для защиты расплавленного металла сварочной ванны и капель 1 расплавленного металла электрода в зону сварки через сопло 3 подается углекислый газ, образующий газовую защиту. При применении CO_2 в качестве защитного газа необходимо учитывать некоторые металлургические особенности, связанные с окислительным действием газа. В центре сварочной дуги при высоких температурах углекислый газ диссоциирует на оксид углерода CO и кислород O по эндотермической реакции: $\text{CO}_2 = \text{CO} + \text{O} - Q$. На диссоциацию CO_2 расходуется до 20-25 % тепловой мощности дуги.

Образующийся в результате диссоциации кислород окисляет капли металла электродной проволоки и металл сварочной ванны. Образующиеся окислы железа ухудшают механические свойства шва. Для подавления реакции окисления сварку выполняют проволокой с повышенным содержанием марганца, кремния и алюминия (Св08ГСА, Св08Г2С, Св10ГС, Св07ГС10). Например, марка проволоки Св08Г2С расшифровывается: сварочная проволока, содержащая: 0,08 % углерода; - 2 % марганца, - 1 % кремния. Марганец и кремний имеют большее сродство к кислороду, чем железо, раскисляют (восстанавливают) его и образуют на поверхности шва тонкий слой шлака, состоящий из окислов железа, марганца и кремния, частично покрывающий сварочную ванну и сварной шов. На поверхности шва шлак засыхает в виде отдельных чешуек.

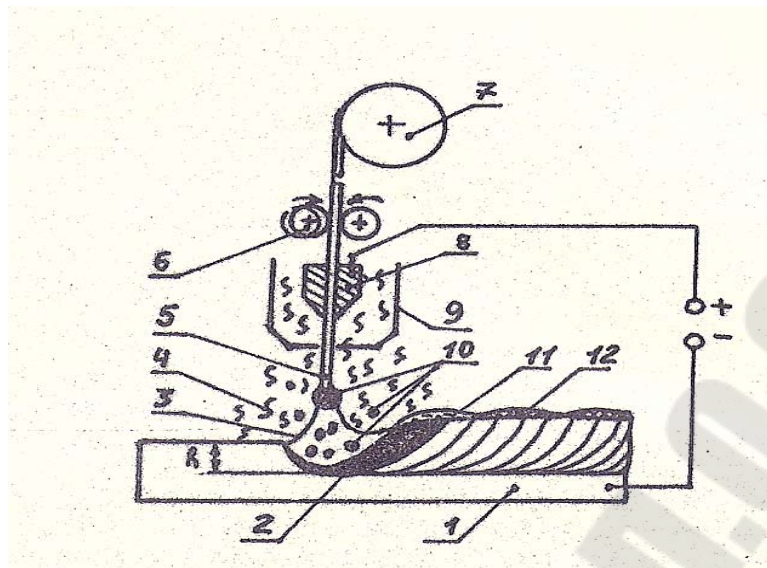


Рис. 9.1. Схема сварки в среде CO_2

При этом способе сварки расстояние от торца электрода до токопровода значительно меньше, чем при ручной дуговой сварке. Рабочая часть электрода имеет длину $40 \div 60$ мм. Поэтому можно значительно увеличить сварочный ток без чрезмерного, разогрева проволоки. Формируется мощная электрическая дуга, которая механически воздействует на расплавленный металл, вытесняя его в конец сварочной ванны. Вытеснение жидкого металла облегчается благодаря снижению поверхностного натяжения в сварочной ванне. Поверхность жидкого металла бомбардируется ионами CO , которые разрыхляют окисную пленку и снижают силу поверхностного натяжения. В результате обнажаются более глубокие, еще не расплавленные, слои металла. Они подвергаются быстрому разогреву электрической дугой, что способствует возрастанию глубины проплавления по сравнению с ручной дуговой сваркой.

Сварка в среде углекислого газа обеспечивает: меньший разогрев кромок при сварке толстого металла; обладает большей скоростью сварки; высокой экономичностью; производительностью процесса; стойкостью против образования трещин, которая обусловлена окислительной атмосферой в зоне сварки, возможностью наблюдения за сварочной ванной и формированием сварного шва. Помимо этого, при сварке в среде CO_2 требуются менее квалифицированные сварщики.

К недостаткам этого способа относится: большое разбрызгивание (до 10 % от веса сварочной проволоки), низкая прочность металла шва, плохой внешний вид шва. Но высокая производительность, бо-

лее низкие требования к квалификации сварщика способствуют широкому распространению этого способа и в настоящее время он находится на втором месте среди известных способов сварки плавлением. Его целесообразно применять во всех случаях сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей швами любого типа в любом пространственном положении как при единичном, так и серийном производстве при условии невысоких требований к прочности металла шва (500 МПа).

2. Устройство и принцип работы сварочного полуавтомата

Для осуществления полуавтоматической сварки в среде CO_2 необходимо следующее оборудование (рис. 9.2): источник питания сварочной дуги 7, штанговый держатель с горелкой 2, баллон с углекислым газом и редуктором 4, подающий механизм 6 с подогревателем углекислого газа.

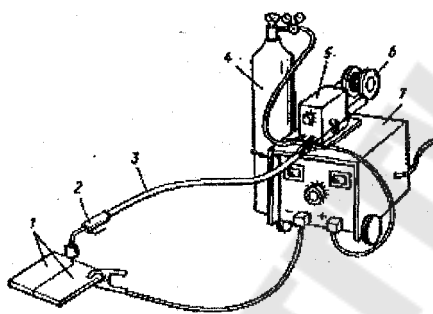


Рис. 9.2. Пост для полуавтоматической сварки в среде CO_2 :
1 - заготовка; 2 - штанговый держатель; 3 - гибкий шланг;
4 - баллон с газом; 5 - механизм подачи проволоки; 6 - кассета с проволокой; 7 - источник питания - сварочный выпрямитель

Подающий механизм состоит из механизма подачи проволоки и кассеты с проволокой. Он осуществляет в процессе сварки непрерывную подачу сварочной проволоки из кассеты через штанговый держатель в зону сварки. В шкафу управления размещена электрическая схема полуавтомата. Подогреватель служит для нагрева углекислого газа, т. к. во время истечения из баллона он расширяется и охлаждается до отрицательных температур, что может привести к замерзанию канала подачи газа при перепаде давления.

Редуктор предназначен для понижения до требуемой величины давления газа, хранящегося в баллоне под избыточным давлением. В

качестве источников питания дуги используются источники постоянного тока (табл. 9.1) - генераторы и выпрямители, т. к. на переменном токе в среде CO_2 сварочная дуга горит неустойчиво.

В данной работе используется полуавтомат А-825М.

Техническая характеристика полуавтомата А-825М

Диаметр сварочной проволоки	0,8-1,4 мм
Сварочный ток	80-315 А
Напряжение на дуге	18-27 В
Скорость подачи сварочной проволоки	140--650 м/час

Перед включением сварочного полуавтомата необходимо убедиться, что оголенная часть шлангового держателя 2 не касается стола и других металлических предметов. Переключатели ПЗ и П4 находятся в одинаковом положении, переключатель *m* - в положении --- Включение источника питания осуществляется нажатием на кнопку «Пуск». Включение подающего механизма - переводом переключателя ПІ в положение «ВКЛ». для выключения источника питания необходимо нажать кнопку «Стоп» подающего механизма –перевести переключатель ПІ в положение «Выкл». Регулирование режима сварки производится следующим образом: расход CO_2 регулируется редуктором и определяется по расходомеру; напряжение - регулятором R2 (необходимо установить напряжение холостого хода 25 В, что будет компенсировать напряжение на дуге 2()-23 В); скорость подачи сварочной проволоки определяется положением регулятора R1 (его необходимо установить на делении 4); сварочный ток определяется скоростью подачи сварочной проволоки и в несколько меньшей степени - напряжением на дуге.

Таблица 9.1
Технические данные полуавтоматов для сварки в углекислом газе

Технические данные	Марки полуавтоматов				
	ПДГ-305	ПДГ-502	ПДГ-601	А-765 (без CO_2)	Magpol
Напряжение питающей сети, В	380	380, 220	380	380	380
Номинальный сварочный ток, А	315	500	630	500	315
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-315	100-500	100-700		50-315
Номинальный режим работы ПР, %	60	60	60		60; 100
Диаметр электродной проволоки, мм	0,8-1,4	1,2-2,0	1,2-2,5	1,6-2,0 пор. 1,6-3,0	0,8-1,6
Скорость подачи проволоки, м/ч	180-720	180-720	109,8-1094	58-582	93,6-1260
Тип выпрямителя	ВДГ-302УЗ	ВДУ-500-1	ВДГ-600	ВС-600	ЕРІ

3. технология дуговой сварки в углекислом газе

Перед началом сварки необходимо изучить дополнительные меры по технике безопасности (приведенные в конце методических указаний к данной лабораторной работе).

Для зажигания сварочной дуги необходимо взять держатель в руку, включить полуавтомат, поднести сопло горелки шлангового держателя к свариваемым деталям на расстояние 10-20 мм, не меняя положения держателя, закрыть лицо маской и нажать на тангенциальную «Т». При этом полуавтомат начинает подачу газа и проволоки; при соприкосновении проволоки с деталью самопроизвольно загорается электрическая дуга. В начальный момент времени (доли секунды) после соприкосновения проволоки и детали дуга может не загореться и поступающая из держателя проволока попытается оттолкнуть руку с держателем от детали. Нужно не дать ей этого сделать и дуга загорится сама собой. В процессе сварки необходимо поддерживать в указанных пределах расстояние от свариваемых кромок до сопла горелки. дуга для обеспечения устойчивости горения должна находиться на сварочной ванне или ее границе с основным металлом. Поперечные швы могут выполняться так же, как и при ручной дуговой сварке. горелку чаще всего наклоняют вперед на угол 10-40° к оси шва. Сварочная дуга обращена при этом к уже сваренному шву. На протяжении всего процесса сварки необходимо не допускать касания соплом свариваемых деталей, т. к. В этом случае дуга загорается между соплом и свариваемой деталью и сопло выходит из строя.

для прекращения процесса сварки необходимо, не меняя положения держателя, отпустить тангенциальную «Т» и через несколько секунд процесс сварки прекратится.

Сварка стыковых и нахлесточных соединений в нижнем положении при толщине $S = 0,8-1,2$ мм выполняется при установке заготовок на подкладке или на весу при равномерном поступательном перемещении электрода (рис. 9.3, а). Металл толщиной S до 3 мм в нижнем положении сваривают без поперечных колебаний электрода, а при $S > 3$ мм применяют эти колебания.

Сварку вертикальных швов с $S < 6$ мм выполняют сверху вниз с наклоном электрода углом назад, направляя дугу на переднюю часть сварочной ванны (рис. 9.3, б), что обеспечивает хорошее проплавление кромок и исключает прожоги. При толщине металла $S > 6$ мм вертикальные швы выполняют при движении электрода вверх с его поперечными колебаниями и произвольным наклоном (рис. 9.3, в, г). Потолочные швы сваривают электродом $d_3 = 0,5-1,4$ мм с наклоном

электрода углом назад (рис. 9.3, д) при минимальных значениях тока и напряжения.

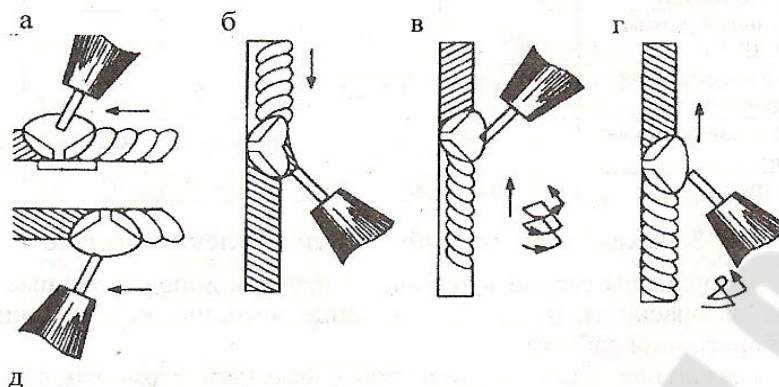


Рис. 9.3. Схемы расположения шва и поперечные колебания электрода при полуавтоматической сварке в углекислом газе

Ориентировочный режим полуавтоматической сварки в углекислом газе стыковых швов без разделки кромок в нижнем положении проволокой СВ-О8Г2С приведен в таблице 9.2.

Таблица 9.2

Ориентировочный режим полуавтоматической дуговой сварки в углекислом газе стыковых швов без разделки кромок в нижнем положении проволокой СВ08Г2С

Толщина свариваемого материала, мм	Диаметр электрода, мм	Режим сварки					
		Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Вылет электрода, мм	Расход газа, дм ³ /мин	Число проходов
1	0,8	60-70	17	25-40	7-12	6-7	1
1,5	0,8	85-100	18-19	30-40	7-21	6-7	1
	1,0	100-110	18-19	30-40	8-15	6-7	1
	1,2	120-160	19-20	35-40	9-13	6-7	1
2,0	0,8	110-140	19-21	20-30	7-12	6-7	1
	1,0	130-150	20-21	30-35	8-13	6-8	1
	1,2	160-180	21	35-40	9-15	6-8	1
3-4	1,0	140-160	20-21	20-30	8-13	7-9	1
	1,2	150-170	20-21	25-35	9-15	7-9	2
	1,2	190-230	21	30-40	9-15	7-10	2
5-8	1,6	180-220	23-26	20-35	15-20	12-15	2
	2,0	200-240	24-28	25-35	15-20	12-15	2
	2,0	260-280	28-30	25-30	15-25	15-17	2
10	2,0	280-300	28-30	25-30	20-25	15-17	2
12	2,0	380-400	30-32	20-30	20-25	15-17	2
14	2,0	480-500	33-40	15-25	15-25	12-16	2

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Схема полуавтоматической сварки в среде CO₂ с указанием каждого элемента схемы.

3. Порядок и результаты выполнения работы (с указанием формул, по которым ведутся расчеты).

4. Вывод о результатах эксперимента и сравнение производительности ручной дуговой сварки и полуавтоматической сварке. И в среде CO_2 с указанием, за счет каких параметров один способ сварки производительнее другого.

Контрольные вопросы

1. Металлургические особенности сварки в среде CO_2 .
2. Почему сварочная проволока для сварки в среде CO_2 дополнительно легирована марганцем и кремнием?
3. Почему глубина проплавления при сварке в среде CO_2 выше, чем при ручной дуговой?
4. Влияние глубины проплавления на производительность.
5. Влияние глубины проплавления, высоты усиления, ширины и катета шва на его прочность.
6. Оборудование, необходимое для сварки в среде CO_2 .
7. Какие источники питания применяются при сварке в среде CO_2 и почему?
8. Достоинства и недостатки сварки в среде CO_2 .

Лабораторная работа № 10

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ

Цель работы: ознакомиться с технологией контактной точечной сварки и применяемым оборудованием.

Содержание работы: изучение процессов, происходящих при точечной сварке; расчет режима сварки; ознакомление с конструкцией контактной машины и настройкой ее на заданный режим; сварка нескольких изделий; построение по результатам расчетов зависимости сварочного тока от толщины свариваемых деталей.

Применяемое оборудование и материалы: машина для контактной сварки, пластины холоднокатаной стали.

Техника безопасности

При ознакомлении с конструкцией контактной машины рубильник должен быть обязательно выключен. При настройке машины на сварку и выполнении сварки необходимо выполнять общие правила техники безопасности при работе с электроустановками. Кроме того, необходимо помнить, что включение машины на сварку при давлении воздуха менее 1 атм запрещено, т.к. в этом случае образуется большое количество выплесков, способных прожечь синтетические ткани.

Порядок выполнения работы

1. Включить машину в сеть, проверить работу всех узлов (не включая сварочного тока). Сварить пробные заготовки.
2. Приготовить заготовки с последующими испытаниями на разрыв.
3. Сварить образцы, изменяя по заданию преподавателя:
 - а) зачистку поверхностей деталей;
 - б) величину тока;
 - в) время протекания тока;
 - г) величину давления;
 - д) толщину свариваемых заготовок;
 - е) размер рабочей поверхности электрода.
4. Испытать образцы на разрыв.
5. По индивидуальному заданию, полученному у преподавателя, рассчитать величину сварочного тока для пяти заготовок различной толщины и построить зависимость, отражающую влияние толщины заготовки на величину сварочного тока.

Общие сведения о процессах, происходящих при точечной сварке

Точечная сварка - разновидность контактной сварки, при которой заготовки соединяются в отдельных точках. Нагрев заготовок осуществляется электрическим током, подаваемым на медные водоохлаждаемые электроды, которыми сжимают заготовки, собранные внахлестку. Соприкасающиеся с медными электродами поверхности заготовок нагреваются меньше чем их внутренние слои. Нагрев продолжают до расплавления внутренних слоев заготовок. Затем выключают ток и через некоторое время снимают давление. В результате образуется литая сварная точка. Процесс сварки состоит из четырех этапов: 1) сжатия; 2) пропускания тока; 3) проковки; 4) паузы.

На первом этапе собранные внахлестку свариваемые детали 1 (рис. 10.1) сжимаются медными водоохлаждаемыми электродами. Этим обеспечивается надежный электрический контакт между свариваемыми деталями и между деталями и электродами.

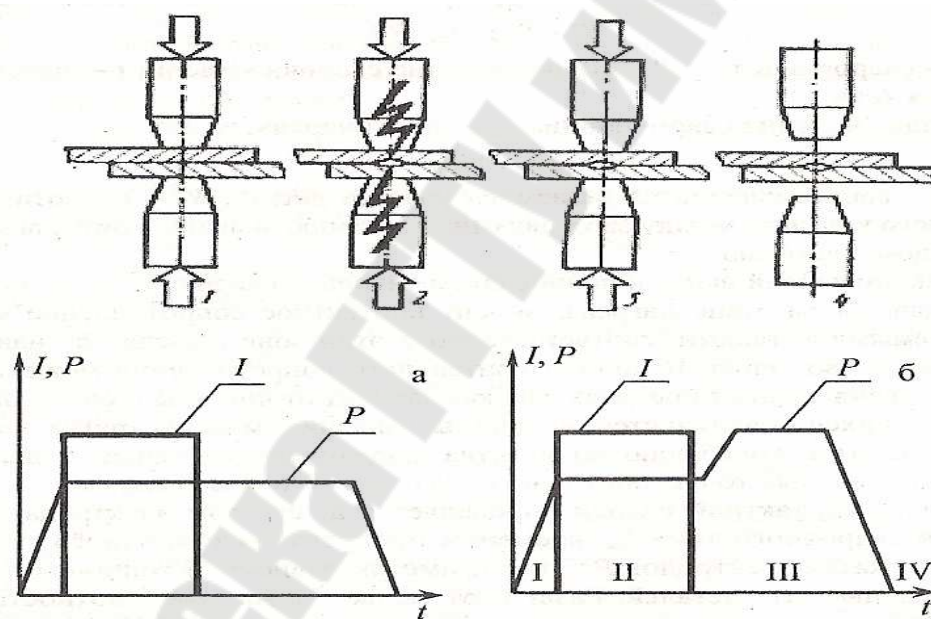


Рис. 10.1. Стадии цикла и циклограммы точечной сварки: а – без увеличения давления; б – с увеличением давления при проковке (1 – сжатие деталей; 2 – пропускание тока; 3 – проковка; 4 – пауза)

На втором этапе по электродам пропускается электрический ток. Источником тока является понижающий трансформатор. Под действием тока в зоне контакта заготовок между собой выделяется большое количество тепла. Металл между электродами разогревается и расплавляется.

На третьем этапе - проковке - сварочный ток выключают, а усилие на электродах остается прежним или даже увеличивается. При этом происходит кристаллизация и охлаждение образовавшейся на преды-

дущем этапе сварной точки. Проковка необходима для того, чтобы детали не разошлись и не разрушили сварную точку, пока она не закристаллизовалась, для предотвращения образования усадочных раковин и с целью повышения механических свойств металла сварной точки, т. к. деформация ее в горячем состоянии приводит к измельчению зерен.

Четвертый этап сварки - пауза. На этом этапе происходит замыкание электродов, для того, чтобы рабочий смог переместить детали для сварки следующей точки, затем цикл сварки повторяется.

Прочность сварной точки определяется объемом расплавленного металла, что, в свою очередь зависит от количеством тепла, выделяющегося при пропускании тока. Согласно закона Джоуля-Ленца количество тепла равно:

$$\sigma = 0.24 I_{св} \cdot R t,$$

где $I_{св}$ - сварочный ток;

R - сопротивление сварочной цепи;

t - время пропускания тока.

Сопротивление сварочной цепи, в свою очередь, равно:

$$R = 2 R_{me} + R_k + 2 R_3,$$

где R_{me} - сопротивление нагреваемого участка детали;

R_k - сопротивление сварочного контакта между заготовками;

R_3 - сопротивление контакта между электродом и деталью.

Максимальный вклад в полное сопротивление сварочной цепи, особенно на начальном этапе нагрева, вносит контактное сопротивление между свариваемыми деталями, соответственно в этой зоне выделяется наибольшее количество тепла. Величина контактного сопротивления может колебаться в значительных пределах, так как зависит от чистоты и состояния соприкасающихся поверхностей, величины давления, многих других причин. Это приводит к колебанию количества выделившегося тепла, а значит и прочности сварных точек, полученных на одном и том же режиме.

Режим контактной сварки определяется диаметром электрода d'' величиной сварочного тока $I_{св}$, временем пропускания сварочного тока t и усилием сжатия электродов P . Эти параметры зависят от толщины и материала свариваемых деталей. Различают сварку на мягком (плотность тока 80-150 А/мм²) и жестком режиме (плотность тока свыше 150 А/мм²). Время пропускания тока при сварке на жестком режиме меньше, чем на мягком, остальные параметры примерно одинаковы.

Мягкие режимы назначаются при недостаточной мощности контактных машин или сварке закаливаемых сталей (при мягком режиме меньше скорость охлаждения, а значит, опасность образования закалочных структур). Кроме того, на мягких режимах производят сварку заготовок повышенной толщины. Производительность такой сварки снижена, а разогрев и деформация окружающего металла значительны. Сварку деталей большой толщины (свыше 4 мм) не рационально проводить на жестком режиме, т. к. сопротивление толстых заготовок примерно равно сопротивлению сварочного контакта между ними, а значит, тепловыделение происходит не только по поверхности контакта заготовок, но и в самих заготовках. За короткое время пропускания сварного тока, характерное для жесткого режима, повышенный объем металла не успевает разогреться до необходимых температур и качественного соединения не образуется.

При сварке на жестком режиме выше производительность, меньше разогрев и деформация окружающего металла, но требуются более мощные контактные машины. Благодаря резкому повышению сварочного тока выделяющаяся теплота локализуется непосредственно в месте образования сварной точки, что особенно важно при сварке теплопроводных алюминиевых и медных сплавов. Высокая скорость нагрева этих материалов нужна для предупреждения рассеяния тепла. Сварка заготовок из чистой меди не производится.

К достоинствам точечной сварки относятся высокая производительность, низкие требования к квалификации обслуживающего персонала, отсутствие расхода сварочных электродов.

Недостатки - небольшая (чаще всего до 7 мм) толщина свариваемых деталей, возможность выполнения только нахлесточных соединений (а значит, повышенный расход металла на образование нахлеста), значительные колебания прочности сварных точек, невысокая прочность при переменных нагрузках (так как промежуток между сварными точками играет роль начальной трещины, распространяющейся при знакопеременных нагрузках), негерметичность шва.

Точечная сварка применяется для соединения деталей из сталей, алюминиевых и медных (кроме чистой меди) сплавов во всех типах производства. В настоящее время, благодаря высокой производительности, - это самый распространенный способ сварки.

Методика расчета режима контактной сварки

К основным параметрам контактной точечной сварки относятся: сварочный ток $I_{св}$; время пропускания тока $t_{св}$; диаметр электрода $d_э$ и

усилие сжатия P . Эти параметры определяются исходя из материала и толщины свариваемых деталей расчетом или подбираются по таблицам.

Расчет параметров режима производится в следующей последовательности:

1. Диаметр электрода при сварке сталей определяется:

$$d_э = (1,5 + 2)8 + 3 \text{ (мм)},$$

где d'' - диаметр электрода, мм; 8 - толщина свариваемой детали, мм.

2. Величина сварочного тока: $I_{св} = A \times F$ (А),

где A - плотность тока, А/мм²;

F - площадь контактной поверхности электродов, мм.

3. Длительность включения сварочного тока $t_{св}$ в секундах определяется:

$$t_{св} = (0,1 + 0,25) 8 \text{ (с)}.$$

4. Усилие сжатия электродов P :

$$P = (1100 + 2200) 8 \text{ (Н)}.$$

5. Продолжительность сжатия обычно выбирают в пределах 0,1-0,8с, а проковки 0,1-1,2 с.

При правильно подобранном режиме, хорошем состоянии контактной поверхности электродов сварка происходит без выплесков (выбросов частиц расплавленного металла в зазор между свариваемыми деталями или между деталью и электродом). Диаметр получающейся сварной точки равен диаметру электродов, высота точки составляет 30-80 % от толщины свариваемых деталей. На поверхности деталей остаются вмятины от электродов, образовавшиеся в результате проковки.

Оборудование для контактной точечной сварки

Оборудование для точечной сварки делится на 3 группы: универсальные одноточечные машины; подвесные контактные машины и многоточечные машины. Основными частями всех машин для контактной сварки являются: понижающий трансформатор; блок управления и сварочные клещи с электродами, соединенные с трансформатором медными шинами.

Клещи представляют собой собранную из двух половинок скобу с укрепленными на ШХ электродами. Смыкание клещей осуществляется с помощью пневмоцилиндра. Подвесные машины применяют при сварке крупногабаритных конструкций. Многоточечные машины

фактически объединяют в одном корпусе несколько одноточечных и применяют в массовом производстве для сварки сразу нескольких точек. Их изготавливают под конкретные детали массового производства.

Используемая в работе универсальная точечная машина МТ-1610 имеет следующие характеристики:

Толщина свариваемых деталей, в мм:

первичное напряжение, В мощность, кВт сварочный ток, А до напряжение, В усилие сжатия, Н максимально допустимое количество сварок в минуту 150 минимальная 0,8 + 0,8; максимальная 6,5 + 6,5. 380 86 16000 2,9 - 5,7 1800 - 6300

Все узлы машины смонтированы на корпусе (рис. 10.2). Источником тока является трансформатор. Его вторичная обмотка состоит из одного витка, связанного с верхним и нижним электродами медными шинами. Первичная обмотка трансформатора секционирована. Отдельные секции соединены с гнездами переключателя ступеней. Переставляя переключатели в гнездах переключателя ступеней, изменяют число витков первичной обмотки трансформатора, тем самым регулируют вторичное напряжение, а значит, и сварочный ток. Необходимое положение переключателей определяется с помощью таблицы, имеющейся на машине.

Для включения и отключения трансформатора служит контактор. Перемещение верхнего подвижного электрода и создание необходимого усилия осуществляется пневмоцилиндром 2. Подача сжатого воздуха в пространство над или под поршнем пневмоцилиндра и соответственно опускание или подъем электрода осуществляется электропневмоклапаном. Регулирование усилия пневмоцилиндра производится с помощью редуктора. Вращая регулировочный винт редуктора, изменяют давление воздуха, а значит, усилие сжатия. Давление контролируют по манометру. Необходимую величину давления выбирают по таблице, размещенной на корпусе машины. Последовательность действий и продолжительность всех четырех этапов точечной сварки (сжатия, пропускания тока, проковки и паузы) задается с помощью электронного регулятора времени 4. Он состоит из четырех реле времени, определяющих длительность соответствующих этапов. Регулирование длительности этапов осуществляется потенциометрами, рукоятки которых выведены на переднюю панель регулятора.

Все токоведущие части контактной машины для предотвращения разогрева охлаждаются водой. Для предотвращения включения ма-

шины без охлаждения в электрической схеме цепи управления имеется гидролеза, отключающее машину при прекращении подачи воды.

Для включения и настройки машины на сварку необходимо при отключенном рубильнике установить необходимую ступень трансформатора, закрыть дверцы машины, включить водяное охлаждение (верхний вентиль впереди машины) (рис. 10.2) и сжатый воздух (вентиль сзади машины), отрегулировать требуемое давление воздуха, продолжительность пропускания тока и включить рубильник. Через 2-3 минуты, необходимых для нагрева ламп регулятора, машина готова к сварке. Для выполнения сварки необходимо положить свариваемые детали на электроды, нажать и сразу отпустить педаль.

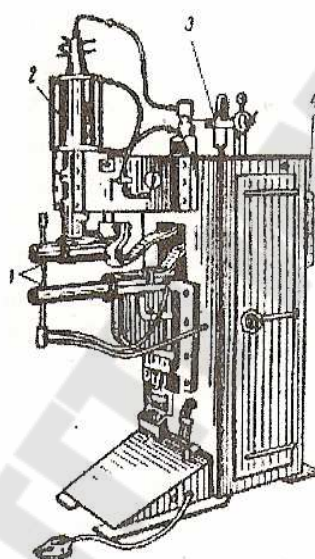


Рис. 10.2. Машина точечной сварки МТ-ІС10: 1 – электроды, 2 – пневмоцилиндр, 3 – лубрикатор, 4 – регулятор времени

Для выключения машины необходимо отключить рубильник, перекрыть подачу воздуха и через несколько минут отключить подачу охлаждающей воды.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Схема точечной сварки с указанием каждого элемента схемы.
3. Описание порядка выполнения работы (расчета режима, настройки машины на заданный режим).
4. График зависимости сварочного тока от толщины свариваемых деталей.

5. Вывод о законе изменения сварочного тока от толщины деталей (на основании анализа графика и расчетных зависимостей).

Контрольные вопросы

1. Этапы точечной сварки и процессы, происходящие на каждом этапе.
2. Назначение проковки.
3. Причины колебания прочности сварных точек.
4. Причины, по которым при точечной сварке металл плавится, в первую очередь, на поверхности контакта свариваемых деталей.
5. Параметры, определяющие режим контактной сварки.
6. Особенности сварки закаливаемых сталей, медных и алюминиевых сплавов и заготовок повышенной толщины.
7. Устройство контактной машины.
8. Настройка машины на сварку. Достоинства, недостатки и области применения точечной сварки.

Лабораторная работа № 11

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ И ГАЗОВОЙ СВАРКИ

Цель работы: ознакомиться с технологией и оборудованием термической резки и газовой сварки.

Содержание работы: изучение принципов термической резки и газовой сварки, ознакомление с конструкцией оборудования для газовой резки и сварки, оценка качества реза, полученного различными способами.

Применяемое оборудование и материалы: ацетиленовый генератор, газовая арматура, резак и горелка, образцы резов, штангенциркуль или профилометр, образцы швов, выполненных различными способами сварки.

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство и принцип работы ацетиленового генератора АСМ-1-66, водяного затвора ЗСП-7-67, кислородного одноступенчатого редуктора, инжекторной сварочной горелки ГС-3, резака для ручной газокислородной резки «Пламя-62».

2. Подготовить к сварке и резке рабочее место - очистить стол, расставить сварочную аппаратуру.

3. Подготовить сварочную аппаратуру, инструмент, защитные очки и рабочие приспособления в следующем порядке: а) залить в корпус генератора необходимое количество воды (9 дм³); б) заполнить водой водяной затвор; в) загрузить в корзину 2-2,2 кг карбида, вставить ее в шахту и герметично закрыть крышку; г) отвернуть, предохранительный колпак кислородного баллона и с помощью накидной гайки прикрепить редуктор к вентилю баллона. Нужно помнить, что во избежание взрыва вентили кислородного баллона и редуктора должны тщательно оберегаться от загрязнения маслом; д) присоединить резиновый шланг, идущий от горелки к выходу от редуктора, поворотом вентиля прогиб часовой стрелки открыть кислород, а затем с помощью регулировочного винта установить давление в рабочей камере редуктора 3-4 кг/см². Присоединить резиновый шланг одним концом к ацетиленовому каналу горелки, а вторым - к ниппелю водяного затвора.

4. Зажечь горелку - сначала немного открыть кислородный вентиль и продуть горелку, а затем открыть ацетиленовый вентиль и обра-

зующуюся смесь зажечь. Поворотом кислородного и ацетиленового вентиля сначала получают нормальное пламя, а затем окислительное и восстановительное. Наблюдая через очки за составом пламени, зарисовывают его при различном соотношении ацетилена и кислорода. При этом нужно научиться четко различать по виду пламени три его типа.

Для тушения горелки необходимо сначала закрыть ацетиленовый вентиль горелки, а затем кислородный.

Такую же подготовку ведут для включения газокислородного резака.

5. Подготовить к сварке образцы. Очистить место сварки от загрязнений, произвести точную подгонку образцов.

6. В зависимости от толщины металла выбрать размер, наконечника горелки, материал и диаметр присадочного прутка, режим сварки (табл. 11.1).

7. Настроить сварочную аппаратуру на выбранный режим.

8. Произвести сварку образцов правым и левым способами.

9. Осуществить контроль сварного шва внешним осмотром.

10. Произвести подключение газокислородного резака и осуществить газокислородную резку по прямолинейному контуру.

Все подготовительные работы и сам процесс сварки и резки осуществляются при постоянном контроле преподавателя и лаборанта.

Сущность процессов термической резки и газовой сварки

Все способы термической резки основаны на расплавлении разрезаемого материала и последующем удалении его из зоны реза. В настоящее время применяются следующие способы резки: воздушно-дуговая, плазменная, лазерная, кислородно-газовая и кислородно-флюсовая.

При воздушно-дуговой резке металл расплавляется теплом электрической дуги и удаляется из зоны реза струей воздуха. Электрическая дуга горит между разрезаемой деталью и графитовым (неплавящимся) электродом, струя воздуха подается в зону реза через специальное отверстие в электродержателе.

Способ является довольно производительным, но не обеспечивает хорошее качество реза (большой разогрев окружающего металла, широкий рез с окисленными стенками).

При плазменной резке разрезаемый материал расплавляется и выдувается из зоны реза струей плазмы. Плазма представляет собой поток ионизированного газа, нагретого до температуры 10000-150000.

Получают плазму в плазмотронах (рис. 11.1) при продувании плазмообразующего газа (смеси водорода с аргоном) через столб сжатой дуги 2, горящей между вольфрамовым электродом 1 и деталью 5. Сжатие дуги происходит при ее прохождении через канал небольшого сечения в мундштуке сопла 3 плазмотрона. Плазмообразующий газ подается вдоль стенок канала и еще больше сжимает дугу. Сечение дуги при этом уменьшается, а температура растет. При высокой температуре происходит ионизация плазмообразующего газа, возникает ярко светящаяся струя плазмы. Благодаря высокой концентрации энергии в струе плазмы разрезаемый металл расплавляется в узкой зоне и этим достигается высокое качество реза. Плазменная резка может применяться для разделения любых металлов и неметаллов (керамики, бетона и т.д.). В последнем случае применяются плазмотроны косвенного действия, в которых электрическая дуга горит между вольфрамовым электродом и медным водоохлаждаемым анодом-соплом, расположенным вокруг электрода.

При лазерной резке разрезаемый металл расплавляется и испаряется из зоны реза под действием мощного высококонцентрированного лазерного луча. Плотность энергии в луче должна достигать 10^8 Вт/см², благодаря чему металл плавится в очень узкой зоне, получается очень высокое качество реза, высокие скорости резки. Этим способом можно разрезать любые материалы, толщина определяется мощностью лазерного луча для металлов требуется свыше 1 кВт на 1 миллиметр толщины.

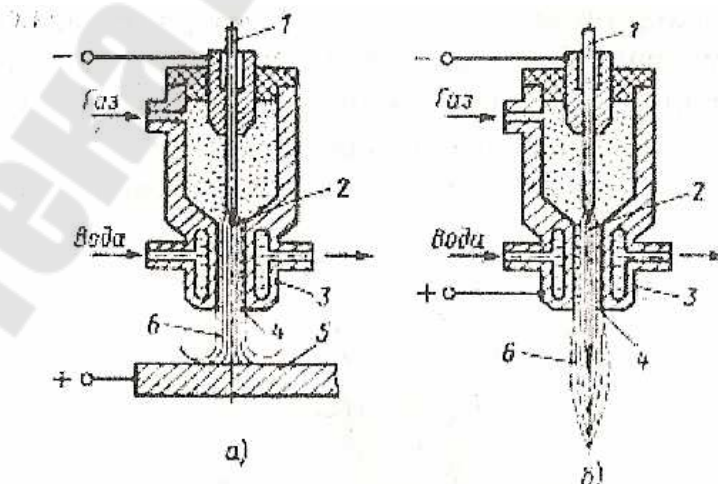


Рис. 11.1. Схемы получения плазменной струи в плазмотроне прямого (а) и косвенного действия (б); 1 – вольфрамовый электрод; 2 – дуга; 3 – сопло; 4 – канал сопла; 5 – заготовка; 6 – плазменная струя

При кислородной (газовой) резке по кольцевому каналу (рис. 11.2) мундштука резака подается смесь кислорода и горючего газа (ацетилен, пропанбутана, паров бензина или керосина), которая при сгорании образует подогревающее пламя, разогревающее металл до температуры $1200-1300^{\circ}$. Затем по центральному каналу в зону реза подается струя режущего кислорода 1. Подогретый металл в струе кислорода интенсивно горит, в результате этого образуются жидкие окислы 4 и выделяется большое количество тепла, расплавляющее соседние слои материала. Образовавшиеся жидкие окислы и расплавленный металл удаляются из зоны реза этой же струей кислорода.

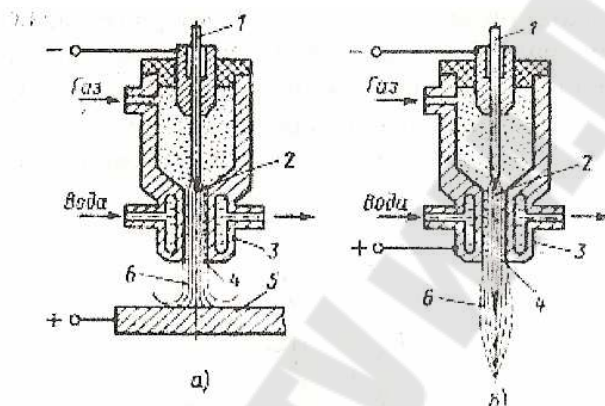


Рис. 11.1. Схемы получения плазменной струи в плазмотроне прямого (а) и косвенного действия (б); 1 – вольфрамовый электрод; 2 – дуга; 3 – сопло; 4 – канал сопла; 5 – заготовка; 6 – плазменная струя

Для кислородной резки необходимо, чтобы температура горения металла и температура плавления окислов были ниже температуры плавления металла, образующиеся окислы должны быть жидкотекучими, и при горении металла выделялось большое количество тепла. Этим условиям удовлетворяют низко- и среднеуглеродистые стали, большинство низколегированных сталей и не удовлетворяют - чугуны, высоколегированные и высокоуглеродистые стали, цветные металлы.

Для их резки применяется кислородно-Флюсовая резка. В этом случае в зону резки вместе с режущим кислородом подается порошкообразный флюс, состоящий из порошка железа (90-95 %), кварцевого песка (2 %) и других добавок. Порошок железа, сгорая в струе кислорода, выделяет большое количество тепла, идущего на расплавление разрезаемого металла. Кроме этого, окислы железа сплавляются с окислами разрезаемого металла и образуют легкоплавкие и жид-

котекучие шлаки. Из всех способов термической резки наиболее широко применяется кислородная резка, обладающая достаточно высокой производительностью и позволяющая разрезать любые толщины низкоуглеродистых, низко- и среднелегированных сталей. Для медных сплавов, высоколегированных и высокоуглеродистых сталей, чугуна применяется кислородно-флюсовая резка. На втором месте по распространенности находится плазменная резка, позволяющая разрезать любые материалы, имеющая более высокую производительность и качество реза, но требующая более сложного оборудования. Воздушно-дуговая и лазерная резка применяются сравнительно редко вследствие низкого качества реза у первого способа и высокой стоимости оборудования у второго.

При газовой сварке в качестве источника тепла используется реакция горения ацетилена в кислороде. Смесь ацетилена и кислорода образуется в газовой горелке 4 (рис.11.3, *а*). При выходе из горелки она сгорает, образуя сварочное пламя 3. В нем различают три зоны (рис. 11.3, *б*). Первая зона 1 называется ядром, вторая 2 сварочной, третья 3 - факелом. Самая высокая температура во второй зоне на расстоянии 2-4 мм от конца ядра. Этой частью пламени осуществляется нагрев и расплавление металла в процессе сварки. При объемном соотношении $O_2/C_2H_2 = 1,1 \dots 1,2$ вторая зона состоит из окиси углерода (CO) и водорода (H_2) и имеет восстановительный характер. В третьей зоне происходит догорание продуктов второй зоны. При избытке кислорода факел характеризуется окислительной способностью, а при избытке ацетилена - науглероживающей.

Неправильная настройка подачи кислорода и ацетилена может полностью изменить структуру пламени. У нормального пламени ядро яркое, белого цвета, резко очерченное, цилиндрической формы. У полностью окислительного пламени ядро - короткое, синеватого цвета. Непосредственно за ядром формируется короткий факел конической заостренной формы.

Науглероживающее пламя имеет ядро увеличенного размера с размытыми очертаниями, окруженное коптящим факелом красноватого цвета.

Существует два способа выполнения газовой сварки: левый и правый.

При левом способе сварки (рис.11.4, *а*) горелку перемещают справа налево, а пламя при этом направлено на еще не сваренные кромки основного металла. При правом способе сварки (рис.11.4, *б*) горелку

перемещают слева направо, а пламя направлено в сторону уже полученного сварного шва. При левом способе сварки присадочный пруток перемещается впереди горелки, тогда как при правом способе - впереди перемещается горелка, а за ней пруток, расположенный между швом и горелкой. При сварке металла толщиной до 4 мм обычно применяют левый способ. Вертикальные швы сваривают снизу вверх только левым способом, а горизонтальные - только правым способом.

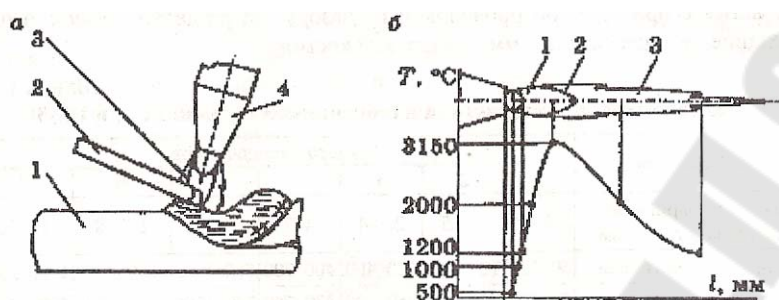


Рис. 11.3. Схемы процесса газовой сварки (а) и ацетиленоxygenного пламени (б)

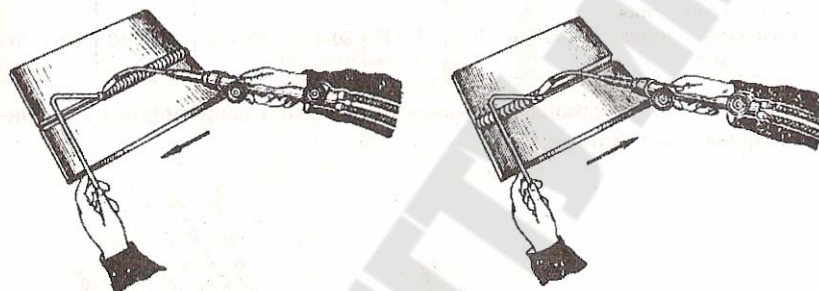


Рис. 11.4. Способы выполнения газовой сварки: а - левый, б - правый

Пруток присадочной проволоки, которую сварщик дополнительно вводит в зону сварки, используется для заполнения зазора между свариваемыми деталями. Защита расплавленного металла от кислорода воздуха осуществляется продуктами горения газа, а также флюсом, периодически подаваемым сварщиком в зону сварки.

Выбор марки и диаметра присадочной проволоки выполняется в зависимости от марки и толщины свариваемого металла и способа сварки. При сварке углеродистых сталей применяют сварочные проволоки Св08, Св 10, Св 10Г2С диаметром 0,2-12 мм. Диаметр проволоки определяется при $8 < 5$ мм, как $d_{np} = 8/2 + 1$ мм; при $8 > 5$ мм, как $d_{np} = 8/2$ мм.

В режим газовой сварки входят: расход горючего газа и кислорода; тип горелки и номер наконечника; способ сварки; углы наклона горелки и проволоки; марка и диаметр сварочной проволоки. Перечис-

ленные параметры зависят от свариваемого материала и его толщины (табл. 11.1).

Сварку металлов толщиной менее 2 мм проводят встык С опортовой кромки без присадочного материала или встык без зазора и разделки кромок, но с присадочным металлом. При толщине металла 2-5мм сварку выполняют встык С присадочной проволокой по зазору без разделки кромок, а при толщине металла свыше 5 мм с разделкой кромок.

Таблица 11.1
Техническая характеристика наконечников горелок ГС-2 и ГС-3

Показатели	Номера наконечников						
	1	2	3	4	5	6	7
Толщина свариваемого металла (сталь), мм	0,5-1,5	1-2,5	2,5-4	4-7	7-11	11-18	18-30
Расход, дм ³ /час	ацетилена	50-125	120-240	230-400	400-700	660-1100	1050-1750
	кислорода	50-135	130-260	250-400	430-750	740-1200	1150-1950
Давление кислорода, кг/см ²	1-4	1,5-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4
Скорость истечения смеси из мундштука, м/с	50-130	65-135	75-135	80-140	90-150	100-160	100-170

На рис. 11.5 показаны углы наклона горелки в зависимости от толщины свариваемого металла.

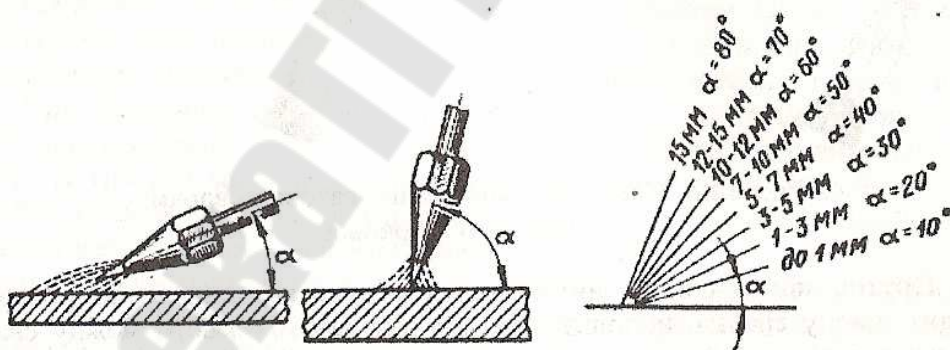


Рис. 11.5. Применяемые углы наклона горелки в зависимости от толщины свариваемого металла

Газовая сварка имеет низкую производительность (вследствие не-большой мощности газового пламени), металл шва имеет низкое ка-чество (вследствие плохой защиты расплавленного металла и боль-шого разогрева окружающего металла) и требует высокой квалифи-кации сварщика. В силу этих причин её применение ограничено слу-чаями ремонта либо монтажа деталей толщиной, как правило, до 3мм.

Оборудование для газовой сварки и резки

Оборудование, необходимое для газовой сварки или резки (рис.11.6), состоит из газовой горелки 4 или резака, соединительных шлангов 5, баллонов с кислородом и горючим газом, снабженных газовыми редукторами 6,7. При использовании в качестве горючего газа ацетилена, возможно его непосредственное изготовление с помощью ацетиленового генератора. Емкость кислородных баллонов 40 л, давление кислорода в полном баллоне 15 МПа, за счет этого в нем содержится 6 м³ кислорода. Кислородные баллоны окрашиваются в синий цвет. Для газовой резки используются различные горючие газы: природный газ, пары бензина и керосина. Ацетилен (C₂H₂) имеет наибольшую теплотворную способность, поэтому его чаще других используют для резки и сварки металлов. Ацетилен получают в специальных генераторах при взаимодействии карбида кальция с водой:

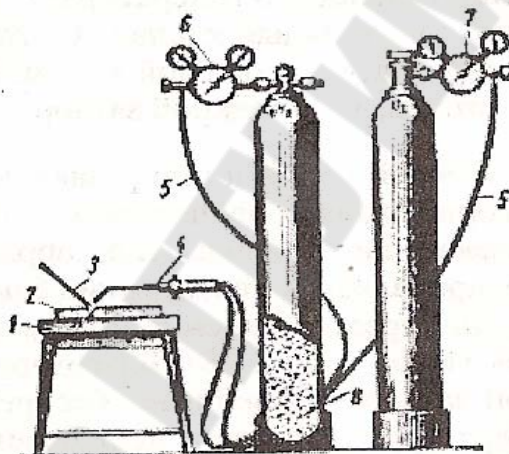
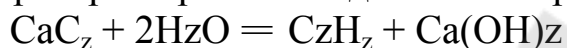


Рис. 11. 6. Схема поста для газовой сварки или резки с питанием от баллона: 1 – стол; 2 – свариваемые детали; 3 – присадочный металл; 4 – горелка; 5 – шланг; 6 – ацетиленовый редуктор; 7 – кислородный редуктор; 8 – пористая масса

На рис. 11.7 изображена схема переносного ацетиленового генератора АСМ-I-66. Его производительность 1,25 м³/час при рабочем давлении ацетилена 0,15 МПа.

Корпус генератора 10 имеет внизу резервуар - промыватель 1, вверху газообразователь 4, в котором располагается корзина 6 с карбидом кальция. Образующийся ацетилен из газообразователя по трубке 9 проходит в промыватель 1, а из него по трубке 11 через водяной затвор к горелке или резаку.

Регулирование количества вырабатываемого ацетилена осуществляется следующим образом: при уменьшении или прекращении отбора газа его давление в газообразователе возрастает, этим давлением вода из шахты газообразователя вытесняется в пространство между шахтой и корпусом генератора. Площадь соприкосновения карбида кальция с водой уменьшается, процесс образования ацетилена замедляется или прекращается. При увеличении отбора газа все происходит наоборот

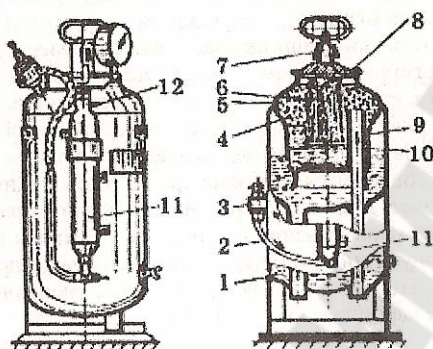


Рис. 11. 7. Схема ацетиленового генератора: 1 – промыватель; 2 – шланг; 3 – предохранительный клапан; 4 – газообразователь; 5 – шахта; 6 – корзина; 7 – винтовой зажим; 8 – крышка; 9 – стакан; 10 – труба; 11 – водяной затвор; 12 – ниппель

В процессе работы газовой горелки или резака возможно воспламенение смеси кислорода и горючего газа не на выходе из мундштука, а внутри инжекторной части резака или горелки, т.е. обратный удар пламени. Внешне обратный удар проявляется как громкий хлопок, после которого горелка обычно гаснет. Для предотвращения попадания пламени в генератор применяют водяной затвор (рис. 11.8). Благодаря слою воды и обратному клапану 2 водяной затвор обеспечивает беспрепятственное прохождение ацетилена из генератора к горелке и исключает попадание в генератор ударной волны. Этой же цели служит и щелевой рассекатель 4. Работа с неисправным водяным затвором может привести к взрыву генератора.

Для повышения безопасности газовых работ в настоящее время все более часто применяется снабжение ацетиленом из ацетиленовых баллонов. Ацетиленовые башюны похожи на кислородные, они окрашены в белый цвет. Ацетилен сохраняется путем растворения в ацетоне, которым пропитана пористая масса из активированного угля внутри баллона.

Устройство газовой горелки приведено на рис. 11.9.

Ацетилен и кислород подводятся к горелке гибкими шлангами через штуцеры. Смешивание ацетилена и кислорода происходит в смесительной камере 3, которая работает следующим образом: кислород подается по сужающемуся каналу, что приводит к увеличению его скорости движения при выходе в камеру расширения 4. Благодаря этому давление падает и через щелевой затвор в результате разрежения поступает ацетилен. Регулирование подачи газа осуществляется вентилем 8, кислорода - вентилем 6.

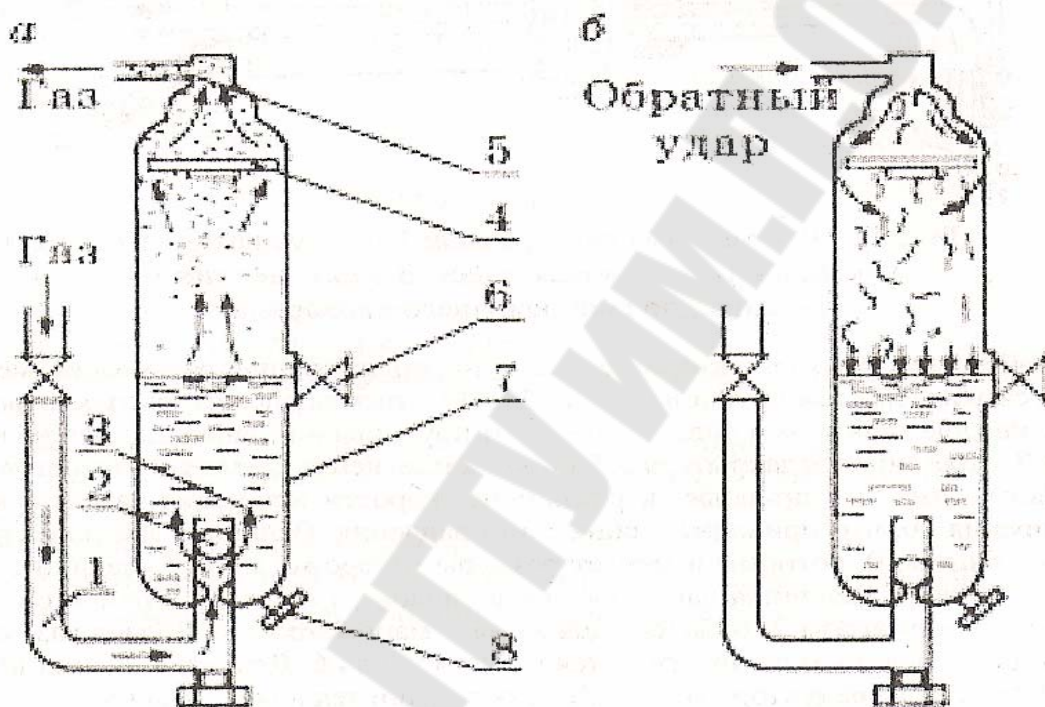


Рис. 11.8. Схемы работы водяного затвора: а – при нормальной работе; б – при обратном ударе; 1 – трубка; 2 – обратный клапан; 3 – газ; 4 – диск; 5 – штуцер; 6 – контрольный клапан; 7 – корпус; 8 – сливной штуцер

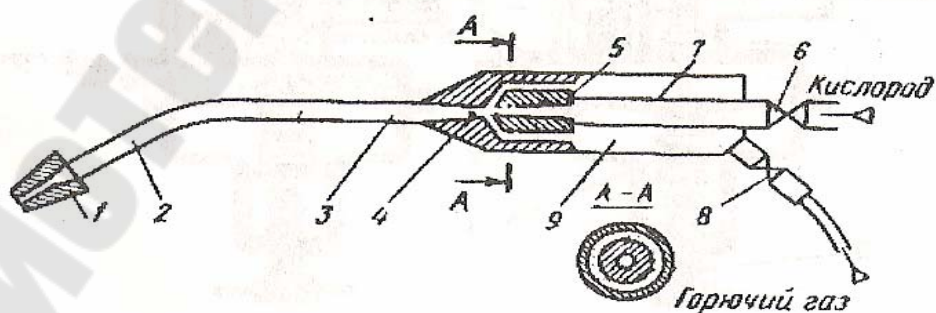


Рис. 11.9. Схема газовой горелки: 1 – мундштук; 2 – наконечник; 3 – смесительная камера; 4 – инжекторная камера; 5 – канал подачи горячего газа; 6 – кислородный вентиль; 7 – канал подачи кислорода; 8 – газовый вентиль; 9 – корпус горелки

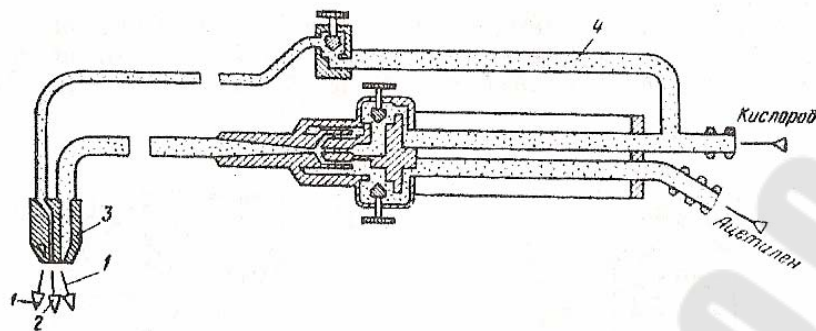


Рис. 11.10. Схема газового резака: 1 – струя режущего кислорода; 2 – горючая смесь; 3 – наконечник; 4 – канал подачи режущего кислорода

Работа газового редуктора основана на поддержании равновесия между силой сжатия главной пружины 8 (рис. 11.10), стремящейся открыть клапан 1, и противодействующими силами обратной пружины 4 и давления газа на мембрану 7, стремящихся закрыть его. При этом изменение размеров отверстия под действием этих сил приводит к различной скорости истечения газа в камеру расширения 10, и приводит к снижению давления. Величину давления регулируют винтом 9, который изменяет размеры отверстия между клапаном 11 и седлом клапана. Величина давления газа в баллоне и на входе в редуктор 1 измеряется манометром 2, рабочего давления манометром 3. Подача газа с пониженным давлением осуществляется через вентиль 6. Для ограничения давления на выходе из редуктора установлен предохранительный клапан 5.

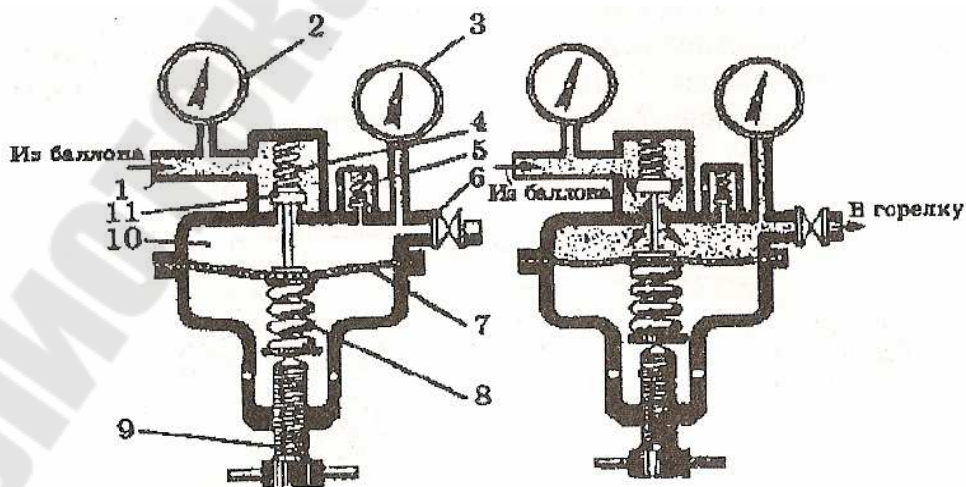


Рис. 11.11. Схема газового редуктора: а – нерабочее положение; б – рабочее положение

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Перечень способов термической резки.
3. Описание процессов газовой резки и схема резака.
4. Перечень и назначение оборудования для газовой резки и сварки.
5. Вывод о качестве реза, полученного различными способами (расположить способы резки в ряд по возрастанию качества реза).
6. Вывод о внешнем виде швов, полученных различными способами сварки.

Контрольные вопросы

1. Суть и способы термической резки.
2. Оборудование, необходимое для газовой резки и сварки.
3. Требования к свойствам металла при газовой резке.
4. Роль кислорода при газовой резке.
5. Процесс саморегулирования количества ацетилена, вырабатываемого в газовом генераторе.
6. Достоинства, недостатки и область применения газовой сварки.
7. Устройство и принцип работы генератора, водяного затвора, редуктора, резака и горелки.
8. Структура газового пламени.
9. Особенности выбора технологии газовой сварки в зависимости от положения сварного шва и толщины свариваемых деталей.

Лабораторная работа № 12

ИЗУЧЕНИЕ СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ И НАПРЯЖЕНИЙ

Цель работы: ознакомиться с процессом возникновения сварочных деформаций и напряжений.

Содержание работы: теоретическое изучение процесса возникновения сварочных деформаций и напряжений, экспериментальное определение величины продольной и поперечной усадки, расчет усадочной силы, прогнозирование деформации сварной детали.

Применяемое оборудование и материалы: пост ручной дуговой сварки, электроды, сварочные щитки, брезентовые рукавицы и спецодежда, молоток, керн, щетка, щипцы, штангенциркуль, пластина-образец.

Порядок выполнения работы

1. С помощью керна в углах пластины-образца нанести реперные точки и пронумеровать их.
2. Наметить мелом линию нанесения сварного шва.
3. С помощью штангенциркуля измерить расстояния между сварными точками вдоль и поперёк оси сварного шва. При оценке линейного размера вдоль оси шва поочередно определить расстояние между двумя точками, расположенными справа и слева от намеченной линии сварного шва и вычислить среднее арифметическое значение. Аналогично определить базовую длину поперек оси сварного шва. Записать результаты.
4. Нанести сварной шов на пластину.
5. После охлаждения пластины сбить слой шлака и повторить замеры базовых длин вдоль и поперёк сварного шва.
6. Определить величину сварочных деформаций вдоль и поперек шва по формуле:

$$\varepsilon = \frac{l_0 - l_1}{l_0} \cdot 100\%$$

где l_0 - базовая длина пластины-образца до нанесения сварного шва; l_1 базовая длина пластины-образца после нанесения сварного шва.

7. Рассчитать величину усадочной силы, действующей вдоль сварного шва по формуле:

$$P_{yc} = \frac{l_0 - l_1}{l_0} \cdot E \cdot F$$

где P_{yc} - усадочная сила, мН; l_0 - базовая длина пластины-образца до нанесения сварного шва вдоль его оси, мм; l_1 - базовая длина пластины-образца после нанесения сварного шва вдоль его оси, мм; E - модуль упругости (для стали - 200000 МПа)

S - площадь поперечного сечения пластины, мм².

Теоретические аспекты процесса возникновения сварочных деформаций и напряжений

Термин «деформация» определяется как изменение формы и геометрических размеров тела под действием приложенных сил. В большинстве случаев тела подвергаются воздействию внешних сил. В тоже время в деталях, подвергнутых сварке, возникают внутренние силы и соответственно напряжения.

Для пояснения процессов, возникающих при нанесении сварного шва и его последующего охлаждения, рассмотрим схему на рис. 12.1.

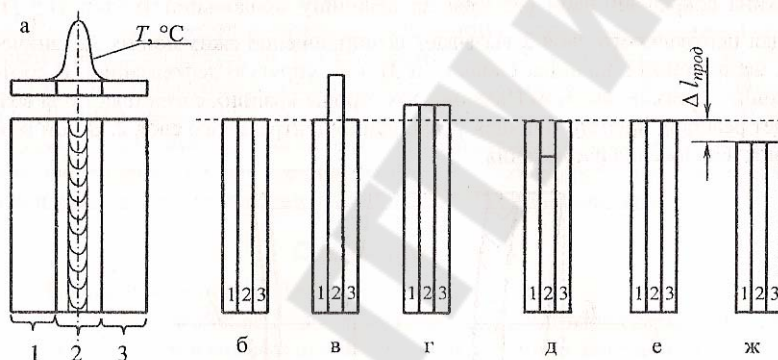


Рис. 12.1. Схема возникновения деформаций в сварном стыковом соединении

При соединении двух заготовок, как показано (рис. 12.1, а), выделяющееся тепло локализуется в сварном шве и околошовной зоне (слой 2). Периферийные слои пластины (1 и 3) не подвергаются нагреву до высоких температур. Допустим, что центральный слой 2 не связан с крайними слоями 1 и 3. Тогда в результате термического расширения он значительно удлинится по отношению к соседним слоям (рис. 12.1, в) И по сравнению с первоначальной длиной пластины (рис. 12.1, б). Его относительная деформация может быть описана законом термического расширения твердых тел.

В действительности центральный слой 2 связан с остальной частью пластины и деформируется вместе с ней в соответствии с соблюдением закона плоских сечений. Вся пластина равномерно удлиняется (рис. 12.1, г). При этом термическое расширение центрального

слоя (околошовной зоны) вызывает возникновение растягивающих механических напряжений в крайних слоях (1 и 3) и их упругую деформацию. В соответствии с третьим законом Ньютона со стороны крайних слоев пластины возникает реакция, препятствующая удлинению центрального слоя 2. В нем возникают напряжения сжатия.

При охлаждении сформированного сварного шва металл слоя 2 испытывает потребность в термической усадке. Если бы силы сцепления между слоями отсутствовали, то центральный слой, представляющий в данный момент сформированный сварной шов и околошовную зону, значительно сократил бы свои линейные размеры (рис. 12.1, д). Но поскольку центральный слой связан с периферийными частями пластины, его деформация вместе со слоями 1 и 3 подчиняется закону плоских сечений. Поэтому в начальный момент остывания вся пластина приобретает первоначальную длину (рис. 12.1, е). Затем проявляется усадка металла сварного шва, который в момент сварки находился в жидком состоянии и не оказывал механического воздействия на околошовную зону. Этот слой металл остывает с максимально высокой температуры и, следовательно, испытывает наибольшую потребность в усадке. В результате вся пластина сокращает свои размеры на величину продольной усадки ($R_{\text{прод}}$). Усадка центрального слоя 2 вызывает возникновение сжимающих механических напряжений в крайних слоях (1 и 3) и их упругую деформацию. В соответствии с третьим законом Ньютона со стороны крайних слоев пластины возникает реакция, препятствующая укорочению центрального слоя 2. В нем возникают напряжения растяжения.

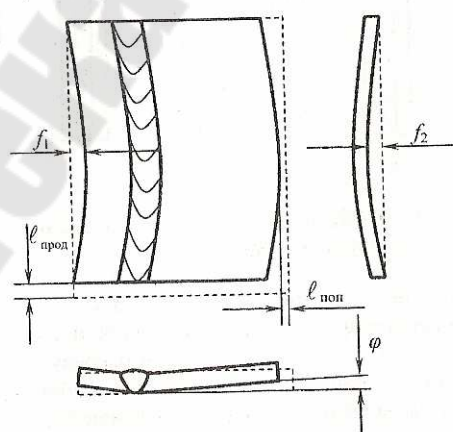


Рис. 12.2. Виды деформаций

Кроме продольной ($l_{\text{прод}}$) усадки в рассматриваемой пластине могут возникнуть: поперечная ($l_{\text{поп}}$) усадка; изгиб в плоскости пластины (f_1); коробление (f_2); угловая деформация φ (рис. 12.2).

Поперечная усадка ($l_{\text{поп}}$) является усад-

Кроме продольной (L прод) усадки в рассматриваемой пластине могут возникнуть: поперечная (L поп) усадка; изгиб в плоскости пластины); коробление; угловая деформация (рис. 12.2).

Причиной возникновения поперечной деформации ($l_{\text{поп}}$) является усадка сварного шва в поперечном направлении. Изгиб пластины (f_i) возникает в случае несимметричного расположения сварного шва. Боковые слои пластины имеют различную толщину и соответственно с разной реакцией противодействуют усадке шва. Коробление и угловая деформация r_p возникают вследствие неодинакового разогрева поверхностей пластины. Так со стороны сварного шва температура металла достигает температуры плавления и более, в то время как с обратной стороны металл не плавится и температура его несколько меньше. В результате на поверхности пластины со стороны сварного шва усадка имеет большую величину, чем с обратной стороны.

Снижение внутренних напряжений и деформаций - один из путей предупреждения трещин. Для этого необходимо уменьшить реакцию основного металла на разогреваемые до высоких температур шов и зону термического влияния. Следует уменьшить геометрическую жесткость свариваемых заготовок, исключить их закрепление при сварке, а также применить предварительный подогрев для выравнивания температур по объему заготовки. Сварочные напряжения снимаются также немедленным после сварки высоким отпуском. В тоже время методы снижения внутренних деформаций и напряжений (кроме отпуска) приводят к увеличению внешних деформаций сварной заготовки. Для устранения последних, наоборот, необходимо увеличение жесткости заготовок (постановка ребер, мембран и т.п.) или закрепление их при сварке. Выбор условий сварки определяется тем, что в данном случае опасней - трещины или коробление заготовки.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Перечень возможных видов деформации пластин при сварке встык с описанием условий, при которых эти деформации достигают заметных величин
3. Описание порядка выполнения работы (экспериментального определения усадочной силы, расчета продольной усадки заданной детали, измерения всех видов деформации образца).
4. Прогноз вероятности различных видов деформации детали с изображением их на эскизе детали (деформации показать штриховыми линиями).

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций, возникающих в результате сварки.
2. Механизм образования остаточных деформаций и напряжений.
3. Факторы, влияющие на величину усадочной силы.
4. Условия, при которых наблюдается коробление, изгиб и угловая деформация.
5. Влияние остаточных напряжений на несущую способность сварных деталей.
6. Влияние временных напряжений на качество сварных швов и остаточных напряжений на работоспособность.
7. Какие мероприятия применяются для уменьшения сварочных напряжений и деформаций?

Лабораторная работа № 13

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

Цель работы:

Изучить методы обработки заготовок на металлорежущих станках, формообразование поверхностей деталей машин, элементы резания, геометрические параметры режущих инструментов и материалы для их изготовления, условные обозначения передач и механизмов металлорежущих станков; ознакомиться с основными мероприятиями по охране труда и технике безопасности при обработке заготовок на металлорежущих станках.

Содержание работы:

Теоретически ознакомиться с движениями рабочих органов станка, элементами резания, получение навыков измерения геометрических параметров токарного резца с помощью лабораторного угломера и ознакомиться с его элементами и устройством угломера, а также ознакомиться с инструментальными материалами.

Применяемые пособия:

Лабораторный угломер и токарные резцы.

ТЕОРЕТИЧЕСКИ ИЗУЧИТЬ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СТАНКОВ И ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗАНИЯ

Обработка металлов резанием - это процесс срезания режущим инструментом с заготовки слоя металла для получения заданных размеров, необходимой геометрической формы и шероховатости поверхности согласно требованиям чертежа детали.

Для получения заданной чертёжом детали необходимо, чтобы поверхность заготовки и режущий инструмент совершали между собой относительные движения. Движения рабочих органов подразделяют на движения резания (рабочие), установочные и вспомогательные.

К движениям резания относят главное движение и движение подачи.

Главное движение (скорость резания- V) это движение, определяющее скорость отделения стружки.

Движение подачи S - обеспечивает непрерывность врезания режущего лезвия инструмента в новые слои материала, т.е. снятие стружки по всей обрабатываемой поверхности.

Установочные движения St - это движения рабочих органов станка, обеспечивающие такое положение инструмента относительно заготовки, при которой с нее срезается определенный слой материала.

Вспомогательные движения не имеют непосредственного отношения к процессу резания, а служат для транспортировки и закрепления заготовки или инструмента, быстрых перемещений рабочих органов, переключения скоростей резания или подачи и т.д.

Схема обработки - условное изображение обрабатываемой заготовки, ее установки и закрепления на станке с указанием режущего инструмента относительно поверхности заготовки в положении, соответствующем окончанию обработки и движению резания.

В таблице 13.1 показаны наиболее распространенные схемы методов обработки заготовок резанием: точение, сверление, фрезерование, строгание, шлифование. В процессе обработки на заготовке различают: обрабатываемую поверхность 1, с которой срезается слой материала; обработанную поверхность 3, с которой срезан слой металла и превращен в стружку; поверхность резания 2, образованную главным режущим лезвием инструмента. Она является переходной между обрабатываемой к обработанной поверхностями.

Из табл. 13.1 видно, что при обработке заготовки на металлорежущих станках формообразование поверхностей детали воспроизводится комбинацией согласованных между собой движений заготовки и инструмента: вращательных, поступательных, возвратно-поступательных и т.д.

Элементы резания - скорость резания, подача и глубина резания. Совокупность этих величин называют режимом резания».

Скорость резания (V) - называют путь точки режущего лезвия инструмента относительно заготовки в направлении главного движения в единицу времени.

Если движение является вращательным, то скорость резания определяют по формуле

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

где: D - наибольший диаметр обрабатываемой поверхности заготовки (или инструмента), мм;

n - число оборотов заготовки (или инструмента) в минуту, об/мин.

Если главное движение является возвратно-поступательным и скорость рабочего ($V_{рх}$) и холостого хода ($V_{хх}$) разные, то среднюю скорость резания определяют по формуле

$$V = \frac{L \cdot m \cdot (l + k)}{1000}$$

где: L - длина хода резца, мм;

m - число двойных ходов резца в минуту;

$k = \frac{V_{рх}}{V_{хх}}$ - коэффициент, характеризующий отношение скорости

рабочего хода и скорости холостого хода.

Подачей S называется перемещение инструмента или заготовки в направлении движения подачи за один оборот или один двойной ход заготовки или инструмента. Подача при разных методах обработки имеет одну из следующих размерностей: точение, сверление мм/об; строгание, долбление-мм/дв.ход; фрезерование-мм/мин. В зависимости от направления скорости движения подачи различают подачи: $S_{пр}$ -продольную, S_n -поперечную; S_v -вертикальную; S_n -наклонную; $S_{кр}$ -круговую; S_m -тангенциальную; S_0 - окружную и др.

Глубина резания (t мм) - расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное по перпендикулярной прямой между ними, за один рабочий ход инструмента относительно обрабатываемой поверхности -

Ширина срезаемого слоя (b , мм) - расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное по поверхности резания.

Толщина срезаемого слоя (a , мм) - расстояние, измеренное по нормали к поверхности резания, между поверхностями резания за время одного оборота заготовки.

Основное (технологическое) время обработки (T_0) - это время, затрачиваемое непосредственно на процесс удаления слоя металла, оставленного на механическую обработку для получения требуемой формы, размеров и шероховатостей поверхности (рис.1.2.).

Основное время при токарной обработке

$$T = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i$$

где: L - длина пути режущего инструмента относительно заготовки в направлении подачи, мм ($L=e+e_1+e_2$);

e_1 - $t \cdot \operatorname{ctg} \gamma$ - длина врезания резца, мм;

e_2 - $1 \div 3$ - величина пробега резца, мм;

e - длина обрабатываемой заготовки, мм;

n - частота вращения заготовки, об/мин;

S - продольная подача, мм/об;

I - t / h - число проходов для снятия слоя материала, оставленного на механическую обработку;

h - оптимальная глубина резания за один проход;

t - общая глубина резания, т.е. припуск на механическую обработку.

Примечание.

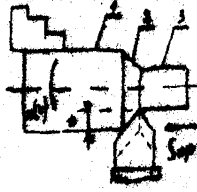
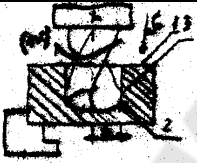
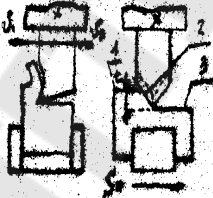
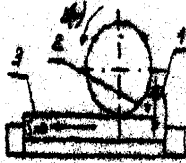
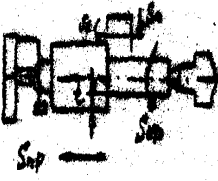
На схемах обработки цифрами указаны

1- обрабатываемая поверхность,

2- поверхность резания,

3- обработанная поверхность.

Таблица 13.1

Технологический метод обработки	Наименование инструмента и станка	Пример схемы метода обработки	Характер движения инструмента и заготовки	
			Движение резания	Движение подачи
Точение	Прходной Резец Токарный станок		Вращательное движение заготовки	Поступательное прямолинейное перемещение резца параллельно оси заготовки
Сверление	Спиральное сверло (зенкер, развёртка) Сверлильный станок		Вращательное движение инструмента	Поступательное перемещение резца в осевом направлении
Строгание	Строгальный резец Поперечно-строгальный станок		Возвратно-поступательное прямолинейное перемещение резца	Прерывистое перемещение заготовки перпендикулярно к направлению движения
Фрезерование	Фреза Горизонтально-фрезерный станок		Вращательное движение фрезы	Поступательное прямолинейное перемещение заготовки
Шлифование	Шлифовальный круг Круглошлифовальный станок		Вращательное движение шлифовального круга	Поступательное прямолинейное перемещение заготовки и вращательное движение заготовки

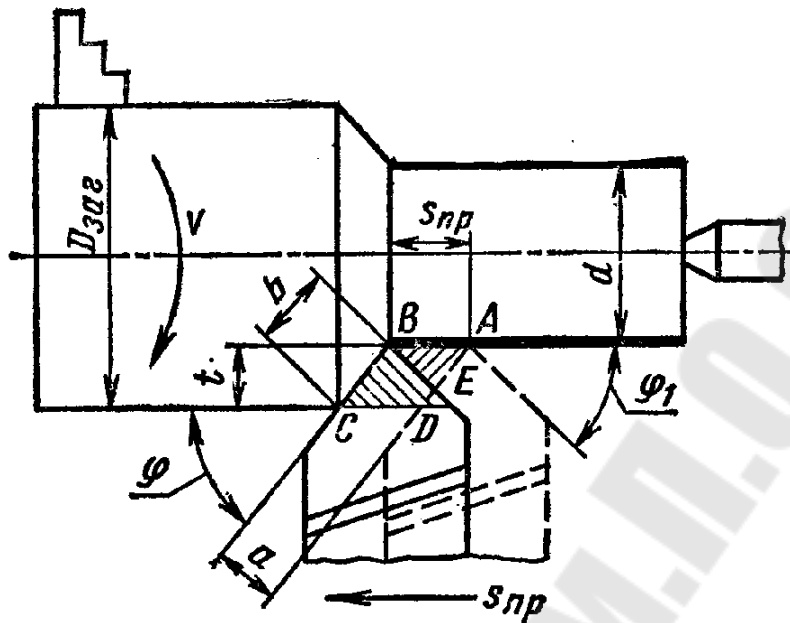


Рис. 13.1. Элементы резания и геометрии срезаемого слоя

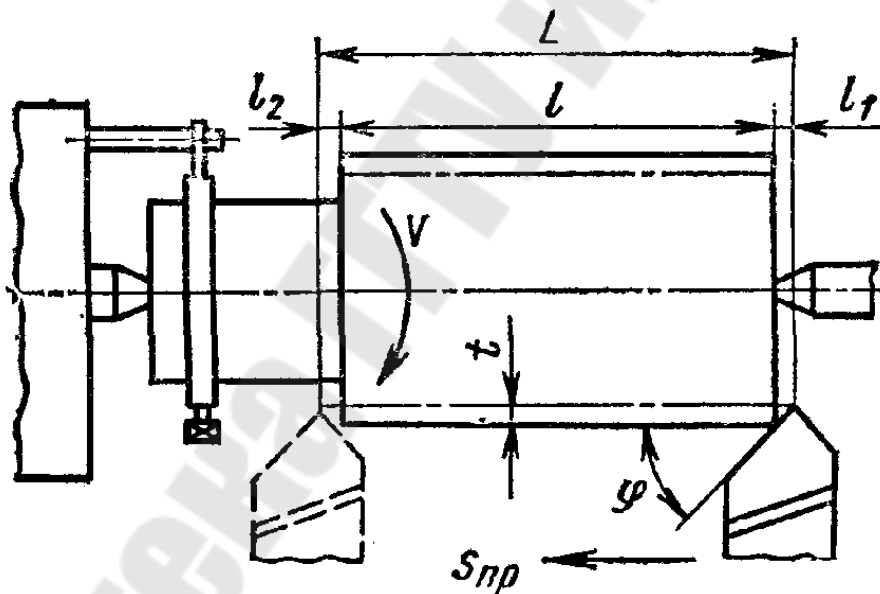


Рис. 13.2. Схема к расчёту основного времени

ОЗНАКОМИТЬСЯ С ПОНЯТИЕМ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СТАНКА И МЕТОДИКОЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛА ОБОРОТОВ ШПИНДЕЛЯ, ВЕЛИЧИНЫ ПОДАЧИ ИНСТРУМЕНТА.

Современный металлорежущий станок имеет систему разнообразных кинематических звеньев. Звеном называется деталь механизма, входящая в соприкосновение с другой деталью. Совокупность

двух звеньев, ограничивающая их движение называются кинематической парой. Условное схематическое изображение совокупности кинематических пар от двигателя к исполнительному механизму называется кинематической цепью. Схематическое условное изображение кинематических цепей называется кинематической схемой.

В токарном станке имеется две кинематические цепи:

1. Электродвигатель-шпиндель (цепь главного движения I).
2. Шпиндель-суппорт (цепь подачи 2). Последняя изображается в двух вариантах- для продольной и поперечной подачи резца.

ОЗНАКОМИТЬСЯ С ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ, ПРИМЕНЯЕМЫМИ ПРИ РЕЗАНИИ

Инструментальные материалы, применяемые в промышленности, подразделяет на следующие группы: инструментальные (углеродистые, легированные и быстрорежущие стали); металлочермаические (твердые) сплавы; минералочермаические материалы; абразивные материалы.

Инструментальные стали

Углеродистые инструментальные стали содержат 0,6-1,3 С. Применяют стали маров У10А, У11А, У12А, У13А, имеющие допустимые скорости резания 15-18 м/мин и красностойкость до 200-250 С. Из них изготовляют метчики,напильники, ножовочные полотна и т.д.

Легированные инструментальные стали. Основой этих сталей является инструментальная углеродистая сталь У10А, легированная хромом (Х), вольфрамом (В), ванадием (Ф), кремнием(С), молибденом (М). Допустимы скорости резания 15-25 м/мин и краскостойкость до 250-300°С. Наиболее широко используют стали 9ХВГ, ХВГ, 9ХС и др. для изготовления инструментов: протяжек, сверл, метчиков, плашек, разверток.

Быстрорежущие стали характеризуются высоким содержанием вольфрама, а также имеют в своем составе ванадий и хром. Красностойкость сталей 600-630°С. Они могут работать со скоростями резания до 100 м/мин.

Для экономии быстрорежущих сталей их используют в виде пластинок, которые приваривают к державкам или корпусам инструментов.

Металлочермаические твердые сплавы представляют собой порошки карбидов вольфрама (WC), карбидов титана (ТС) и карбидов

тантала (TaC), спеченные на пластичной связке - металлическом кобальте (Co) при температуре 1500-1900°C. Твердые сплавы имеют высокую твердость, износостойкость и красностойкость (800-1000°C), что позволяет обрабатывать материалы со скоростями резания до 800 м/мин.

Твердые сплавы подразделяют на три группы:

1. Однокарбидные вольфрамкобальтовые сплавы ВК, состоящие из карбида, вольфрама и кобальта: ВК2, ВК3, ВК6, ВК8 и др. (ВК2- 2% кобальта и 98% карбида вольфрама);

2. Двухкарбидные титановольфрамовые сплавы ТК, состоящие из карбида вольфрама, карбида титана и кобальта: Т5К10, Т15К6, Т30К4, и др. (Т5К10 - 5% карбида титана; 10% - кобальта и 85% - карбида вольфрама).

3. Трехкарбидные титановольфрамовые сплавы, состоящие из карбида титана (*TiC*), карбида тантала (*TaC*), карбида вольфрама (*WC*) и кобальта: ТТ7К12, ТТ10К8, ТТ20К9. (ТТ7К12: 3% карбида тантала, 4%- карбида титана, 82% карбида вольфрама и 12% - кобальта)

Твердые сплавы применяют в виде пластинок определенной формы закрепленных на корпусе инструмента механическим способом.

Минералокерамические материалы представляет собой синтетический материал, который имеет высокую твердость, износостойкость и красностойкость до 1200°C. Недостаток минералокерамики - низкая прочность и большая хрупкость.

Абразивные материалы - мелкозернистые или порошковые вещества естественного и искусственного происхождения. К искусственным абразивным материалам - электрокорунд, карбид кремния, карбид бора, синтетический алмаз и эльбор.

Абразивные материалы имеют очень высокую твердость и красностойкость (до 2000°C). Эти свойства абразивных материалов позволяют проводить обработку на скоростях резания до 15-100 м/с.

Алмазы и алмазные резцы. Алмаз считается самым твердым материалом, имеет высокую износостойкость и красностойкость, практически отсутствием сцепления со многими обрабатываемыми материалами. Скорость резания при обработке составляет более 100 м/мин. В промышленности используют естественные (А) и искусственные (синтетические) алмазы марок АСО, АСР, АСВ, АСК в виде порошков и кристаллов алмазов. Алмазные порошки используют для

доводочных работ, кристаллы алмазов для оснащения режущих инструментов.

ТЕОРЕТИЧЕСКИ ИЗУЧИТЬ ЭЛЕМЕНТЫ И ГЕОМЕТРИЮ ТОКАРНОГО РЕЗЦА, ОПРЕДЕЛИТЬ КООРДИНАТНЫЕ ПЛОСКОСТИ

Для выполнения работ резания рабочей части режущего инструмента придают форму клина, который затачивают по передним и задним поверхностям.

Режущие части инструментов можно рассматривать как одиночный резец (резцы токарные, строгальные, долбежные) или многолезцовые (сверла, фрезы, протяжки). Поэтому элементы одиночного резца присущи и в других инструментах.

Элементы токарного проходного резца.

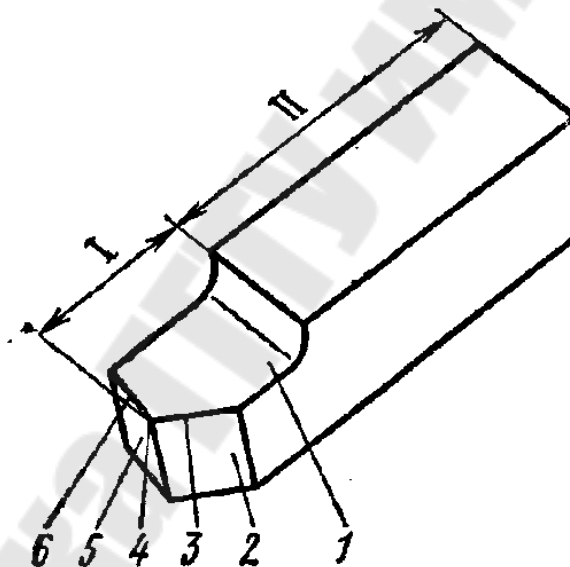


Рис.13.4.Элементы токарного резца

Резец состоит из двух частей: I-режущей (рабочей) части и стержня II. Рабочая часть резца состоит из следующих элементов (рис.1.4)

- 1 – передняя поверхность, по которой сходит стружка в процессе резания;
- 2 - главная задняя поверхность, обращенная к поверхности резания заготовки;
- 3- главное режущее лезвие, образованное пересечением передней и главной задней поверхностей;

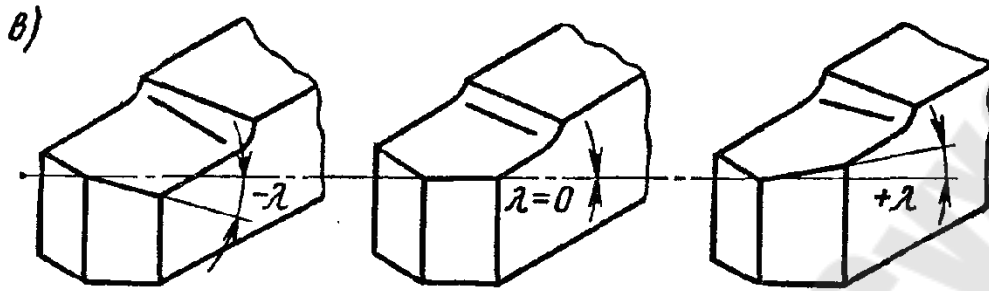


Рис. 13.5. Координатные углы токарного проходного резца

Основная плоскость (ОП) параллельна направлениям продольной и поперечной подачи резца. У токарных резцов ОП проходит через основание стержня (рис.13.5, а).

Плоскость резания (ПР) - проходит через главное режущее лезвие резца, касательно к поверхности резания заготовки (рис.13.5, а).

Главная секущая плоскость(N-N)- плоскость, перпендикулярная к проекции главного режущего лезвия на основную плоскость (рис.13.5, б).

Вспомогательная секущая плоскость (N1-N1) - плоскость, перпендикулярная к проекции вспомогательного режущего лезвия на основную плоскость (рис.13.5, б).

Углы резца (рис.13.5, б) определяют положение элементов рабочей части резца в пространстве относительно координатных плоскостей и относительно друг друга. Эти углы называют углами резца в статике, которые рассматривают, исходя из предположения, что ось стержня резца перпендикулярна к линии центров станка, а вершина резца находится на линии центров станка. Углы разделяют на главные и вспомогательные.

Главными углами резца, измеряемыми в главной секущей плоскости являются:

главный передний угол γ - угол между передней поверхностью и плоскостью перпендикулярной к плоскости резания;

главный задний угол α - угол между главной задней поверхностью и плоскостью резания;

угол заострения β - угол между передней и главной задней поверхностями резца; на чертеже не обозначают, т.к. определяют из выражения $\beta = 90 - (\gamma + \alpha)$

угол резания δ - угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания. Определяют из выражения: $\delta = 90 - \gamma$

Во вспомогательной секущей плоскости измеряют:

вспомогательный угол α - угол между вспомогательной задней поверхностью и плоскостью, проходящей через вспомогательные режущее лезвие, перпендикулярно основной плоскости.

Главный угол в плане измеряют между проекцией главного режущего лезвия на основную плоскость и направлением подачи.

Вспомогательный угол в плане l - измеряют между проекцией вспомогательного режущего лезвия на основную плоскость и направлением противоположной подачи

Угол в плане при вершине резца ϵ измеряют между проекциями главного и вспомогательного режущих лезвий на основную плоскость. Определяют из выражения

$$\epsilon = 180 - [V^0 - (V^0)_1]$$

Угол наклона главного режущего лезвия λ - измеряют в плоскости резания между главным режущим лезвием и плоскостью, проведенной через вершину резца, параллельно основной плоскости (рис.1.5, в).

Рассмотренные углы является основными, под которыми затачивают инструмент перед работой.

Основное назначение углов резца:

- передний угол γ необходим для облегчения врезания инструмента в материал заготовки;

- задние углы резца (α, α_1) необходимы для уменьшения трения задних поверхностей резца о поверхность резания и обработанную поверхность заготовки;

- углы в плане (l) оказывают влияние на чистоту обработанной поверхности;

- Угол наклона главного режущего лезвия λ может быть положительным, отрицательным и равен нулю, что влияет на направление среза стружки; если вершина резца является высшей точкой главного режущего лезвия, то λ - отрицателен и стружка сходит в направлении подачи; если вершина резца является низшей точкой главного режущего лезвие, то λ положителен и стружка сходит обратное направление подачи; если главное режущее лезвие параллельно основной плоскости, то $\lambda = 0$ и стружка сходит по оси резца.

ИЗУЧИТЬ УСТРОЙСТВО УГЛОМЕРА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ОПРЕДЕЛИТЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ УГЛЫ РЕЗЦА.

Пользуясь методическим указанием (ст.15) настольным угломером (рис. 13) изучить и замерить углы резца токарного ($\gamma, \alpha, \alpha_1, l, \lambda$), а

также вычислить углы токарного резца (β, δ, E), выданного преподавателем.

Углы резца измеряют настольным угломером (рис.13.6) Угломер состоит на плиты основания 1, вертикальной стойки 2 и шкальных устройств 3 в 4 с поворотными измерительными линейками 5 в 6. Шкальные устройства направляются по стояке и при необходимости (после ослабления фиксаторов 7 и 8) могут поворачиваться вокруг оси стойки и фиксироваться в любом положении по высоте.

Винты 10 позволяют фиксировать требуемое положение поворотной измерительной линейки по отношению к измерительной поверхности. Измерительная линейка при измерении переднего угла γ совмещается с передней поверхностью резца (рис.13, а), при измерении главного заднего α - с главной задней поверхностью (рис. 13, б), при измерении вспомогательного заднего угла α_1 - с вспомогательной задней поверхностью (рис. 13, в), а при измерении угла наклонного главного режущего лезвия λ к основной плоскости - с главным режущим лезвием (рис. 13, г).

При измерении углов γ и l измерительную линейку устанавливают перпендикулярно к главному режущему лезвию.

При измерении углов в плане l измерительная линейка устанавливается параллельно главному лезвию и вспомогательному режущему лезвию, соответственно, ось стержня резца параллельно координатным продольным линиям (рис. 13 д, е), а шкальное устройство параллельно поперечным линиям, нанесенным на плите 1.

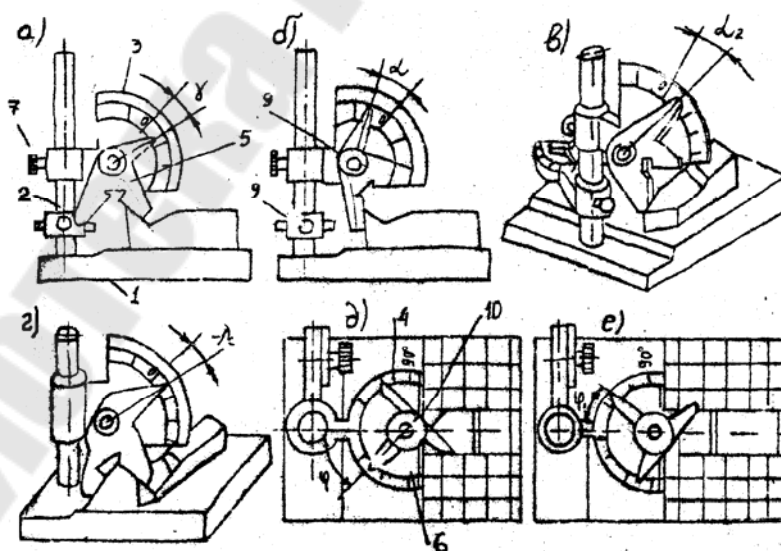


Рис. 13.6. Измерение углов настольным угломером

Контрольные вопросы

1. Что называют главным движением, движением подачи, установочным движением и вспомогательным движением?
2. Какие поверхности различают при обработке заготовки?
3. Какие элементы определяют режим резания?
4. Назовите элементы и геометрические параметры токарного резца?
5. Чем характеризуется быстрорежущие стали, металлокерамические абразивные материалы и алмазы?
6. На какие группы делятся инструментальные материалы, их маркировка и расшифровка?
7. Что понимают под кинематической схемой станка?
8. Как определяются числа оборотов шпинделя, величина продольной подачи?
9. Назовите основные части настольного угломера?

Литература

1. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов. - М. Машиностроение, 1977.
2. Казаков Н.Ф. др. Технология металлов и других конструкционных материалов. - М. Машиностроение, 1977.
3. Учебное пособие по механической мастерской /Под ред. Л.Н.Бухаркина; ч.№1. - М., 1974.
4. Лабораторный практикум по технологии металлов и других конструкционных материалов./Под ред. Романова О.В. - М. Высшая школа, 1974.

Лабораторная работа № 14

ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОМ СТАНКЕ

Цель работы:

Изучить устройство товарно-винторезного станка (модель ИК62), назначение его основных узлов и частей; выбрать режущий инструмент и рассчитать оптимальные режимы резания.

Содержание работы:

Ознакомление с методами обработки деталей на токарном станке, получение навыков работы на токарном станке, по индивидуальному заданию разработать технологию режимов резания.

Применяемое оборудование и инструмент:

Токарно-винторезный станок ИК62, токарные резцы.

Изучить токарно-винторезный станок, режущий инструмент

Технологические методы формообразования поверхностей деталей машин точением характеризуются (двумя движениями: вращательным движением заготовки (скорость резания) и поступательным движением режущего инструмента (движение подачи), которое может осуществляться: параллельно оси вращения заготовки (продольная подача); перпендикулярно по оси вращения заготовки (поперечная подача); под углом к оси вращения заготовки (наклонная подача).

Разновидности точения: обтачивание наружных поверхностей; растачивание внутренних поверхностей; подрезание торцов; разделение заготовки на части, нарезание резьбы.

а) ознакомиться с паспортными данными станка ИК62

Краткая техническая характеристика станка.

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки:

над станиной, мм.....400

над суппортом, мм.....220

Расстояние между центрами, м

наименьшее.....12.5

наибольшее.....2000

Величина подачи, мм/об:

продольная: наименьшая.....0,07

	наибольшая.....	4.16
Поперечная:		
	наименьшая.....	0,035
	наибольшая.....	2,08
Мощность электродвигателя кВт.....		10

б) назначение основных узлов и частей станка

Общий вид, универсального токарно-винторезного станка К62 показан на рис.14.1.

Станок состоит из следующих основных узлов и частей:

Станина 1 с направляющими 2 является базовым узлом, на котором монтируются все части станка и взаимно ориентируются друг относительно друга. С левой стороны крепят переднюю бабку 3, в которой смонтирована коробка скоростей 4 станка. Узел коробки скоростей состоит из валов, муфт, зубчатых передачи механизмов переключения, позволяющих изменить число оборотов шпинделя. Главным валом скоростей является шпиндель, на котором устанавливаются приспособления для закрепления заготовок. Шпиндель передает крутящий момент на заготовку с помощью трехкулачкового патрона, поводкового патрона или других приспособлений.

На передней левой стороне станины установлена коробка подач 5. Узел коробки подачи предназначен для изменения числа оборотов ходового вала или ходового винта с целью осуществления нужной подачи суппорта при точении или заданного шага нарезаемой резьбы.

Суппорт состоит из продольного суппорта 6, каретки поперечного перемещения 7, верхнего суппорта 8 и резцедержателя 9. Нижний продольный перемещается по направляющим 2 станины, обеспечивая перемещение резца вдоль оси вращения заготовки. Каретка поперечного перемещения предназначена для движения резца перпендикулярно к оси вращения заготовки. Между верхним суппортом и кареткой поперечного перемещения имеется поворотный диск для установки верхнего суппорта под углам к линии центров станка. К нижнему продольному суппорту присоединен фартук, где смонтированы механизмы, которые преобразуют вращательное движение ходового валика I или ходового винта II в поступательное перемещение суппортов в продольном или поперечном направлении.

С правой стороны станины на ее направляющих установлена задняя бабка I2. В корпусе задней бабки в осевом направлении перемещается пиноль I3, которая представляет собой полый вал. В пиноли

крепят центр для поддержания заготовки или режущий инструмент для обработка отверстий в заготовке. Передняя 14 и задняя 15 тумбы служат для установки станка. В передней тумбе размещается электродвигатель главного движений, а в задней электродвигатель ускоренного вращения ходового валика.

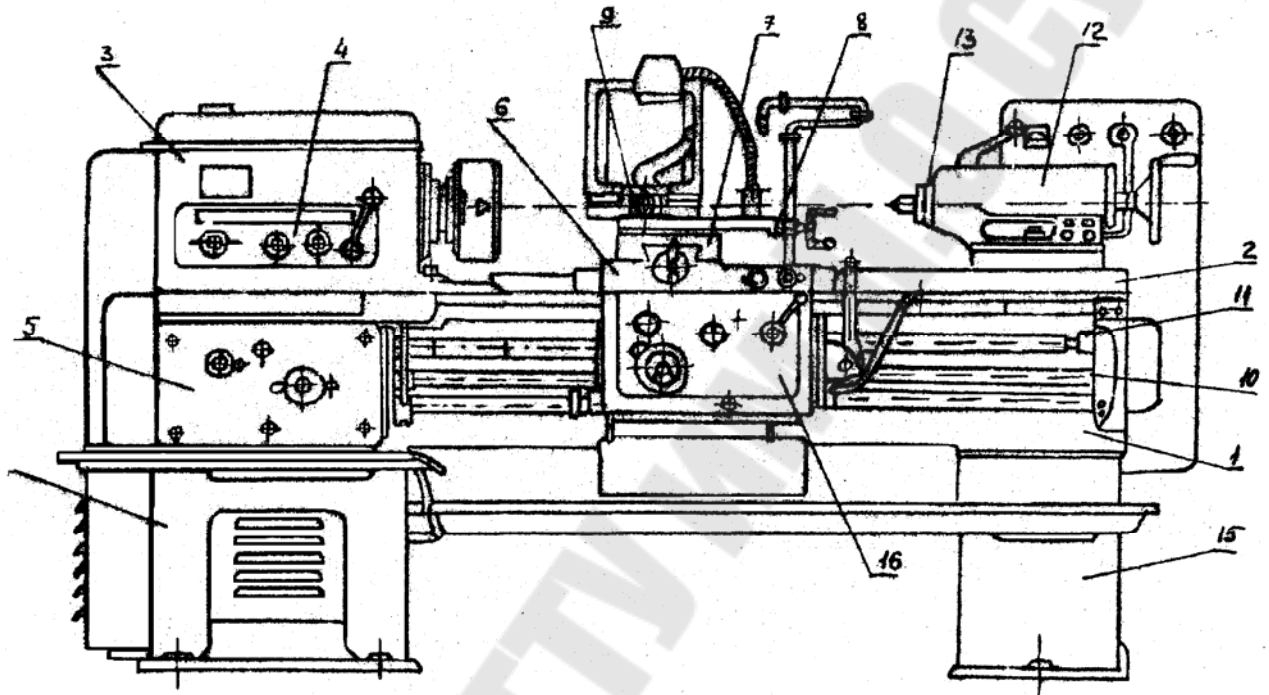


Рис.14.1.Общий вид токарно-винторезного станка

в) изучить режущий токарный инструмент

При обработке заготовок на токарно-винторезных станках применяет токарные резцы, которые классифицируют по разным признакам:

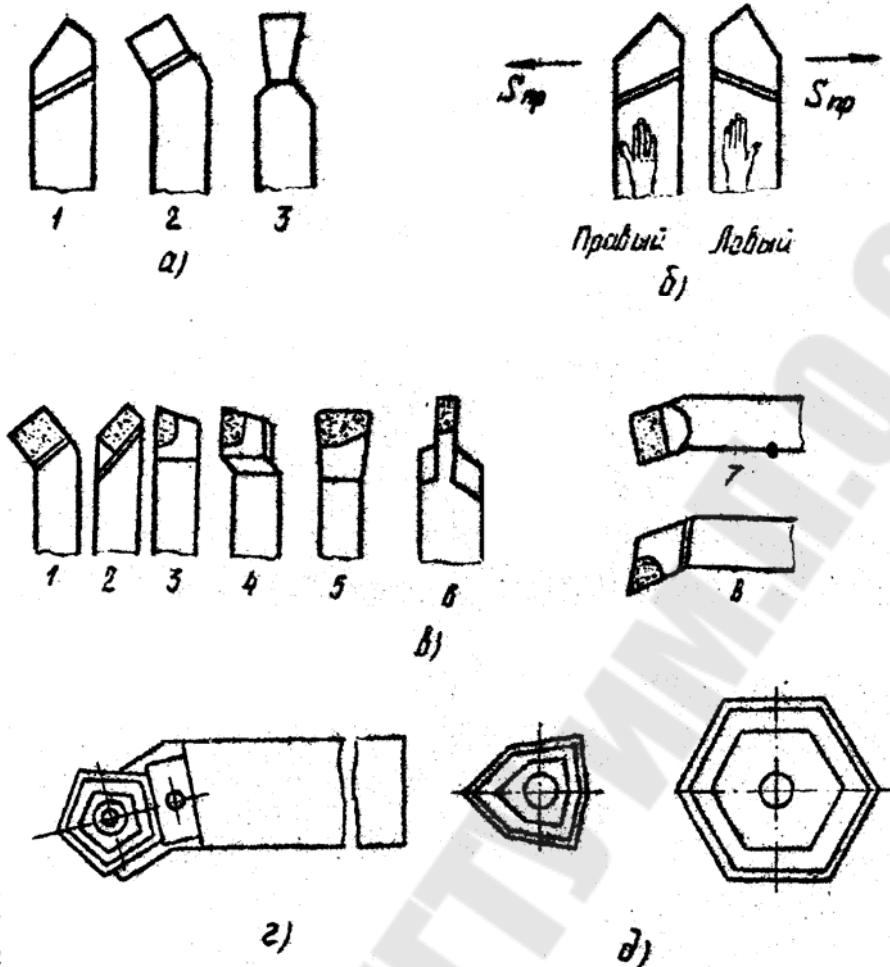


Рис.14.2.Режущий инструмент

1. По конструкции режущей части: целые, с приваренной пластинкой из быстрорежущей стали; с припаянной пластинкой из твердого сплава, с механическим закреплением режущей минералокерамической пластинки из твердого сплава.

2. По форме головки резца: прямые 1, отогнутые 2 и оттянутые 3 (рис.14.2, а).

3. По направлению подачи: правые и левые (рис.14.2, б).

4. По виду обрабатываемых поверхностей (рис.14.2, в): проходные 1,2 и 5 подрезные 3 и 4, расточные 7 и 8, отрезные б, резьбовые, фасонные, канавочные, галтельные и т. д.

В настоящее время в промышленности находят широкое применение резцы с многогранными неперетачиваемыми пластинками твердого сплава (рис.14.2, з)

После затупления одного из режущих лезвий пластинки ее открепляют и устанавливают в рабочее положение следующее лезвие. На рис.14.2. показаны два типа таких пластинок.

Для обработки отверстий на токарных станках используют: спиральные сверла (рис.14.3, а), зенкеры (рис.14.3, б), развертки (рис.14.3, в) для нарезания резьбы метчики (рис.14.3, г) и плашки (рис.14.3, д).

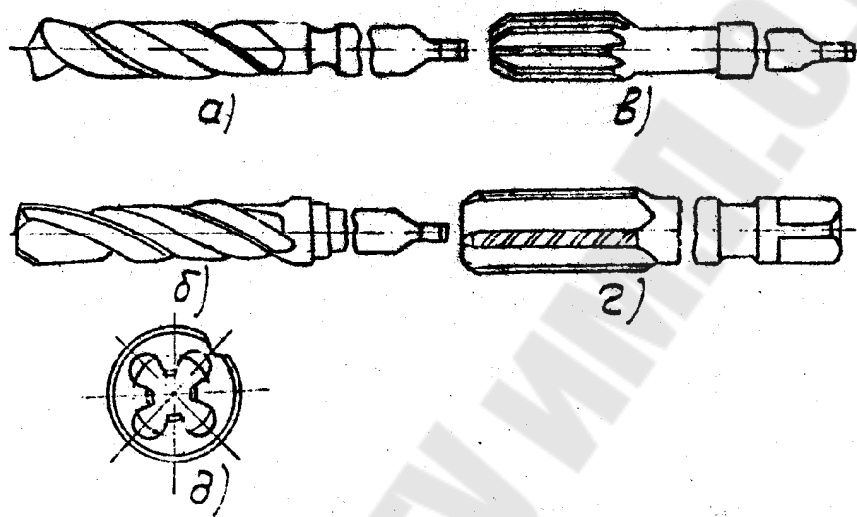


Рис.14.3.Режущий инструмент для отверстий

Резцы устанавливают в резцедержателе так, чтобы вершина находилась линии центров станка, а ось стержня была перпендикулярна к ней. В резцедержателе резцы закрепляют болтами. Круглые и призматические фасонные резцы сначала закрепляют в державке, которую крепят в резцедержателе станка. Сверла, зенкеры, развертки крепят в пиноли задней бабки.

Контрольные вопросы

1. Какие виды работ можно выполнять на токарно-винторезном станке.
2. Расскажите о назначении основных узлов и частей станка.
3. Запишите уравнение баланса кинематических цепей продольной и поперечной подачи в общем виде.
4. По каким признакам классифицируется режущий инструмент.
5. Какие существуют типы проходных резцов.
6. Что такое шпиндель токарно-винторезного станка.
7. Какой режущий инструмент применяется при токарной обработке отверстий и нарезании резьбы.

8. Как выбирается рациональный режим резания.
9. Какие параметры режущего инструмента влияют на скорость резания и силу резания.
10. Из каких элементов складывается основное технологическое время.

Литература

1. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов. - М. Машиностроение, 1977.
2. Казаков Н.Ф. др. Технология металлов и других конструкционных материалов. - М. Машиностроение, 1977.
3. Учебное пособие по механической мастерской /Под ред. Л.Н.Бухаркина; ч.№1. - М.,1974.
4. Лабораторный практикум по технологии металлов и других конструкционных материалов./Под ред. Романова О.В. - М. Высшая школа, 1974.

Лабораторная работа № 15

ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

Цель работы:

Изучить формообразование поверхностей заготовок на вертикально-сверлильных станках; движения, участвующие в формообразовании; узлы станка; инструмент и приспособления; определить оптимальные режимы резания.

Содержание работы:

Ознакомление с обработкой деталей на вертикально-сверлильном станке; получение навыков работы на сверлильном станке; по индивидуальному заданию рассчитать оптимальные режимы резания, написать уравнение баланса, кинематической цепи главного движения и движения подачи.

Применяемое оборудование и инструмент:

Вертикально-сверлильный станок 2Н125Л, сверла.

Изучить устройство вертикально-сверлильного станка и инструмента

Ознакомиться с методами формообразования поверхности.

Вертикально-сверлильные станки предназначены для получения и обработки отверстий в заготовках деталей машин различными режущими инструментами.

На станках получают (рис. 15.1.) цилиндрические глухие 1 и сквозные 2 отверстия, внутренние углубления цилиндрические 3 или конические 4, резьбовые 5, сложные и комбинированные 6 или плоские торцевые поверхности 7.

Сверление осуществляется при сочетании вращательного движения инструмента вокруг оси со скоростью V м/мин (движения резания) и поступательного его движения вдоль оси движения подачи (S_v в мм/об.) Оба движения на сверлильном станке сообщают инструменту.

На сверлильных станках выполняют сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание, цекование, зенкование, нарезание резьбы и обработку сложных отверстий.

Сверление- процесс образования сквозных или глухих отверстий в сплошном материале спиральным сверлом (рис.15.1, а).

Рассверливание - это процесс увеличения диаметра отверстия сверлом большого диаметра (рис.15.1.б.).

Зенкерование - процесс обработки отверстий для придания им более правильной геометрической формы, повышения точности и снижения шероховатости многолезвенным инструментом - зенкером (рис.15.1, в)

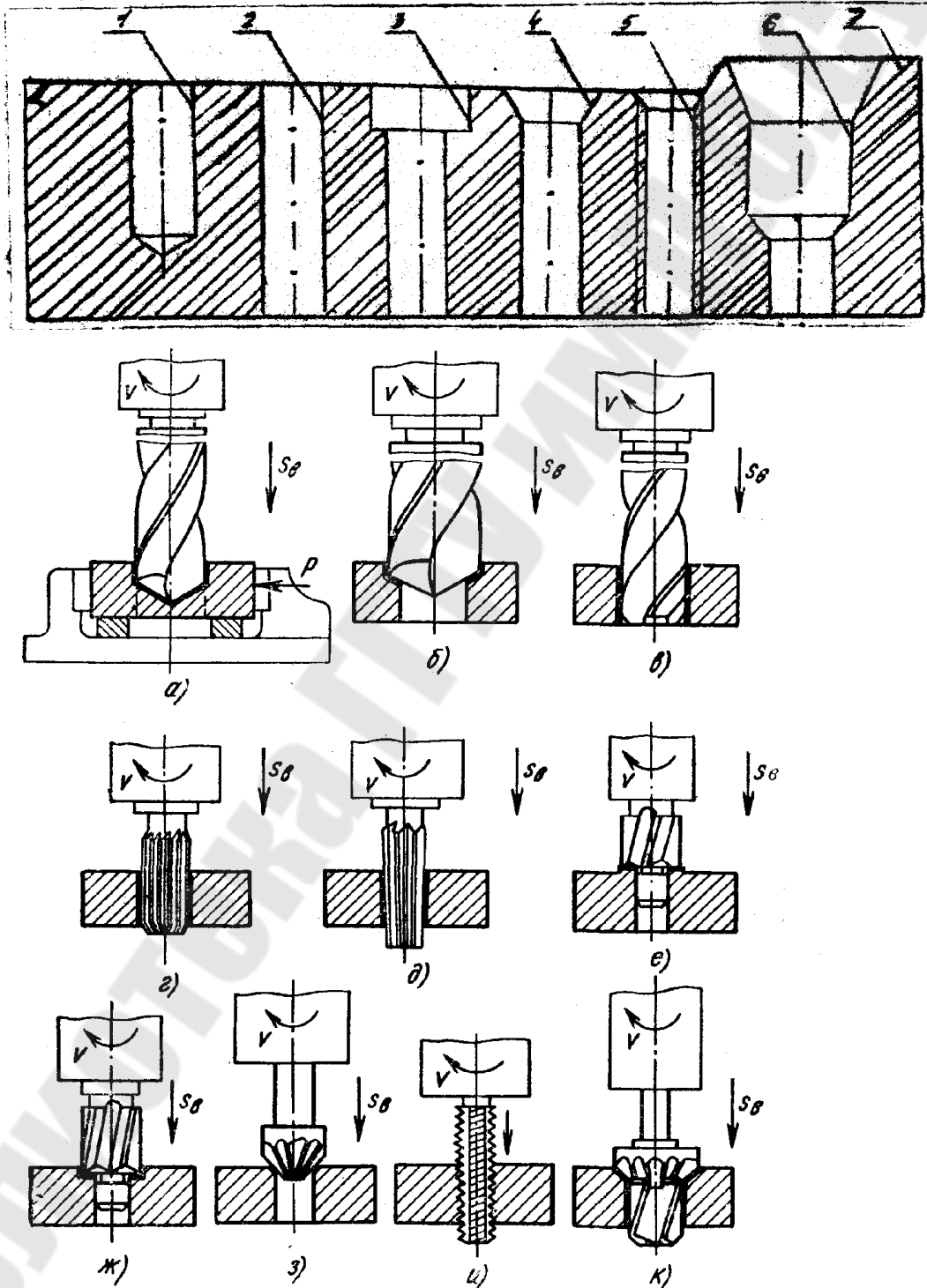


Рис.15.1.Схемы обработки на вертикально-сверлильных станках

Развертывание – процесс окончательной обработки цилиндрических или конических отверстий с целью получения высоких классов точности и чистоты поверхности (рис.15.1, з, д).

Цекование – процесс обработки плоских торцевых поверхностей отверстий торцевым зенкером для достижения перпендикулярности плоской торцевой поверхности отверстия к его оси. (рис.15.1, е).

Зенкование – процесс получения в имеющихся отверстиях цилиндрических или конических углублений, соосных с имеющимися отверстиями, под головки винтов, болтов специальным зенкером (рис.15.1, ж,з)

Нарезание резьбы – процесс получения на внутренней поверхности с помощью метчика винтовой канавки, профиль которой соответствует профилю режущей части инструмента (рис.15.1, и).

Обработка сложных отверстий – осуществляется комбинированным режущим инструментом. На (рис.15.1, к) показан комбинированный зенкер для обработки двух поверхностей: цилиндрической и конической.

Изучить устройство вертикально-сверлильного станка модели 2Н125Л

Вертикально-сверлильный станок модели 2Н125Л (рис.15.2.) состоит из основания 1, колонны 2, электродвигателя 3, коробки скоростей 4, коробки подач 5; в которой смонтирован шпиндель б, стола 7, механизм подъема стола 8 и механизма подач 9.

Колонна станка состоит из коробчатой части 10 и нижней круглой части II, скрепленных между собой винтами. Колонна в сборе устанавливается на основание с обработанной верхней поверхностью и Т-образными пазами. Основание выполнено пустотелым и используется для охлаждающей жидкости. На круглой части колонны установлен кронштейн 12 с круглым поворотным столом. Стол можно вращать вокруг колонны, а также перемещать по высоте и фиксировать в нужном положении, с учетом габаритных размеров обрабатываемой заготовки. Коробчатая часть колонны имеет направляющие типа «ласточкин хвост», под которым перемещается сверлильная головка 13, В сверлильной головке монтируются все основные узлы станка: коробка скоростей, коробка подач, шпиндель и механизм подач.

Кратная характеристика вертикально-сверлильного станка:
Наибольший диаметр сверления, мм.....25

Размер корпуса шпинделя..... 3
 Наибольший ход шпинделя, мм.....150

Расстояние от конца шпинделя до стола, мм:
 Наибольшее..... 1060
 Наименьшее..... 645
 Диаметр рабочей поверхности стола, мм.....400
 Наибольшее вертикальное перемещение стола, мм...525
 Наибольшее перемещение сверлильной головки, мм...215
 Перемещение шпинделя на I оборот штурвала, мм...II
 Электродвигатель:.....
 Мощность, кВт.....1,5
 Частота вращения, об/мин.....1420
 Допускаемая сила подачи (P_{max}) кгс.....560.

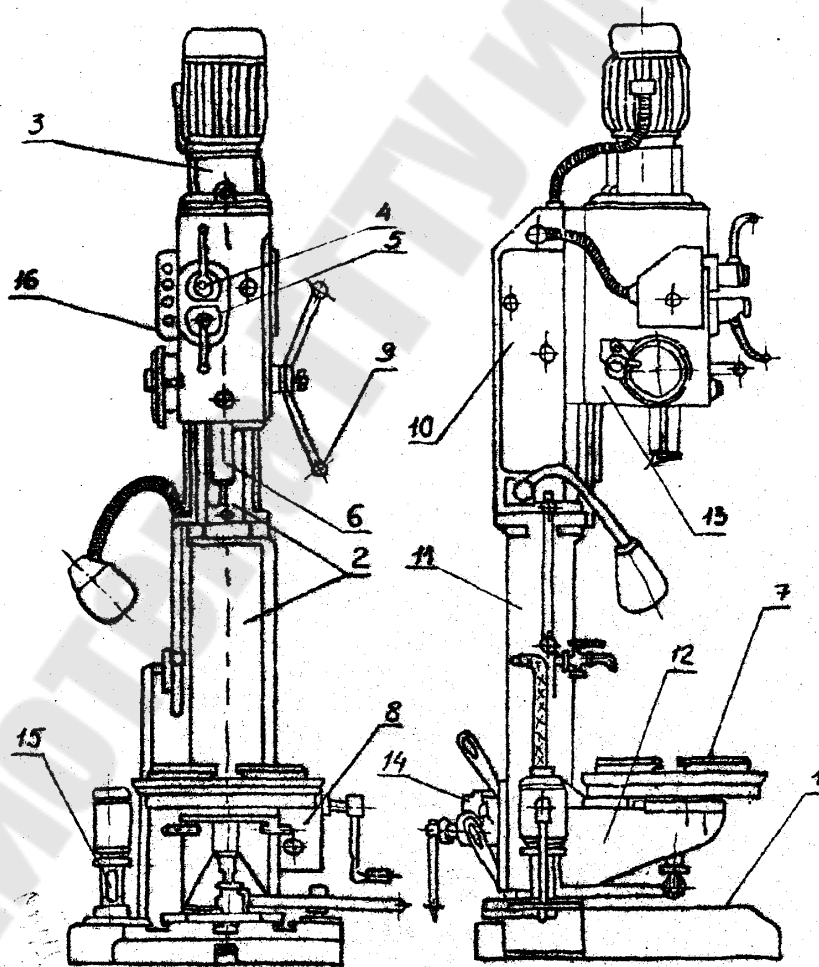


Рис.15.2. Общий вид вертикально-сверлильного станка модели 2H125Л

Изучить устройство режущего инструмента

Спиральные сверла. Части и элементы спирального сверла показаны на рис.15.3. Сверло (рис.15.3, а) состоит из рабочей части длиной L , шейки 2, хвостовика 3 и лапки 4. Спиральные сверла изготавливают с цилиндрическим или коническим хвостиком.

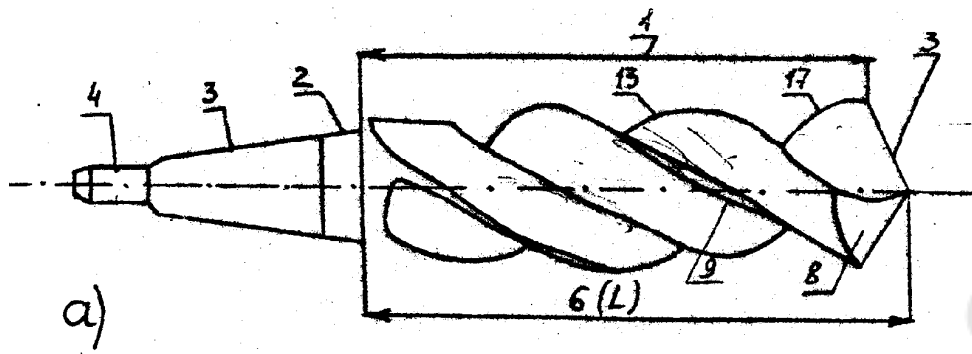
В рабочей части различают режущую часть 5 и направляющую часть 1 с винтовыми канавками. Шейка 2 соединяет рабочую часть с хвостиком. Хвостовик 3 служит для установки сверла в шпиндель станка. Лапка 4 является упором при выбивании сверла из отверстия шпинделя.

Сверло (рис.15.3, б) имеет два главных режущих лезвия II, образованных пересечением передних 7 и задних 8 поверхностей и выполняющих основную работу резания. Поперечное режущее лезвие 12 (перемычку) и два вспомогательных режущих лезвия 13. На цилиндрической части сверла вдоль винтовой канавки расположены две узкие ленточки 9, обеспечивающие направление сверла при резании.

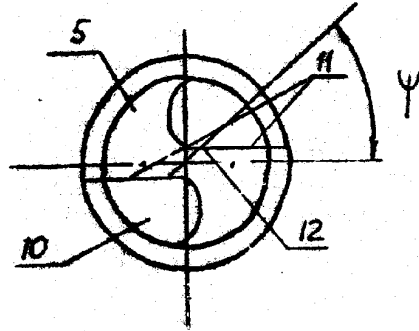
Основные углы спирального сверла показаны (рис.15.3, в) передний угол γ , главный задний угол α , угол в плане ϕ , угол наклона винтовой канавки ω , угол наклона поперечного режущего лезвия ψ .

Изучить закрепление режущего инструмента

Режущие инструменты I, имеющие хвостовик закрепляют в шпинделе 2 сверлильного станка (рис.15.4, а). Конический хвостовик центрирует инструмент относительно оси шпинделя и передает крутящий момент от шпинделя к инструменту за счет сил трения, а лапка 3 удерживает сверло от провертывания в конусе шпинделя. Если конический хвостик меньше размера гнезда шпинделя (рис.15.4, б), то применяют переходные конусные втулки 4.



a)



б) I-I

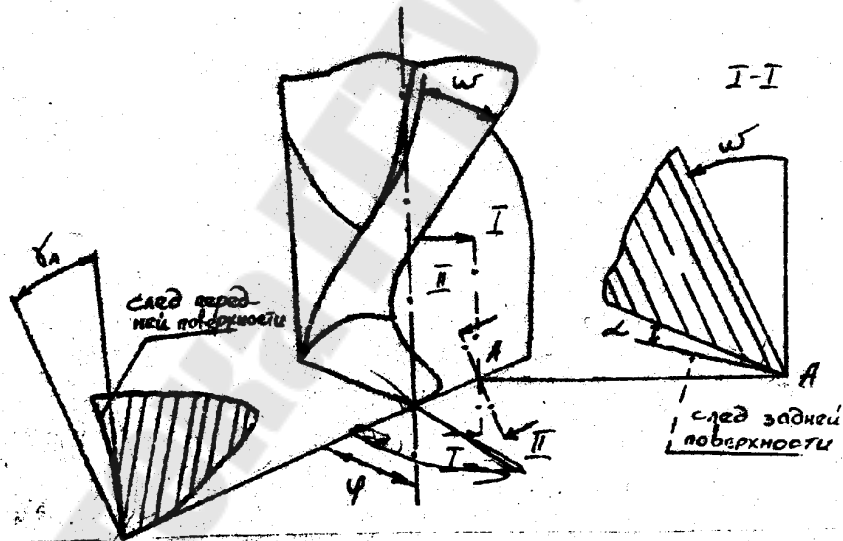


Рис.15.3. Части (а), элементы и углы (б) спирального сверла

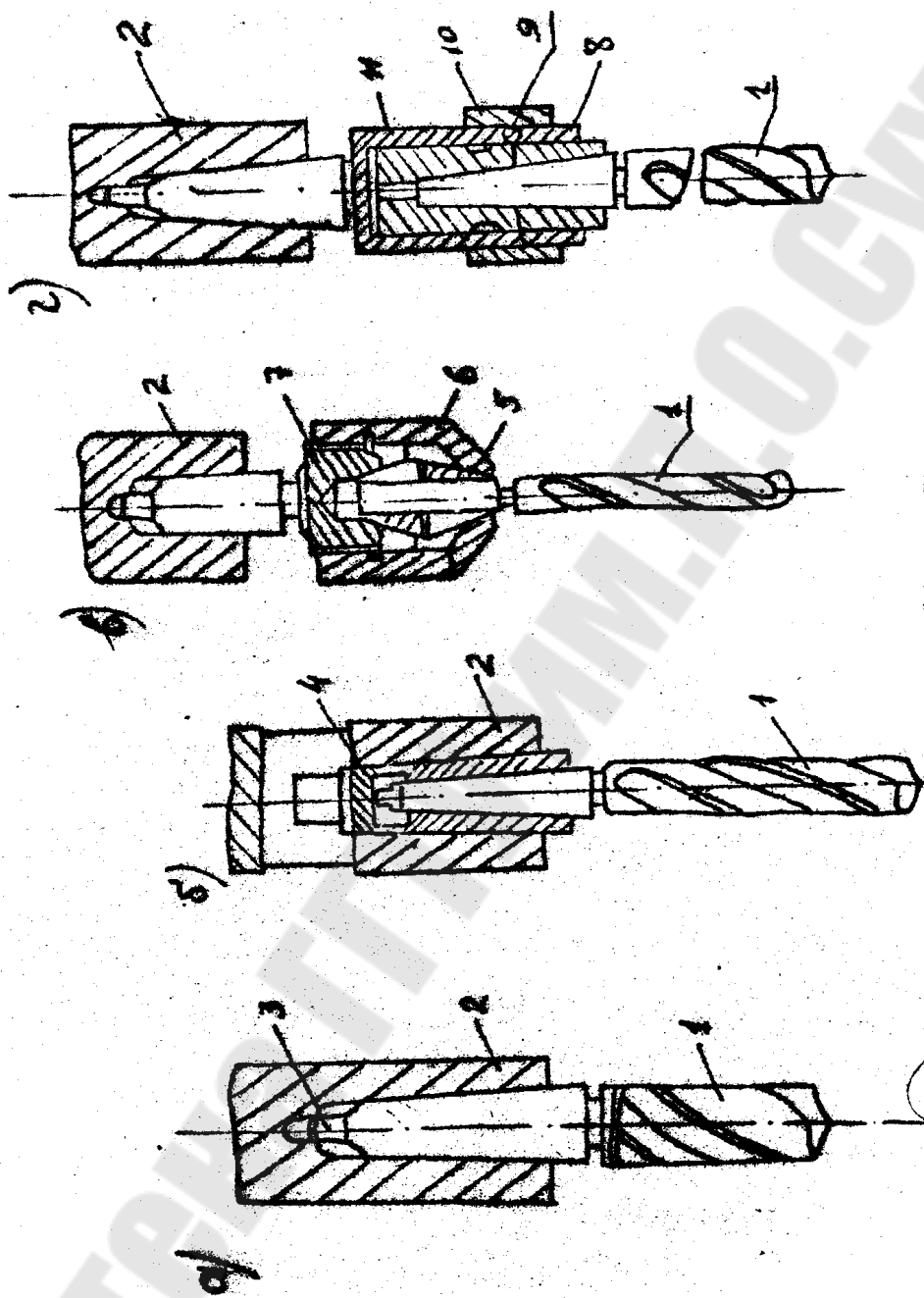


Рис.15.4. Закрепление режущего инструмента

Инструмент с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в двух- кулачковых, трехкулачковых или цанговых патронах. Цанговый патрон показан на рис.15.4, в. На резьбовую часть конуса патрона 7 навинчивается кольцо 6, внутри которого помещается разрезная цанга 5. Цилиндрическим хвостовиком инструмент вставляют во внутреннее отверстие цанги и закрепляют вращением гайки 6 по часовой стрелке.

При необходимости быстрой последовательной смены инструментов без остановки шпинделя станка (последовательная обработка отверстия сверлом, зенкером и разверткой) используют быстросменные патроны (рис.15.4, з). Для смены инструмента кольцо 9 отводят в крайне верхнее положение. Шарики 10 под действием центробежной силы попадают в круговую выточку кольца 9.

Режущий инструмент, вставленный в коническое гнездо переходной втулки 8, имеющей лунки под шарики, вводят в отверстие корпуса патрона II. При опускании кольца 9 вниз шарики перемещаются к центру инструмента и попадают в лунки переходной втулки, закрепляют ее в корпусе патрона.

Изучить способы закрепления заготовок

При обработке заготовок на вертикально-сверлильном станке применяют различные приспособления для установки и закрепления их на столе станка (рис.15.5),

Закрепление заготовок на столе станка прижимными планками (рис.15.5, а). При сверлении сквозных отверстий заготовку устанавливают на подкладки. Этот способ применяют при обработке заготовок, имеющих форму прямоугольников.

Закрепление заготовок в трехкулачковых патронах.

Патроны применяют при сверлении отверстий в деталях, имеющих цилиндрические части, удобные для зажатия в кулачках патрона (рис.15.5). Кондукторы применяют при сверлении нескольких точно расположенных отверстий. Они имеют втулки, которые определяют положение режущего инструмента относительно закрепленной в корпусе кондуктора обрабатываемой заготовки.

Закрепление заготовки струбциной при установке ее на призме (рис.15.5, д). Этот способ применяют при сверлении отверстий в цилиндрических заготовках по разметке.

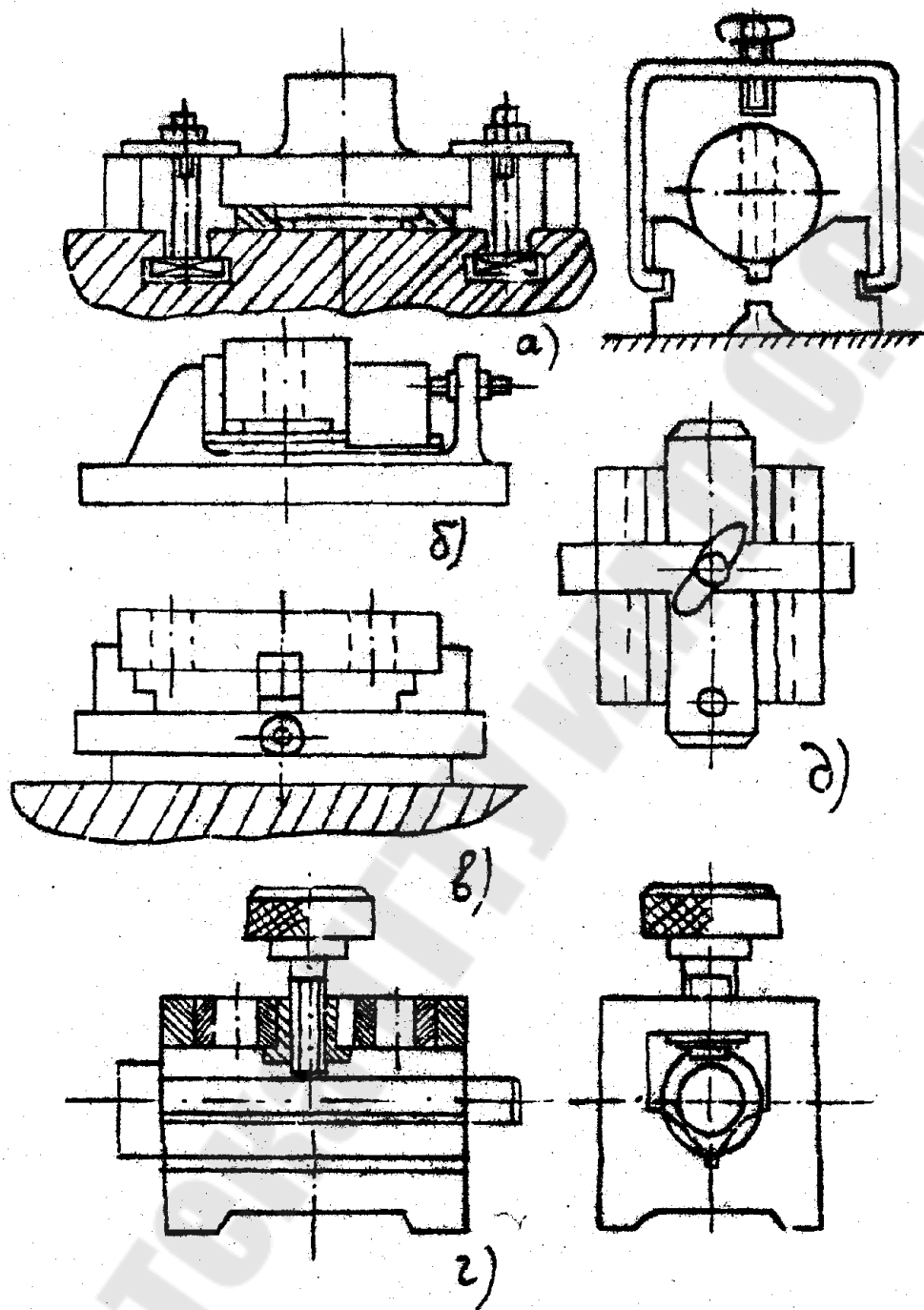


Рис.15.5.Приспособление для закрепления заготовок на сверлильных станках

Контрольные вопросы

1. Расскажите о назначении основных узлов и частей станка.
2. Какие движения необходимы для формообразования отверстий на сверлильных станках?

3. Какую обработку выполняют на вертикально-сверлильных станках?
4. Из каких основных частей и элементов состоит спиральное сверло?
5. Каким инструментом можно достичь наибольшей чистоты внутренней поверхности?
6. Как закрепляют на сверлильном станке инструмент, имеющий цилиндрический или конический хвостовик?
7. Какие приспособления применяют для закрепления заготовок на сверлильном станке?
8. Каким инструментом на сверлильных станках нарезают резьбу?
9. Какое назначение быстросменных предохранительных патронов?

Литература

1. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов.-М. Машиностроение, 1974
2. Казаков Н.Ф. и др. Технология металлов и других конструкционных материалов.-М. Машиностроение, 1976.
3. Учебное пособие по практическим работам в механической мастерской: ч.П/Под ред.Т.В.Калининой.-М.: 1975.
4. Лабораторный практикум по технологии металлов и других конструкционных материалов./ Под ред.О.В.Романа.-Мн.:Вышэйшая школа, 1974.
5. Справочник технолога-машиностроителя: т.2.-3-е изд. /Под ред. А.Н.Малова.-М.:Машиностроение, 1972.
6. Нефедов Р.А., Осипов К.Л.Сборник задач и примеров по резания металлов и режущему инструменту.- М.:Машиностроение, 1977.

Лабораторная работа № 16

ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ.

Цель работы:

Изучить формообразование поверхностей заготовок на фрезерных станках, движения, участвующие в формообразовании, узлы фрезерных станков, режущий инструмент и приспособления, определить оптимальный режим фрезерования.

Содержание работы:

Ознакомление с обработкой поверхностей заготовок на горизонтально-фрезерном станке, получение навыков работы на фрезерном станке, по индивидуальному заданию рассчитать оптимальные режимы резания, написать уравнение баланса кинематической цепи главного движения и подачи по своим расчетам.

Применяемое оборудование и инструмент:

Горизонтально-фрезерный станок 6Р8I, фрезы.

Изучить устройство горизонтально-фрезерного станка, схему обработки поверхностей

а) Ознакомиться с формообразующими движениями и обрабатываемыми поверхностями.

Фрезерованием можно обрабатывать горизонтальные, вертикальные и наклонные плоскости (рис. 16.1, а, б, в), пазы и канавки различных форм (рис. 16.1, г, д, е, ж), уступы (рис. 16.1, з), фасонные линейчатые поверхности (рис. 16.1.).

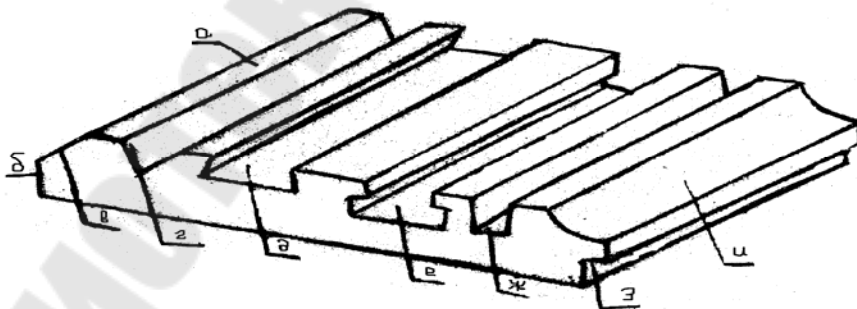


Рис.16.1. Обработка поверхностей на фрезерных станках

Формообразование заданной поверхности заготовки осуществляется за счет сочетания двух, одновременно действующих движений,

называемых основными: вращательного движения фрезы, называемого движением резания, и поступательным движением заготовки, являющегося движением подачи. Подачей может быть и вращательное движение заготовки вокруг оси вращательного стола или барабана (карусельно-фрезерные станки).

Движение резания характеризуется окружной скоростью вращения фрезы V , размерность которой - м/мин. Движение подачи характеризуется скоростью перемещения заготовки относительно фрезы S , чаще всего она имеет размерность - мм/мин. Направление движения подачи может быть продольным, поперечным и вертикальным.

б) Изучить устройство горизонтально-фрезерного станка модели 6P81.

На рис.16.2. изображен горизонтально-фрезерный станок модели 6P81, узлы которого обеспечивает движение резания и движение подачи при фрезеровании. На плите I установлена станина 2, предназначенная для закрепления всех основных узлов стенка. От электродвигателя 3 движение через коробку скоростей 4 передается на шпиндель 5, ось которого располагается горизонтально. Коробка скоростей служит для изменения скорости вращения шпинделя. На верхней части расположен хобот 6, на котором устанавливается серьга 7. Серьга является дополнительной опорой для фрезерной оправки. Хобот и серьга могут перемещаться в направлении, параллельном оси шпинделя, для установки фрезерных оправок различной длины. При необходимости хобот и серьга могут быть сняты со станка.

Обрабатываемые заготовки закрепляют на столе 8 станка. Движение подачи осуществляется перемещением или стола (продольная подача), или салазок 9 (поперечная подача), или консоли 10, на которой установлены салазки и стол (вертикальная подача). Движение столу, салазкам и консоли передается через коробку подач II от второго электродвигателя.

в) Ознакомиться с режущим инструментом.

При фрезеровании применяет цилиндрические (рис. 16.3, а), пазовые (рис. 16.3, б), прорезные (рис. 16.3, в), торцевые (рис. 16.3, г, к), дисковые двух- и трехсторонние (рис. 16.3, д), концевые (рис. 16.3, а), угловые (рис. 16.3, ж), дисковая модульная (рис.16.3, е), пальцевая модульная (рис. 16.3, и), фасонные (рис. 16.3, л).

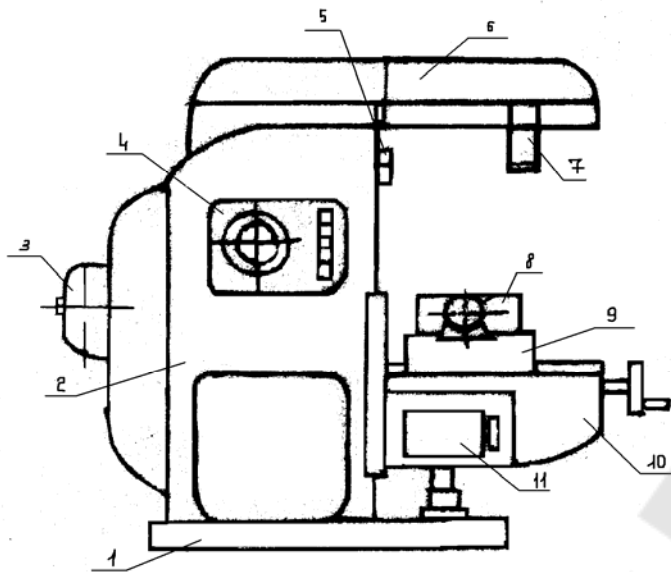


Рис.16.2. Общий вид горизонтально-фрезерного станка модели 6P81.

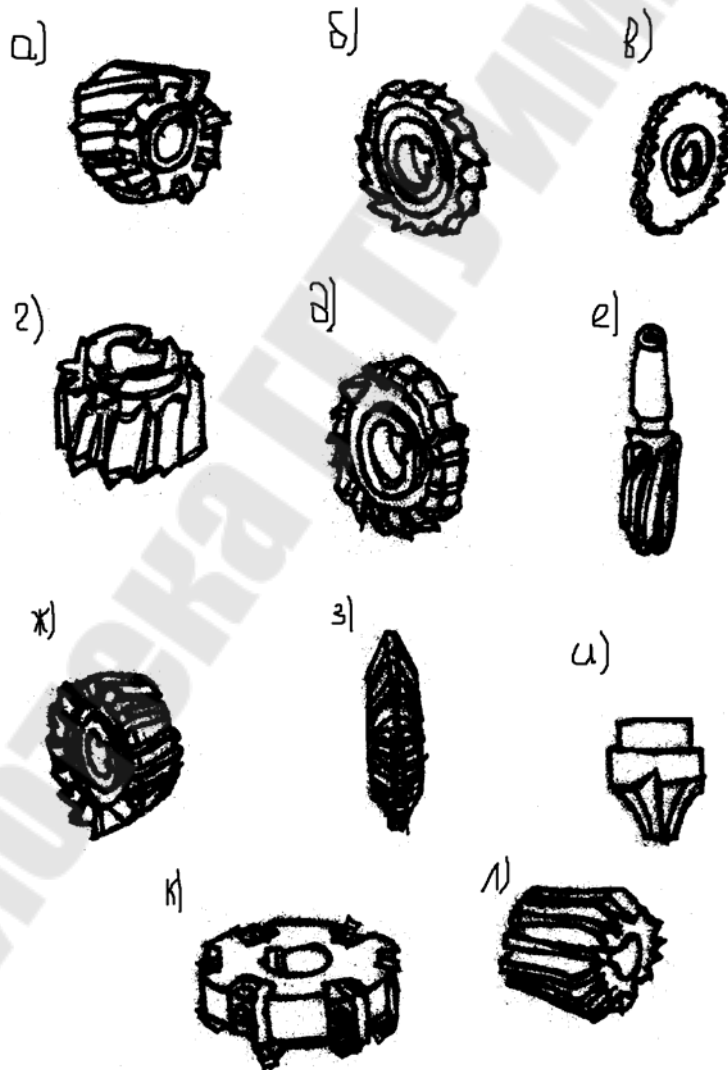


Рис.16.3. Типы фрез

По конструкции фрезы могут быть цельными (рис. 16.3, б, в, г и др.) и сборными, со вставными ножами (рис. 16.3, а, к). Режущие лезвия у фрез расположены на цилиндрических (рис. 16.3, а, б, в), конических (рис. 16.3, ж) или фасонных (рис. 16.3, л), на торцевых (рис. 16.3, к) или одновременно на торцевых и цилиндрических поверхностях (рис. 16.3, д, е).

г) Изучить способы закрепления режущего инструмента.

Способ закрепления зависит от типа фрезы, ее конструкции и размеров. При работе на горизонтально-фрезерных станках чаще всего фрезы устанавливаются на центральной оправке (рис. 16.4, а). Фрезу 8 устанавливают на цилиндрической части центральной оправки 6, один конец которой имеет конический хвостовик. Этим хвостовиком центровую оправку устанавливают в коническое отверстие шпинделя 3 и затягивают затяжным болтом 1 с использованием шайбы 2. Крутящий момент от шпинделя на фрезерную оправку передают торцевой шпонкой 4, укрепленной винтом 5 на торце шпинделя и входящей в паз фланца центральной оправки. Требуемое, положение фрезы по длине оправки обеспечивают установочными кольцами 7. Крутящий момент от центральной оправки на фрезу передают с помощью шпонки 9. Для увеличения жесткости закрепления свободный конец центральной оправки во время работы станка поддерживает серьгой 10. Направляющая втулка 14, закрепленная на центральной оправке гайкой 13, вращается в разрезном коническом подшипнике скольжения II. Регулирование зазора между направляющей втулкой и внутренней цилиндрической частью подшипника осуществляют гайкой 12 подшипника. Таким способом закрепляют цилиндрические пазовые, прорезные дисковые, угловые, фасонные фрезы, а также наборы из них. Те типы фрез, которые закрепляются на центральных оправках, не используют на вертикально-фрезерных станках, т.к. на этих станках нельзя закрепить центровую оправку с двух сторон.

Торцевые насадные фрезы 16 устанавливают и закрепляют на концевых оправках 15 с помощью шпонки 9 и винта 17 (рис. 16.4, б).

На концевых оправках можно закреплять и небольшие дисковые фрезы. Концевые фрезы с коническим хвостовиком 19 устанавливают и закрепляют непосредственно в коническом отверстии шпинделя при условии, что размер конуса хвостовика равен размеру конического отверстия шпинделя.

Если размеры конуса хвостовика меньше размера конического отверстия шпинделя, то применяют закрепление при помощи переходных втулок 18 (рис.16.4, в).

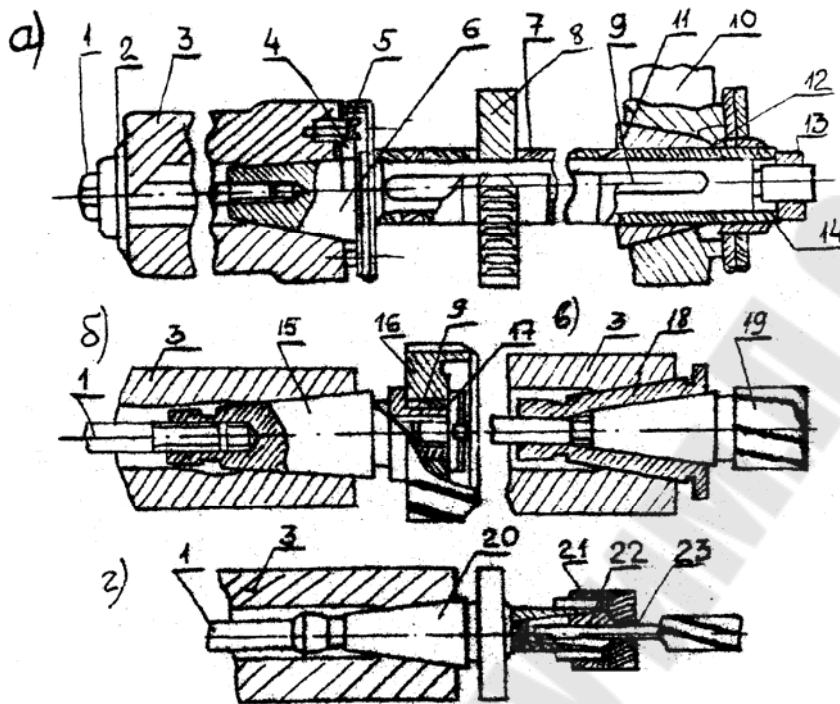


Рис.16.4. Схемы установки и закрепления фрез на станках

Концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком 23 устанавливаются и закрепляют в цанговом патроне (рис.16.4, в), имеющем цангу 22, вставляемую в коническое отверстие патрона и зажимают гайку 21.

д) Изучить схемы обработки фрезерованием.

При обработке на горизонтально-фрезерных станках используется продольная подача. Иногда может быть применена в качестве одного из основных движений вертикальная подача. И практически не используется как основное движение поперечного подача. На горизонтально-фрезерных станках обрабатывают:

1. Горизонтальные плоскости цилиндрическими (рис. 16.5, а), дисковыми (рис. 16.5, б) и концевыми фрезами (рис.16.5, в).
2. Вертикальные плоскости, используя торцевые (рис.16.5, г), концевые (рис. 16.5, д), дисковые двух- и трехсторонние фрезы (рис. 16.5, е).
3. Уступы-концевыми (рис. 16.5, ж), дисковыми двух- и трехсторонними фрезами (рис. 16.5, з).

4. Пазы - дисковыми (рис,16.5, *к*) и концевыми (рис. 16.5, *и*) фрезами.
5. Наклонные плоскости - с помощью угловых фрез (рис. 16.5, *л*).
6. Фасонные канавки и поверхности, используя двухугловые (рис. 16.5, *м*) и фасонные (рис. 16.5, *н*) фрезы.
7. Сочетания различных поверхностей - набором дисковых, цилиндрической и угловой фрезы (рис.16.5, *о*).
6. Впадины зубчатых колес с помощью дисковых фрез (рис. 16.5, *п*).

Контрольные вопросы

1. Какие поверхности деталей машин можно обрабатывать на горизонтально-фрезерном станке.
2. Какие формообразующие движения необходимы для получения поверхностей деталей машин горизонтально-фрезерном станке.
3. Назовите углы горизонтально-фрезерного станка.
4. Какие движения имеют шпиндель станка, стол, салазки и консоль станка.
5. Какие типы фрез используют для обработки заготовок на горизонтально-фрезерных станках.
6. Какие способы закрепления заготовок и фрез применяют на горизонтально-фрезерных станках.
7. Какие применяют фрезы на горизонтально-фрезерных станках.
8. Для чего предназначена коробка скоростей и коробка подач горизонтально-фрезерного станка.
9. Как выбирается рациональный режим резания.
10. По каким параметрам проверяется режим резания.
11. Из каких элементов складывается основное технологичное время.

Литература

1. Дальский А.М.и др. Технология конструкционных материалов. – М. Машиностроение, 1977.
2. Казаков Н.Ф. др. Технология металлов и других конструкционных материалов. – М. Машиностроение, 1977.
3. Учебное пособие по механической мастерской /Под ред. Л.Н.Бухаркина; ч.№1. – М.,1974.
4. Лабораторный практикум по технологии металлов и других конструкционных материалов./Под ред. Романова О.В. – М. Вышэйшая школа, 1974.

Лабораторная работа № 17

ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

Цель работы:

Изучить формообразование поверхностей заготовок на плоскошлифовальных станках, движения, участвующие в формообразовании, узлы станка и его работу, применяемый инструмент и приспособления, выбор оптимальных режимов резания и наладку станка.

Содержание работы:

Ознакомление с процессом шлифования, характеристикой абразивных шлифовальных кругов, получение навыков работы на шлифовальных станках, определение марки шлифовального круга и области ее применения, рассчитать оптимальные режимы резания.

Применяемое оборудование и материалы:

Шлифовальный станок, абразивные и шлифовальные круги.

Теоретически изучить процесс обработки металлов при шлифовании

Шлифование – технологический метод обработки заготовок абразивным инструментом, зерна которого имеют острые грани и высокую твердость, превышающую твердость обрабатываемой поверхности.

Шлифование обеспечивает получение поверхностей деталей правильной геометрической формы, точных размеров и высокой чистоты поверхности. Для формообразования поверхностей шлифованием применяются различные типы шлифовальных станков.

На плоскошлифовальном станке можно обрабатывать горизонтальные (3), наклонные (1), вертикальные (4), плоские фасонные линейчатые (2) поверхности, пазы, уступы (5) (рис. 17.1).

Для осуществления формообразования поверхностей шлифованием заготовка и шлифовальный круг должны совершать относительно друг друга согласованные движения, которые называется основными.

При формообразовании плоской поверхности на плоскошлифовальном станке шлифовальному кругу сообщается вращательное движение – движение резания, которое характеризуется окружной скоростью шлифовального круга, размерность которой м/с:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}$$

где: n_k - частота вращения круга, об/мин;

D_k - наружный диаметр шлифовального круга, мм.

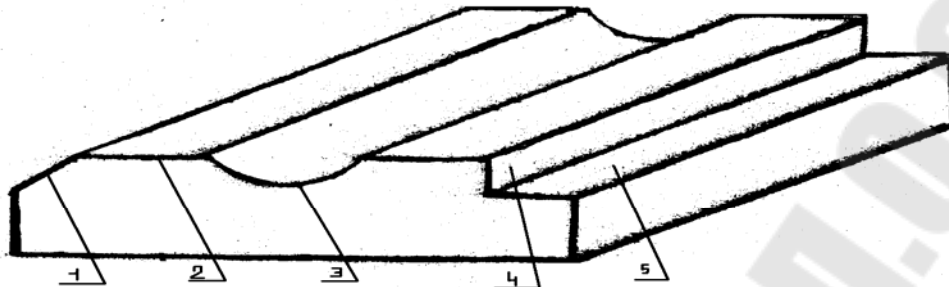


Рис. 17.1. Формообразование поверхностей на плоско шлифовальном станке

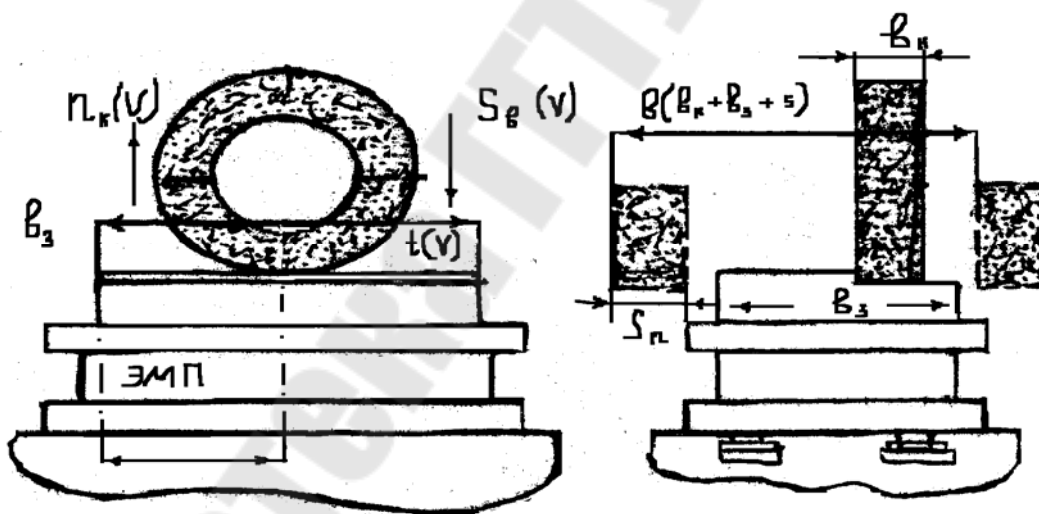


Рис. 17.2. Схема шлифования

Заготовке сообщается продольное и поперечное перемещение- движение подачи (рис. 17.2).

Величина продольной подачи (скорость перемещения стола с заготовкой ($V_{ст}$) определяется в единицу времени:

$$S(V) = \frac{2 \cdot L \cdot m}{1000}$$

где: L – длина хода стола, мм;

m – число двойных ходов стала в минуту.

Прямоугольные столы совершают возвратно-поступательные движения, обеспечивая заготовке продольную подачу. Подачу на глубину резания $S_v(t)$ осуществляют в крайних положениях по ширине заготовки.

При ширине заготовки больше ширины шлифовального круга столу совместно с заготовкой сообщается поперечная подача (S_n) в конце каждого рабочего хода.

Изучить устройство плоско-шлифовального станка модели ЗГ71.

Плоско-шлифовальный станок модели ЗГ71 состоит из следующих узлов: станины I, крестового суппорта II, стола III, магнитной плиты IV, колонны V, редуктора VI и шлифовальной головки VII (рис. 17.3).

Станина I служит для установки всех узлов станка. Внутри станины расположен гидропривод продольного перемещения стола и поперечного перемещения крестового суппорта со столом.

Крестовый суппорт II имеет две пары взаимно перпендикулярных направляющих. Нижними он устанавливается на направляющие станины для перемещения стола в поперечном направлении, а по верхним стол перемещается в продольном направлении.

Стол III установлен на крестовом суппорте, на передней стенке стола имеется Т-образный паз, в котором установлены упоры IX продольного хода стола.

Магнитная плита IV устанавливается на столе и служит для закрепления заготовок из магнитных материалов.

Колонна V неподвижно установлена на станине. Она имеет вертикальные направляющие, по которым перемещается шлифовальная головка VII. Внутри колонны расположен электродвигатель и ременная передача для вращения шпинделя VIII шлифовальной головки VII.

Редуктор VI служит для ускоренного перемещения, шлифовальной головки.

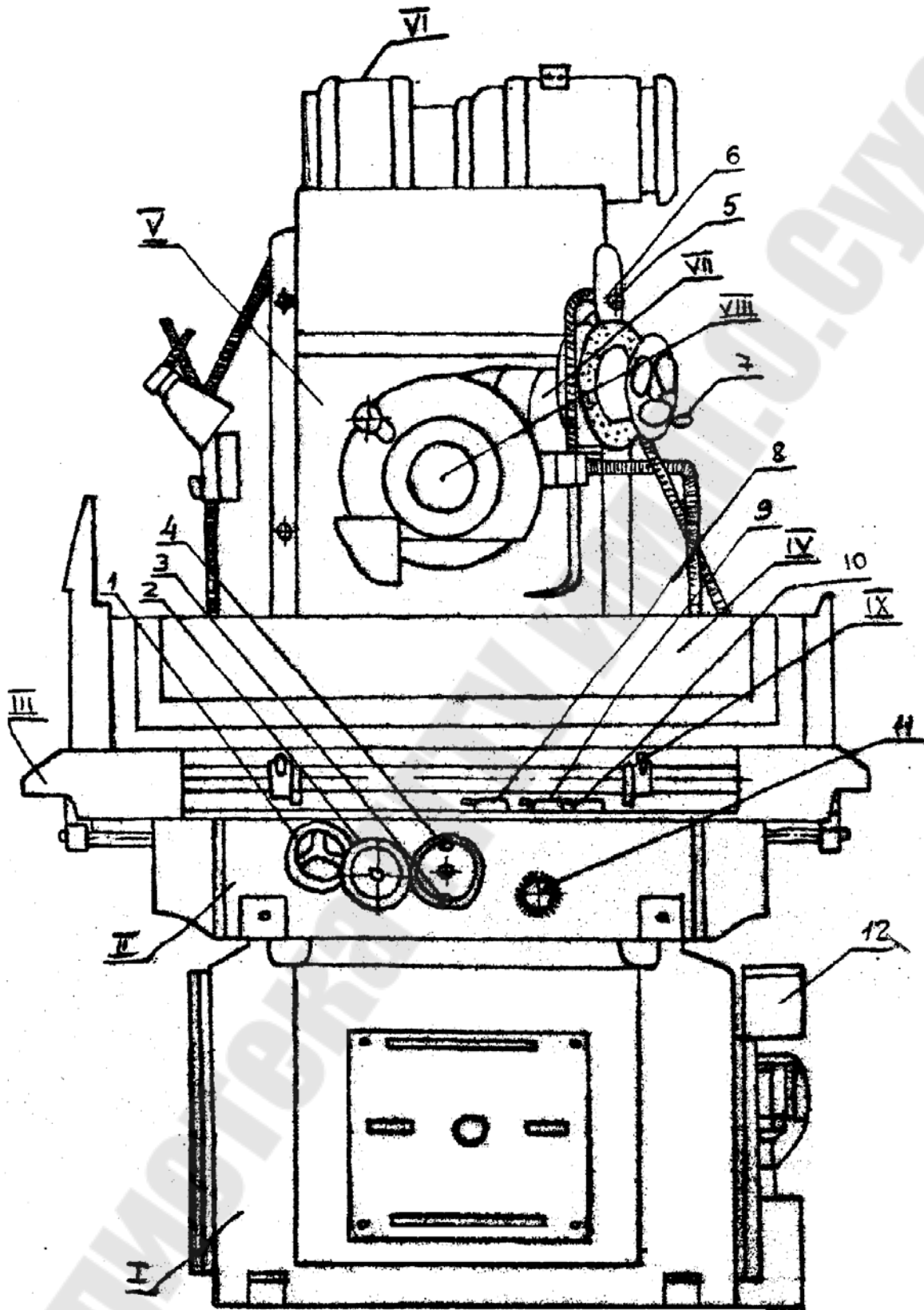


Рис. 17.3. Общий вид плоско-шлифовального станка

Шлифовальная головка VII устанавливается на салазках, которые могут перемещаться по колонне в вертикальном направлении.

Органы управления станка:

- 1 – маховичок продольного перемещения стола;
- 2 – лимб установки величины автоматической поперечной подачи стола;
- 3 – лимб ручной поперечной микрометрической подачи стола;
- 4 – маховичок ручной поперечной подачи стола;
- 5 – рукоятка установки величины автоматической вертикальной подачи;
- 6 – рукоятка крана регулировки подачи охлаждающей жидкости;
- 7 – маховичок ручной вертикальной подачи;
- 8 – рукоятка продольного реверсирования стола;
- 9 – рукоятка изменения скорости движения стола;
- 20- рукоятка «Пуск стола», «Стоп стола», «Разгрузка гидропривода»;
- 11- кнопка включения и реверсирования поперечной подачи стола;
- 12- пульт управления.

Изучить характеристики, маркировку шлифовальных кругов, ознакомиться с методикой выбора их для шлифования.

Абразивные шлифовальные круги характеризуются материалом зерен, зернистостью, связкой, твердостью, структурой, формой и размерами.

Материал зерен. Наиболее применимыми являются электрокорунды, карбиды кремния, синтетические алмазы.

Электрокорунды подразделяют по содержанию Al_2O_3 и обозначают буквой Э и цифрой, указывающей отклонение содержания Al_2O_3 от 90%. Например Э5 – электрокорунд с содержанием Al_2O_3 95%.

Карбиды кремния - подразделяются на черный (КЧ) и зеленый (КЗ) и обозначается двумя буквами и цифрой, указывающей отклонение содержания SiC от 90% (КЧ8 – карбид кремния черный с содержанием 98% SiC).

Синтетические алмазы получают (АС) из кристаллического углерода.

Зернистость характеризуется размерами зерен абразивного материала. Применяются зерна с номерами зернистости от 200 до 16 (ГОСТ 3647-80), Величина зерен колеблется от 2600 до 160 мкм. На-

пример, номеру зернистости 80 соответствует величина зерен от 1000 до 800 мкм.

Связка соединяет абразивные зерна. В качестве связки чаще всего применяется: вулканитовая (В), бакелитовая (Б), керамическая (К).

Твердость шлифовального круга зависит от величины силы, с которой связка удерживает абразивные зерна. Установлена шкала твердости абразивного инструмента. По степени твердости инструменты подразделяют на 7 групп и 16 степеней твердости: мягкие (М1, М2, М3); среднемягкие (СМ1, СМ2); средние (С1, С2); среднетвердые (СТ1, СТ2, СТ3); твердые (Т1, Т2); весьма твердые (ВТ1, ВТ2); чрезвычайно твердые (ЧТ1, ЧТ2).

Структура – его соотношение объема зерен, связки и пор шлифовального круга. Структура обозначается номерами от 0 до 12.

Форма шлифовальных кругов обозначается ГОСТ... : плоские прямого профиля (ПП); плоские с выточкой (ПВ); чашки цилиндрические (ЧЦ); чашки конические (ЧК); тарелки (Т); диски (Д).

Размеры шлифовального круга характеризуется наружным диаметром, внутренним диаметром для посадки на шпиндель и шириной.

Характеристика абразивного круга наносится в виде условных обозначений на нерабочую поверхность круга. Пример маркировок: 44А40С26К5; ПП, 300 х 40 х 127 35 м/сек. Расшифровывают следующим образом: монокорунд 44А, зернистость 40, твердость С2, структура 6, связка керамическая К5, круг плоского прямого профиля, наружный диаметр 300 мм, ширина круга 40 мм, диаметр внутреннего отверстия 127 мм, допустимая окружная скорость обработки 35 м/сек.

Ознакомиться с методикой обработки поверхностей шлифовальными кругами, способами установки и закрепления инструмента и заготовок.

На плоскошлифовальных станках заготовки устанавливаются на электромагнитной плите. Шлифовальные круги устанавливаются на шпинделе шлифовальной бабки (рис. 17.4, а).

На плоскошлифовальных станках плоские горизонтальные поверхности обрабатываются ПП – кругами с продольной и поперечной подачей (рис. 17.4, а). При обработке наклонных поверхностей применяют специальные конические круги (рис. 17.4, б). Фасонные поверхности обрабатываются фасонными кругами (рис. 17.4, в). Вертикальные плоскости кругами формы (ЧК) (рис. 17.4, в).

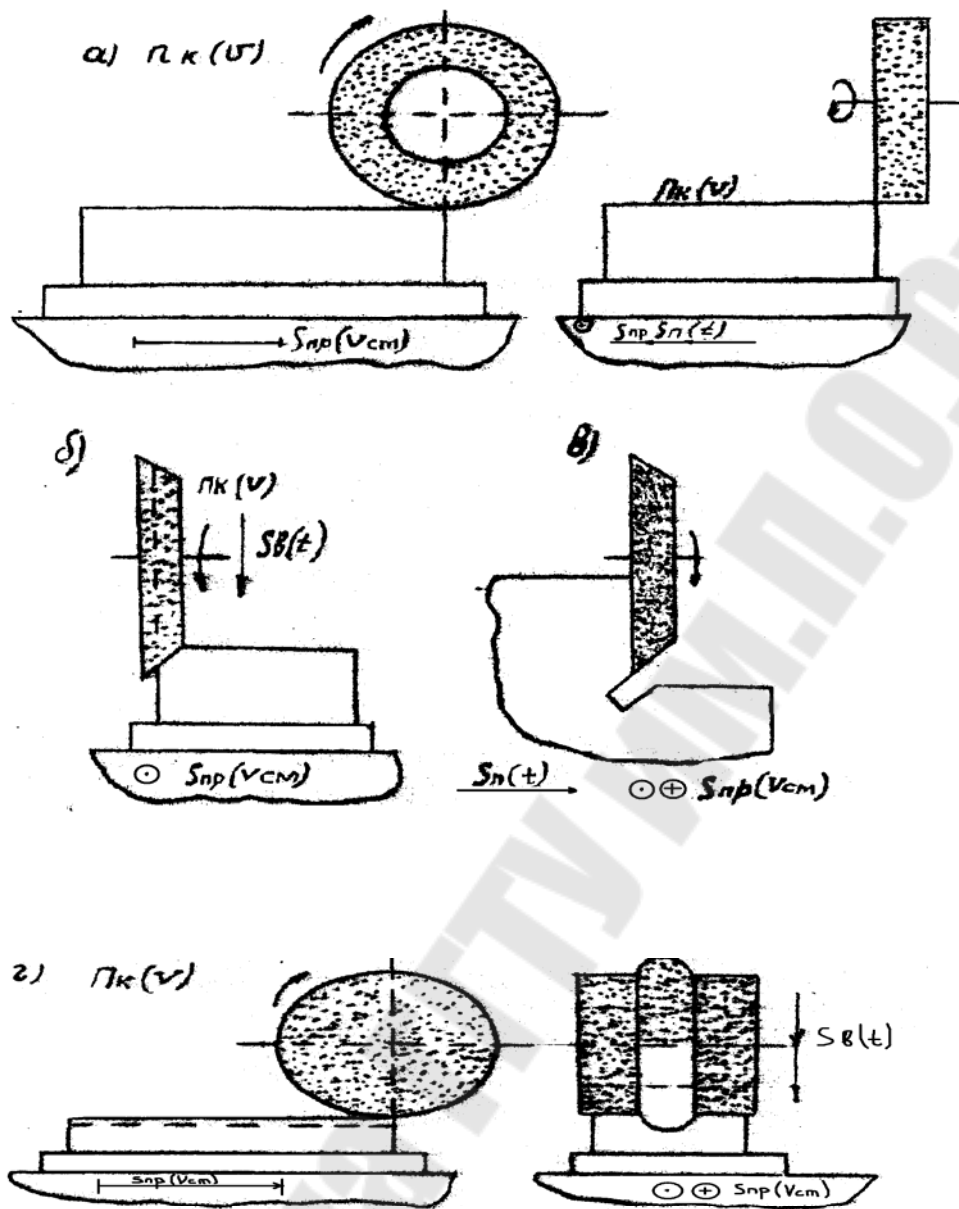


Рис. 17.4. Закрепление инструмента и схемы обработки заготовок на плоскошлифовальных станках.

Контрольные вопросы

1. Какие движения необходимы для формообразования поверхностей на плоскошлифовальном станке?
2. Какую размерность имеют движения резания подачи?
3. Назовите основные узлы плоскошлифовального станка и объясните их назначение.
4. Какие элементы входят в характеристику шлифовального круга?
5. Какие приспособления применяют для закрепления заготовок на плоскошлифовальных станках?
6. Какие поверхности обрабатываются на плоскошлифовальном станке?
7. Объясните принцип работы гидропривода станка.
8. Какие элементы станка осуществляют продольное и поперечное перемещение заготовки при её обработке?

Литература

1. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов. - М. Машиностроение, 1977.
2. Казаков Н.Ф. др. Технология металлов и других конструкционных материалов. - М. Машиностроение, 1977.
3. Учебное пособие по механической мастерской /Под ред. Л.Н.Бухаркина; ч.№1. - М.,1974.
4. Лабораторный практикум по технологии металлов и других конструкционных материалов./Под ред. Романова О.В. - М. Высшая школа, 1974.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	3
2. Лабораторная работа №1 ... Изучение свойств формовочных смесей и изготовление литейных форм из песчано-глинистых материалов.....	4
3. Лабораторная работа №2 ... Изучение литейных свойств металлов.....	16
4. Лабораторная работа №3 ... Разработка технологического процесса изготовления отливки.....	26
5. Лабораторная работа №4 ... Изучение вырубки листового материала.....	49
6. Лабораторная работа №5 ... Изучение вытяжки листового материала.....	55
7. Лабораторная работа №6 ... Изучение формообразования поковки и свободной ковки.....	61
8. Лабораторная работа №7 ... Разработка технологии получения поковок горячей объемной штамповкой.....	72
9. Лабораторная работа №8 ... Сварка металлов. Изучение технологии ручной дуговой сварки (РДС).....	86
10. Лабораторная работа №9 ... Изучение технологии полуавтоматической дуговой сварки в углекислом газе (CO ₂).....	102
11. Лабораторная работа №10 ... Изучение процесса точечной сварки.....	111
12. Лабораторная работа №11 ... Изучение термической резки и газовой сварки.....	119
13. Лабораторная работа №12 ... Изучение сварочных деформаций и напряжений.....	131
14. Лабораторная работа №13 ... Общие сведения об обработке металлов резанием.....	136
15. Лабораторная работа №14 ... Обработка заготовок на токарно-винторезном станке.....	150
16. Лабораторная работа №15 ... Обработка заготовок на вертикально-сверлильных станках.....	156
17. Лабораторная работа №16 ... Обработка заготовок на фрезерных станках.....	166
18. Лабораторная работа №17 ... Обработка заготовок на шлифовальных станках.....	172

**Степанкин Игорь Николаевич
Рыженко Михаил Михайлович**

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

**Лабораторный практикум
по одноименному курсу для студентов
машиностроительных специальностей
дневной формы обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 29.09.10.

Рег. № 14Е.
E-mail: ic@gstu.by
<http://www.gstu.by>