министерство обороны ссср

# **СПРАВОЧНИК РЕМОНТНИКА**

КНИГА ВТОРАЯ



# СПРАВОЧНИК РЕМОНТНИКА

КНИГА ВТОРАЯ

# СПОСОБЫ РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ

Под редакцией генерал-майора ИТС ДЫБА А.Ф.

Ордена Трудового Красного Знамени ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СССР М О С К В А — 1971

Справочник ремонтника состоит из трех книг.

В первой книге приведены в строгой последовательности технологические процессы ремонта техники. Рассмотрены методы очистки деталей и узлов от коррозии, нагара, накипи и лакокрасочных покрытий.

Большое внимание уделено контролю деталей просвечиванием рентгенов-

скими и гамма-лучами, ультразвуковой и магнитной дефектоскопии.

Изложены справочные сведения по основам взаимозаменяемости.

Во второй книге описаны способы ремонта деталей, методы контроля качества их ремонта; основы технического нормирования и техники безопасности. Приведены сведения по оборудованию, инструменту и приспособлениям, применяемым при производстве и ремонте техники.

В третьей книге помещены справочные данные о материалах, применяемых при изготовлении и ремонте техники и их термической обработке. Изло-

жены сведения о горючих и смазочных материалах.

Справочник предназначен для работников ремонтных организаций и научных учреждений, занимающихся вопросами ремонта деталей, узлов и механизмов агрегатов технологического и промышленного оборудования, а также для слущателей высших учебных заведений.

## предисловие

Опыт эксплуатации и ремонта различных видов вооружения показал, что техническое обслуживание и ремонт являются, по существу, единственными средствами, которые в сочетании с высокой подготовкой личного состава боевых расчетов и ремонтных органов обеспечивают поддержание требуемого уровня надежности агрегатов боевой техники и технических систем.

Ремонт современной боевой техники представляет собой сложный производственный процесс, включающий в себя большое количество разнообразных организационных и технических мероприятий. Одним из важнейших условий, обеспечивающих быстрое и качественное восстановление неисправных машин, является применение рациональной технологии их ремонта.

## Глава 1

## КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ

Восстановление деталей имеет большое экономическое значение, так как стоимость ремонта деталей значительно ниже стоимости их изготовления. В среднем стоимость ремонта деталей составляет 25—30% от стоимости их изготовления. Экономическая выгодность восстановления деталей объясняется тем, что при ремонте исключаются расходы на получение заготовок и в значительной степени на их обработку. При ремонте подвергаются обработке не все поверхности деталей, а только ремонтируемые.

Основной частью стоимости ремонта машин является расход на приобретение запасных частей. Расширяя номенклатуру ремонтируемых деталей, можно значительно уменьшить стоимость ре-

монта.

В ремонтных мастерских и на ремонтных предприятиях применяют много различных высокопроизводительных способов ремонта деталей. Все эти способы условно можно разбить на тригруппы:

- способы ремонта, применяемые при восстановлении изношен-

ных поверхностей деталей;

— способы ремонта, применяемые при восстановлении деталей с механическими повреждениями в виде трещин, отколов, пробоин, короблений и пр.;

- способы ремонта, применяемые для восстановления анти-

коррозионных покрытий деталей.

Для восстановления изношенных поверхностей деталей приме-

пяются следующие способы ремонта.

Ремонт деталей сваркой и наплавкой. Этот способ ремонта получил наиболее широкое применение в ремонтных органах. При наплавке деталей применяют электродуговую и газовую сварку, автоматическую наплавку под слоем флюса, вибродуговую наплавку, наплавку в среде инертных газов и др. Простота оборудования, применяемого при ремонте деталей наплавкой, позволяет широко использовать данный способ на ремонтных предприятиях и в ремонтных мастерских.

Ремонт деталей гальваническим наращиван н е м. Восстановление изношенных поверхностей деталей при данном способе ремонта достигается за счет осаждения на них ме-

талла из растворов солей в гальванических ваннах.

Ремонт деталей давлением. Этот способ ремонта основан на изменении размеров изношенных деталей за счет перераспределения материала самой детали. Способ ремонта давлением включает в себя следующие виды обработки: осадку, вдавливание, раздачу, обжатие, вытяжку и накатку.

Ремонт деталей заливкой антифрикционными сплавами. Этим способом восстанавливают подшипники сколь-

жения, залитые баббитом и свинцовистой бронзой.

Ремонт деталей механической обработкой. Этот способ ремонта включает в себя обработку деталей под ремонтный размер (Р), а также их восстановление путем введения допол-

нительных деталей (ДР).

Следует иметь в виду, что обработка под ремонтный размер позволяет восстанавливать лишь правильную геометрическую форму изношенных поверхностей. При этом способе ремонта одна из сопряженных деталей обрабатывается под уменьшенный (для вала) или увеличенный (для отверстия) размер, а другая заменяется новой деталью также ремонтного размера.

Для восстановления деталей с механическими повреждениями применяют сварку, пайку и правку. Сварка и пайка применяется при ремонте для соединения частей деталей и узлов, для заделки трещин, отколов и других повреждений. Сварку применяют при ремонте деталей, несущих большие нагрузки. Пайку следует применять для восстановления герметичности полых деталей и узлов. Правка применяется для устранения остаточных деформаций в деталях (скручивание, изгиб, коробление и т. п.).

Для восстановления деталей с повреждением антикоррозионных покрытий применяют следующие способы ремонта: окраска, металлизация, пассивация, а также электрохимическую и химиче-

скую обработку.

Из электрохимических способов защиты деталей от коррозии при ремонте наиболее часто применяют цинкование, кадмирование, никелирование и бронзирование.

Наиболее распространенными видами химической обработки деталей с целью защиты от коррозии являются оксидирование и фос-

фатирование.

В практике работы ремонтных предприятий и ремонтных мастерских применяется большое количество различных способов ремонта деталей. Большое разнообразие способов ремонта дает возможность при разработке технологических процессов восстановления деталей более полно учитывать характер их неисправностей и условия работы в агрегатах.

## Глава 2

## РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ

Сваркой называется процесс получения неразъемного соединення металлических изделий путем местного нагревания их до расплавленного или тестообразного (пластичного) состояния (без применения или с применением механического усилия) \*.

Физической сущностью сварки является взаимодействие атомов

и нонов свариваемых металлов по линии их соединения.

В результате взаимодействия частиц свариваемых металлов происходят физико-химические процессы: кристаллизация, рекристаллизация, образование твердых растворов, химических соедипений, эвтектик, которые влияют на качество сварного шва.

Характер физико-химических процессов зависит от свойств сва-

риваемых металлов и способа сварки.

Следовательно, при выборе способа сварки необходимо учиты-

вать физико-химические свойства свариваемых металлов.

В настоящее время при ремонте деталей применяются следующие способы сварки и наплавки: электродуговая ручная, автоматическая и полуавтоматическая под слоем флюса, полуавтоматическая в среде защитных газов и ацетилено-кислородная.

## Ручная электродуговая сварка стальных деталей

## Выбор режима сварки

Наибольшее распространение при ремонте механических агрегатов имеет электродуговая сварка металлическим электродом.

Важнейшим вопросом технологии ручной электродуговой сварки является определение оптимального сварочного режима, в понятие которого входят диаметр электрода и сила сварочного тока. Напряжение на дуге и скорость ручной сварки обычно не регламентируется.

Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины и химического состава свариваемых деталей, вида соединения, положения шва в пространстве и температуры окружающей среды.

<sup>\*</sup> ГОСТ 2601-44. Сварка металлов. Терминология, 1955,

Величина сварочного тока определяется в зависимости от мар-ки и диаметра электрода.

Для подбора сварочного тока пользуются зависимостью

$$I_{cB} = 40d_{en} [a],$$

где  $d_{\text{эл}}$  — диаметр электродного стержня.

При сварке на вертикальной плоскости и потолочном положении силу сварочного тока рекомендуется применять на 10—20% меньше, чем для сварки нижних швов.

Рекомендации по выбору диаметра электрода и величины сварочного тока приведены в табл. 1.

Таблица 1 Рекомендации по выбору режима ручной электродуговой сварки металлическим электродом

Марки электродов	Диаметры		емый диапазон т и сварке в поло:		
нарки электродов	электро- дов, <i>мм</i>	инжнем	вертикальном	горизонтальном и потолочном	
ЦМ-7	3	120—130	100—130	100—130	
OMM-5 M93-04	5 6	160—200 200—250 300—330	130—160 170—210	130—160	
уП1	3	100160	90—150	80—140	
УП2-55	5	150—240 190—300	140—180 140—180	130—170 130—170	
УОНИ-13	3 4	90—130 160—200	80—130 120—160	80—120 120—160	

Геометрические элементы различных форм подготовки кромок деталей, предназначенных для ручной сварки, регламентированы ГОСТ 5264—58. Основные из них приведены на рис. 1.

## Электроды для ручной сварки

Металлические электроды подразделяются на две группы: электроды для сварки и электроды для наплавки изношенных деталей. По размерам и общим техническим требованиям они должны соответствовать ГОСТ 9466—60.

Для изготовления стальных электродов применяют специальную сварочную проволоку согласно ГОСТ 2246—60 и специальные покрытия, которые служат для повышения устойчивости горения дуги и улучшения качества наплавленного металла. Химический состав сварочной проволоки приведен в табл. 2, а состав электродных покрытий — в табл. 3 и 4.

81			Вид в попер	ечном сечении	Толщина	
TUNBI WBOB		eH080HUE 1608	Подготовлен- ных кромок	Выполненного шва	свариваемого материала В в мм	
>		ы по ртовке		8	< 3	
199/11 2/91	скоса	Односто-			4 4	
Стыновые	Без скои кромож	Двухсто- роннце		\$222	3~8	
	V-0	бразные			4-26	
/		поронние пса кромок	willia /		> 3	
16 W861		поронним кромок	2000		> 4	
425108618	о с двухсторонним скосом кромок				» 10	

Рис. 1. Подготовка кромок под сварку и выполнение шва

Химический состав стальной сварочной проволоки по ГОСТУ 2246-60

Св-10	08 08A 08FA 00F2	<pre></pre>	Mn 0,35-0,60 0,35-0,60 0,80-1,10	Si	9лементов, % Cr ≪0,15	Ni	Mo	S не б	Р	Прочие ытнэмэле
Углеродистая Св-08 Св-08 Св-08 Св-08 Св-10 Легированная (для сварки низ- колегированных сталей) Св-12 Св-10 Св-12 Св-10 Св-12 Легированная (для сварки теп- лоустойчивых и конструкционных сталей) Св-18	08 08A 08FA 00F2	<0,10 <0,10 <0,10	0,35-0,60	<0,03		Ni	Мо			4
Св-08 Св-08 Св-08 Св-08 Св-10  Легированная (для сварки низ- колегированных сталей) Св-12 Св-10	98A 98FA 0F2 98FC	<0,10 <0,10	0,35-0,60	<0,03				не б	олее	3VEWEU1DI
Св-08 Св-08 Св-08 Св-10  Легированная (для сварки низ- колегированных сталей) Св-12 Св-10	98A 98FA 0F2 98FC	<0,10 <0,10	0,35-0,60		<0.15					
Св-08 Св-10  Легированная (для сварки низ- колегированных сталей)  Св-08 Св-08 Св-08 Св-08 Св-10	087A 072 087C	<0,10 <0,10	0,35-0,60			<0,30		0,04	0.04	
Дегированная (для сварки низ- колегированных сталей) Св-08 Св-08 Св-08 Св-08 Св-08 Св-10	0F2 8FC	≪0,10		/ / / / / / / /	≪0,10	≪0,25		0,03	0.03	
Легированная (для сварки низ- колегированных сталей) Св-08 Св-10	erc			<0,00	≪0,10	≪0,25		0,03	0.03	
(для сварки низ- колегированных сталей) Св-12 Св-10 Св-10 Св-10 Св-10 Св-10 Св-10 Св-10 Св-10 Св-10 Св-10 Св-10 Св-10 Св-10 Св-10 Св-10 Св-10 Св-10			1,50-1,90	≪0,08	≪0,10	<0,30	-	0,04	0,04	<u> </u>
Св-08 Сталей)  Св-10		≪0,10	1,40-1,70	0,60-0.85	≪0,20	≪0,25		0,03	0.03	$A1 \leqslant 0.05$
Сталей) Св-12 Св-10 Св-10 Св-12 Легированная (для сварки теп- поустойчивых и конструкционных сталей) Св-18	8Γ2C	<0,11	1,80-2,10	0,70-0,95	≪0,20	≪0,25		0,03	0.03	$A1 \le 0.05$
Св-10 Св-12 Легированная (для сварки теп- лоустойчивых и конструкционных сталей) Св-18	2FC	≪0,14	0,80—1,10	0,60-0,90	≪0,20	≪0,30		0,03	0.03	
Легированная Св-08 (для сварки теп- поустойчивых и конструкционных сталей) Св-18	0ХГ2С	0,06-0,12	1,70—2,10	0,70-0,95	0,70—1,00	≪0,25		0,03	0,03	$A1 \le 0.05$
Легированная (для сварки теплоустойчивых и конструкционных сталей) Св-18	0ГСМТ	0,08-0,14	1,00-1,30	0,40-0,70	0,30	≪0,30	0,20-0,40	0,03	0.03	Ti 0,05—0,12
(для сварки теп- поустойчивых и конструкционных сталей) Св-18	2Γ2X	0,10-0,14	0,60-1,90	0,30	1,20-1,50	≪0,25	_	0,03	0,03	
лоустойчивых и конструкционных сталей) Св-18	8XHM	≪0,10	0,50-0,80	0,12-0,35	0,70-0,90	0,80—1,20	0,25-0,45	0,03	0.03	
конструкционных Св-08 сталей) Св-18	OHM	≪0,12	0,40-0,70	0,12-0,35	≪0,20	1,00-1,50	0,40-0,55	0,03	0.03	_
Св-18	8XH2M	≪0,10	0,55-0,85	0,12-0,35	0,70-1,00	1,40-1,80	0,20-0,40	0.03	0,03	_
Св-18	8ХГСА	0,15-0,22	0,80—1,10	0,90-1,20	0,80—1,10	≪0,30		0,025	0,03	
	8XMA	0,15-0,22	0,40-0,70	0, 12-0, 35	0,80-1,10	≪0,30	0,15-0,25	0,025	0,03	121
Св-10	MX0	≪0,12	0,40-0,70	0,12-0,35	0,80—1,10	≪0,30	0,40-0,60	0,03	0,03	_
Св-10	XMC	≪0,12	0,40-1,80	0,12-0,35	0,45-0,65	≪0,30	0,40-0,60	0,03	0,03	
Св-08	8XF2CM	≪0,10	1,40-1,80	0,60-0,90	0,80-1,10	≪0,30	0,40-0,60	0,03	0,03	
Св-10	ЭΥΜΧΟ	0,07-0,12	0,40-0,70	≪0,35	1,40—1,80	≪0,30	0,40-0,60	0,03	0,03	Ti 0,05—0,12 0,05—0,35
	BXLCW	≪0,10	1,20-1,60	0,60-0,90	0,95—1,95	≪0,30	0,50-0,70	0,03	0,03	V 0,20—0,40
CB-083	ВХМФ	≪0,10	0,40-0,70	0,12-0,35	1,00-1,40	<0,30	0,60-0,80	0,03	0,03	V 0,15—0,35
Св-082	ВХМФБ	≪0,10	0,40-0,70	0,12-0,35	1,10—1,50	<0,30	0,70—0,90	0,03	0,03	Nb 0, 10—0, 35 0, 15—0, 35
Легированная Св-082	вхзг2См	≪0,10	2,00-2,50	0,45-0,75	2,00-3,00	≪0,30	0,30-0,50	0,03	0,03	
(для сварки теп- Св-13) поустойчивых и	ВХ2МФТ	0,10-0,15	0,40-0,70	≪0,35	1,70-2,20	≪0,30	0,40-0,60	0,03	0,03	Ti 0,05—0,12 V 0,15—0,35
OHCTOURILLOURING	ЗХЗМФБ	≪0,10	0,400,70	0,120,35	2,20-2,60	<0,30	0,60-0,80	0,03	0,03	Nb 0,20—0,50 V 0,15—0,35
C <sub>B</sub> -102	X5M	≪0,12	0,40-0,70	0,12-0,35	4,006,00	≪0,30	0,40-0,60	0,03	0,03	_
Св-061	НЗА	≪0,8	0,40-0,70	<0,30	≪0,30	3,00—3,50	V	0,025	0.03	-,-

-										п.роволжени
				Содержание	элементов, %	بالمراجع والمراجع			1	
Марка	проволоки	C	Mn				Mo	S	P	Прочие
			Ivin	Si	Ct	NI	MO	не б	олее	элементы
Высоколегиро- ванная (хроми- стая)	Св-10Х11МФН Св-10Х11ВМФН	0,08—0,15 0,08—0,13	0,35—0,65 0,35—0,65	0,25—0,55 0,30—0,65	10,50—12,00 10,50—12,00	0,60—0,90 0,80—1,10	0,60—0,90 1,00—1,30	0,03 0,03	0,03 0,03	V 0,25-0,50 W 1,0-1,4 V 0,25-0,50
~	CB-06X14 CB-10X13 CB-08X14FT CB-10X17T CB-13X25T	<0,08 0,08—0,15 <0,10 <0,12 <0,15	0,30-0,70 0,30-0,70 0,90-1,30 <0,7 <0,8	0,30-0,70 0,30-0,70 0,25-0,65 <0,80 <1,0	13,0—15,0 12,0—14,0 13,0—15,0 16,0—18,0 23,0—27,0	<0,60 <0,60 <0,60 <0,60 <0,60 <0,60		0,03 0,03 0,03 0,03 0,03	0,03 0,03 0,03 0,035 0,035	Ti 0,60—1,00 Ti 0,5 Ti 0,5
Высоколегиро- ванная (аустенит- ная)	Св-02X19Н9 Св-04X18Н9 Св-04X19Н9С2 Св-06X19Н9Т Св-05X19Н9Ф3С2 Св-07X18Н9ТЮ	<0,04 <0,06 <0,06 <0,08 <0,07 <0,09 <0,10	1,00-2,00 1,00-2,00 1,00-2,00 1,00-2,00 1,00-2,00 <2,00 1,00-2,00	0,50—1,00 0,50—1,00 2,00—2,75 0,40—1,00 1,30—1,80 <0,80 1,30—1,80	18,0—20,0 18,0—20,0 18,0—10,0 18,0—10,0 18,0—20,0 17,0—19,0 18,0—20,0	8,0—10,0 8,0—10,0 8,0—10,0 8,0—10,0 8,0—10,0 8,0—10,0		0,018 0,018 0,018 0,018 0,025 0,015	0,025 0,025 0,025 0,030 0,030 0,030	Ti 0,5—1,0 V 2,2—2,7 Ti 1,0—1,4 Al 0,6—0,95 V 1,8—2,4
Y Y	Св-08Х19Н10Б	0,05-0,10	1,20—1,70	≪0,70	18,5—20,5	9,0—10,5		0,018	0,025	ND 1,2-1,5
Высоколегиро- ванная (аустенит- ная)	Св-04X19H11M3 Св-10X16H20M6 Св-06X19H10M3T Св-08X19H12M3 Св-30X15H35B3Б3Т	<0,06 0,08-0,12 <0,08 0,06-0,10 0,25-0,32	1,00—2,00 1,00—2,00 1,00—2,00 1,00—1,70 0,50—1,00	<0,60 <0,60 0,30-0,80 0,30-0,70 <0,20	18,0—20,0 15,0—17,5 18,0—20,0 18,5—20,5 14,0—16,0	10,0—12,0 24,0—27,0 9,0—11,0 11,5—13,0 34,0—6,0	2,0—3,0 5,50—7,00 2,0—3,0 2,30—2,80	0,018 0,018 0,018 0,018 0,015	0,025 0,025 0,030 0,025 0,025	$\begin{array}{l} \text{Отношение} \\ C_1: \text{Ni} \leqslant 2,\!05 \\ \text{N } 0,\!1-\!0,\!2 \\ \text{Ti } 0,\!5-\!0,\!8 \\ - \\ \text{W } 2,\!5-\!3,\!0 \\ \text{Ti } 0,\!6-\!1,\!0 \\ \text{Nb } 2,\!8-\!3,\!3 \end{array}$
Высоколегиро- ванная (аустенит- ная)	Св-10X20H15 Св-07X25H13 Св-13X25H18 Св-08X20H10Г6 Св-08X20H9Г7Т Св-25X25H16Г7 Св-08X25H5ТМФ	<0,12 <0,09 <0,15 <0,10 <0,10 0,20—0,28 <0,10	1,00—2,00 1,00—2,00 1,00—2,00 5,00—7,00 6,00—8,00 6,00—8,00 <0,80	0,80 0,50—1,00 ≤0,50 0,20—0,70 0,50—1,00 ≤0,30 ≤1,00	19,0—22,0 23,0—26,0 24,0—27,0 20,0—22,0 18,0—22,0 24,0—27,0 24,0—26,5	14,0—16,0 12,0—14,0 17,0—20,0 9,0—11,0 8,0—10,0 15,0—17,0 4,80—5,70	0,06—0,12	0,018 0,018 0,018 0,018 0,018 0,018 0,018	0,025 0,025 0,025 0,035 0,035 0,030 0,030	Ti 0,6—0,9 Ti 0,08—0,2 N 0,1—0,2 V 0,08—0,15
	Св-08Н50	≪0,10	≪0,50	≪0,50	<0,30	48,0—53,0		0,02	0,03	

Примечания: 1. В проволоках Св-08 и Св-08А алюминий не допускается.

<sup>2</sup> Содержание меди в проволоке всех марок не должно превышать 0,25%.

Тип покрытия	Составные части покрытия	Назначение
Ионизирующее или стабилизирующее	и Мел, кальцинирован- ная сода, поташ, хро- мат калия	Повысить устойчивость электрической сварочной дуги. Электроды применяются для сварки неответственных конструкций, работающих при статических на грузках
Шлакообразующее	Мел в большом количестве, марганцевая руда, полевой шпат, плавиковый шпат	Защитить расплавлен- ный металл от вредного воздействия кислорода воздуха путем создания шлаковой защиты
Газообразующее	Крахмал, целлюлоза, древесная мука	Защитить расплавленный металл от вредного воздействия кислорода воздуха путем создания защитной газовой среды
Легирующее	Ферромарганец, ферросилиций, ферротитан и другие ферросилавы	Уменьшить содержание вредных примесей (S, P) в наплавленном металле. Компенсировать угар легирующих элементов из металла. Увеличить содержание соответствующих легирующих элементов (Мп, Si и др.) в наплавленном металле
Цементирующее или вязующее	Жидкое стекло, декст- рин	Придать покрытию необходимую прочность и влагоустойчивость после сушки и прокалки

покрытий
электродных
Состав

Комповенты покрытия         Меловые           (334)         100           Мел.         100           Поташ.         —           Хромовокислый калий.         —           Мрамор.         —	A-1 (934)	MII (342)						
ый калий	3,2		MT (942)	OMM-15 (342)	УОНИИ-13/15 (Э50А)	НИИ-48 аустенитиые (Э55Ж)	ЦН-250 (ЭХН-25)	ЦН-350 (ЭХН-30)
ый калий	3,2	85		ı	1	1	1	I
IBIŘ	1	1	I	1	1	1	1	1
		1	7	1	1		ı	1
	ľ	1	1	ı	54	45	44	40
Плавиковый шпат	1	15	ı	J	15	35	21	21
Полевой шпат	1	1	31	13	1	4	12	12
Кварц	1	ı	1	1	6	-	ı	1
Марганцевая руда	10,2	I	1	21	1	1	1	1
Титаповая руда	9—98	1	62	37	ļ	1	ſ	
Крахмал	J.	1	I	6	1	1	ı	1
Ферромарганец	1	1	1	20	ಬ	9	14	18
Ферросилиций	1	1	1	1	2	10	6	6
Ферротитан	1	1		1	12	I	1	
Жидкое стекло	Bce	покрытия	замешиваются		на жидком стекле	удельного веса	1,3—1,5	
Марка проволоки по Св-08 ГОСТ 2246—60	1	CB-10FCMT	CB-08	CB-08	Св-08 или Св-08A	CB-08X20H10F6	S CB-08	CB-08

Маркировка и нормы механических свойств электродов приведены в табл. 5—11.

Таблица 5 Металлические электроды для дуговой сварки конструкционных сталей

		Механи	ческие	войства		COTA	жание				
	плавле при пр трод	металла шва или на- плавленного металла при применении элек- тродов диаметром более 2,5 мм			ого со- ия при нении гродов стром мм	в ме шва в нап. ном м	талле талле или тавлен- еталле,				
Гип электрода	предел прочности, кг/мм <sup>а</sup>	относитель- ное удлине- ние, %	ударная вязкость, кг/жд²	предел прочности, кг/жж³	угол загиба, град	серы	фосфора	Основное назначение			
- L			не мене	e		не б	более				
Э34	34	_	_	34	30	0,05	0,05	Для сварки малоугле-			
<b>Э</b> 42	42	18	8	42	120	0,05	0,05	родистых и низколегированных сталей			
942A	42	22	14	42	180	0,04	0,04				
946	46	18	8	46	120	0,05	0,05				
Э46A	46	22	14	46	150	0,04	0,04				
950	50	16	6	50	90	0.05	0,05	Для сварки среднеуг-			
950A	50	20	13	50	90	0,05	0,05	леродистых и низколеги- рованных сталей			
<b>Э</b> 55	55	20	12	55	140	0,04	0,04				
<b>9</b> 60	60	16	6	_				Для сварки легирован-			
960A	60	16	10					ных сталей повышенной прочности			
<b>Э</b> 70	70	12	6	-							
Э85	85	12	5	-		0,04	0,04				
<b>Э100</b>	100	10	5	-	_						
9125	125	6	4	-1	-	7-" I					
9145	145	5	4	_	_			8			

Примечание, Механические свойства типов электродов 985-9145 даны после термической обработки согласно паспортам на электроды.

Электроды с тонкими покрытиями для сварки металлов малых толщин и неответственных конструкций

	Элект <u>ј</u> металла	ооды для с любой то	варки лщины	металл	оды для ( а малой т ),5—2,5 <i>м</i> я	олщины
Состав покрытия	меловые (прово- лока Св-08А, Св-08ГА, Св-10ГА)	КЗ /про- волока Св-08, Св-08А)	АК (про- волока Св-08, Св-08А)	ОМА-2 (проволока Св-08, Св-08A, Св-12ГС, Св-18ГСА)	МТ (про- волока Св-08, Св-08А)	ВИЛ-6 (проволока Св-08, Св-08А, Св-12ГС, Св-18ГСА)
Сухие вещества, %:	100					10
мел	100	-	_	77 mg		16
титановый концентрат		57,8	86,6	36,5	62	
двуокись титана	_					46
марганцевая руда	_	42,2	10,2	8,5	-	_
двуокись марганца.	-					- 8
полевой шпат	_		-	-	31	_
ферросилиций	_	-	3,2	5,2		_
селитра калиевая	100		5,2	2,0		30
углекислый барий хромовокислый ка-				_		- 00
лий				445	7	_
древесная мука				46,8		_
декстрин		-		6	-	_
ферромарганец	-	-		-	-	-
Жидкое стекло (на 100 частей сухой смеси)	25—30	25—30	3035	30—35	30	30—35

Таблица 7

# Электроды для сварки конструкционных сталей повышенной прочности, работающих при значительных знакопеременных нагрузках

		14 T	Марк	а электј	оода		
Состав покрытия и характеристика электрода	УОНИ 13/45	УОНИ 13/55	УОНИ 13/65	УОНИ 13/85	BH-45	CM-II	030-2
		Марка	проволок	и Св-08	(ΓΟCT 224	1660)	
Сухие вещества, %: мрамор	53	54	51	54	33,5	28,5	44
плавиковый шпат.	18	15	15,5	15	16,5	20,4	20,7
кварцевый песок.	9	9 -	8		-	_	_
ферромарганец	2	5	7	7	2,4	3,5	2,0

			Maj	рка элект	рода		
Состав покрытия и харэктеристика электрода	УОНИ 13/45	УОНИ 13/55	УОНИ 18/65	уони 13/85	BH-45	CM-11	030-2
	1	Марк	а проволо	жи Св-08	(ΓΟCT 22	246-60)	
ферросилиций	3	5	3	10	8,6	7,9	15
ферротитан	15	12	15,5	9	8		-
ферромолибден	-	_	-1	5	_	-	_
двуокись титана	_	-	-	7.12	9	3,5	_
марганцевая руда		-	// <del>-</del>	-	_	_	9
рутил	-	_	-	- 4	4,1	_	6
слюда (порошок)			-	12	_	-	3
сода	-	-			0,3		0,3
железный порощок.		_	-	-	33,6	33	_
целлюлоза	1-	1		_	-	2	
поташ	-	_	_	_	1	1,2	_
Жидкое стекло (на 100 частей сухой смеси)	25—30	25—30	25—30	25-30	25	23	23
Отношение веса покрытия к весу стержня, %	3040	30—40	30—40	30—40	30—40	3040	3040
⟨оэффициент наплавки,      г/а · ч	9,8	8,0	8,0	8,0	9,5-10	9,5-10	9,5-10
Предел прочности, кг/мм²	4345	50—55	6065	8090	45—50	45 50	4550
Дарная вязкость, кгм/см²	25—30	2530	18—23	910	_	20-25	20—25
Относительное удлине- ние, %	28-32	25-30	25	12—20	2025	20—25	2025
Род тока		Постоя	нный (г	олярно	сть обра	тная)	

Электроды ЦНИИТМАШ с фтористо-кальциевыми покрытиями для сварки легированных и жаропрочных сталей

			Марка эле	ктрода		
Состав покрытия	цу-2хм	ЦЛ-12	ЦЛ-13	ЦЛ-17	ЦЛ-18	ЦЛ-19
и характеристика электрода		Mag	ка сварочно	ой проволог	ки	
электрода	Св-08	Св-08	12Х2ФБ	Св-Х5М	Св-18ГС	20X M
Сухие вещества, %: мрамор	49,0	48,5	50,0	52,0	50,0	50,0
плавиковый шпат	22,0	22,0	30,0	20,0	30,0	30,0
каолин	- 1	7,0	10,0	_	8,0	8,0
двуокись титана	-	3,0	4,0	-	Шпат 4,0	-
кварцевый песок	8,0	-		8,0	-	-
ферромарганец	7,0	3,0	3,0	4,0	5,0	7,0
ферросилиций	4,0	3,0	2,0	1,0	_	2,0
феррохром	6,0	9,0		3,0	2,0	2,0
ферромолибден	3,0	2,5	_	10,0		-
феррованадий	_	1,0	1	2,0	_	_
алюминий	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0
Жидкое стекло (на 100 частей сухой смеси)	25—30	2530	25—30	2530	25—30	25—30
Коэффициент наплавки, e/a·u	9,, 5	10	10	10,5	8,5	9,0
Марка свариваемой стали	15XM	12Х2МФБ	12ХМФБ	15Х5МФБ	30ХГС	30XFC

Род тока

Іостоянный (полярность обратная)

Электроды ЦНИИТМАШ для наплавки режущего инструмента и штампов холодной штамповки

		Ma	рка электрол	a			
Состав покрытия и характеристика	ЦИ-1М	ЦМ-1У	ци-1Л	ЦИ-2У	ЦИ-2Л		
электрода -	Марка сварочной проволоки						
Сухие вещества, %:		00	00	00	00.8		
мрамор	23	23	23	29	28,8		
плавиковый шпат	16	17,4	15,8	21,3	14,9		
ферромарганец.	1,5	1,5	1,5	2.0	2,4		
ферросилиций	1,4	1,4	1,4	2,0	2,4		
феррохром	10,2	10,2	8,7	11,6	13,2		
феррованадий	5,3	5,3	7,8	10,6	20,0		
ферровольфрам	40	39,8	39,0	21,5	13,5		
алюминий . , .	1,0	1,0	1,0	1,2	1,5		
графит	1,6	0,4	1,8	0,8	3,3		
Жидкое стекло (на 100 частей сухой сме- сн)	25	25	25	30	30		
Отношение веса покры-					1 - 1		
тия к весу стержня электрода, %	31—42	38—42	62-72	30—40	30-40		
Коэффициент наплавки, $e/a \cdot 4 \cdot \dots \cdot \dots$	8	8	8	8	8		
Твердость наплавл <b>е</b> н- ного металла	После с 900° С	наплавки и отпуска	HRC 57- c 720° C I	–62, после HRC 30—35	е отпус		
Род тока	Постоян	ный (полярі	ность обрат	гная)			

Примечания: 1. Наплавка выполняется в нижнем положении, короткой дугой в один прием.
2. Медные формующие пластины могут охлаждаться водой.

	HIMAT	1-repur	SB-02X19H9	40 10 10 15 5 15 14,5 0,5
	FHATTA		6H61X20-aD	32 115 110 114 124 125 325 30
	340-2	-60)	CB-06X19H9T	25 - 1 - 1 - 4 - 1 - 1 - 2 - 1 - 2 - 2 - 3 - 3 - 3 - 3 - 3 - 3 - 3 - 3
9	SHTV-3	FOCT 2246	CB-06X19H10E	42 39 39 6,24 6,24 25,5 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 -
Марка электрода	уони 13/нж	Марка сварочной проволоки (ГОСТ 2246-60)	CB-020X19H9	27,5 33,5 4,5 2,5 
	LT-1	ка сварочн	CB-02X19H9	25-30 12,5
	ПЛ-11	Map	CB-08X19H10B	25 4 4 4 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5
	ЦЛ-4		CB-05X19H9	35,5 41 41 8,5 
	ЦЛ-2		CB-06X19H9T	25 30 11.5 11.5
Состав покрытия и характеристика электрода		Η	Сухие вещества, %:  доломит мрамор плавиковый шпат двуокись титана ферромарганец ферромуний ферромуний ферромуний феррованадий аммоний металлический молибден металлический марганец рутил слюда (мука) сода кальщинированная стей сухой смеси) Коэффициент наплавки, г/а ч	

Состав покрытия	Мары	а электрода и св	арочной прово.	юки
и характеристика электрода	ЦН-2, проволока ВЗКЦЭ	ЦН-3, проволока Св-0Х18Н9 Св-1Х18Н9Т	ЦС-1, сормайт-1	ЦС-2, сормайт-11
Сухие вещества, %:				
мрамор	54	15	40	40
плавиковый шпат	32	9	30	30
ферромарганец	- 1	2	6	5
феррохром	-	69	10	10
графит . ,	2	5	4	4
алюминий	12		10	10
(идкое стекло (на 100 частей сухой сме- си)	25—30	25—30	25—30	25—30
гношение веса покрытия к стержню, %	25—30	115—120	22—28	22—26
ердость наплавленного слоя	45—53	4050	4851	38-42
Род тока	Переменный	Постоянный	(полярность	обратная)
			,	

Сварку чугуна ведут электродами со стержнями из стальной проволоки, чугуна, цветных металлов и сплавов.

При ремонте техники для сварки чугунных деталей хорошо зарекомендовали себя электроды марок: ОМЧ-1; УОНИ 13/45; ОЗЧ-1 и ЦЧ-4А. Химический состав стержней приведен в табл. 12, а характеристики электродных покрытий для сварки чугуна— в табл. 13.

Сварочные материалы из черных металлов, применяемые при сварке чугучных изделий

## Электродные покрытия для сварки чугуна

Поп	Орытие		
тип	количество, весовые //o	Род тока и полярность	Состав покрытия, %
ОМЧ-1	30—35	Переменный и посто- янный	Мел — 25, графит черный — 41, ферромарганец — 9, полевой шпат — 25, жидкое стекло — 40 (1, 34)
УОНИ	30—35	Постоянный, обратная полярность	Мрамор — 53, плави- ковый шпат — 18, квар- цевый песок — 9, ферро- марганец — 2, ферроси- лиций — 3, ферроти- тан — 15, жидкое стек- ло — 30 (1, 34)
O3 <b>પ</b> -1	30—35	Постоянный, обратная полярность	В состав покрытия ти- па УОНИ 13/55 добав- ляется примерно 50% железного порошка от веса шихты
ЦЧ-4А	58—62	Постоянный, прямая полярность, или переменный	Мрамор — 12, плави- ковый шпат — 16, ферро- ванадий (40%), ферро- силиций (45%) — 4, по- таш — 2, жидкое стек- ло — 30 (1, 34)

Примечание. Жидкое стекло дано в процентах к сухой смеси покрытия; в скобках указан удельный вес жидкого стекла.

Для сварки алюминия служат электроды марки АЛ-1Ф1, химический состав их приведен в табл. 14, а режимы сварки в табл. 15.

Таблица 14

## Химический состав электродов АЛ-1Ф1

		Хим	ический сост	ав, %		
Ctt	SI	Мп	Mg	Fe	Zn	AI
0,01	0,17	0,01	0,01	0,23	0,47	Остальное

Таблица 15

#### Режимы сварки электродами АЛ-1Ф1

5 200—280 30—32 Сварка возможна при нижнем полувертикальном положениях по стоянным током (полярность обрат ная)	Дваметр, электрода, мм	Сварочный ток, а	Напряжение, а	Род тока и полярность
стоянным током (полярность обрат	5			Сварка возможна при нижнем и
	6			
	8	400—550	32—34	

# Оборудование для электродуговой сварки постоянным током

Питание дуги при электросварке постоянным током производится от электромашинных преобразователей, агрегатов с двигателем внутреннего сгорания или от выпрямителей.

Сварочные преобразователи постоянного тока подразделяются: по способу установки— на стационарные и подвижные и по количеству питаемых постов— на однопостовые, предназначенные для питания одной сварочной дуги, и на многопостовые, предназначенные для одновременного питания нескольких сварочных дуг. Характеристики оборудования для электродуговой сварки постоянным током приведены в табл. 16 и 17.

сварки для сварочных преобразователей и генераторов характеристики

	sec, ke	590 940 1155 400 780 1040 900 980 980 980 980 1900	1700
змеры	3110013	×20000000000	910 17
Габаритные размеры агрегата, <i>м.я</i>	енифип	100000000000000000000000000000000000000	865
Габари ari	енигт	1200 1400 1055 1015 1275 1330 1085 1085 2120 2120 2820 2820 5880	1460
ль	мощность	14 Kem 27 Kem 4 Kom 14 Kom 28 Ksm 55 Kom 14 Kem 30 A. C. 20 A. C. 60 A. C.	75 KBM
Двигатель	пит	A-62/4 A-72/4 AB-42-2 AB-62-4 AB-72-4 AB-61-2 AB-61-2 AB-71-2 I A3-MKA I A3-MKA 5114-4-8,5/11 SA3-M204F SA3-M204F	ВДЭ-75-4-1
	кий преобразователя	0,57 0,55 0,55 0,53 0,53 0,65 0,65	1
	пределы регулирова- нии свароч- ного тока, а	80—380 120—600 30—120 75—320 120—600 200—800 50—350 50—500 75—320 45—320 120—600 120—600	6 nocros or 15—300
Сварочный генератор	номинальный сва- рочный ток при ПР-65%, а	340 500 300 300 300 300 300 300 400	1000
очный г	иее напражение, в номинальное рабо-	84588888888888888888888888888888888888	09
Свар	нэгрузке, көм полжительной нэгрузке, көм	48444855488	09
	TEST.	CT-300M-I FC-500 FCO-120 FCO-300 FCO-500 FCO-500 FCF-350 CT-500 CMF-2P-IV FCO-300 CMF-2P-IV FCO-300 CMF-3-VIII CFII-3-VIII	Cr-1000
	Твп агрегата	ПС-300м-1 ПС-500 ПСО-120 ПСО-300 ПСО-500 ПСО-500 ПСГ-350 ПСГ-500 АСБ-300 АСБ-300 АСД-3-1 АСД-3-1 АСД-3-1 АСД-3-1 АСД-3-1	ПСМ-1000

Технические характеристики сварочных полупроводниковых преобразователей (выпрямителей)

Элементы	Типы выпрямителей						
характеристик	СПГ-100	BCC-120-3	BCC-200	BCC-300-2	СПС-300		
Напряжение питающей сети, в	220—380 60—65	220—380 60	220—380 60	220—380	220—380 70—72		
Номинальный сварочный ток при ПР-65%, а	100 20—100	120 15—120	200 30—150	300 40—300	300 30—350		
Коэффициент полезного действия Вес, кг	0,5 150	0,58 140	0,56 187	0,69 240	0,6 350		
мм; длина ширина высота	950 450 620	800 650 775	600 480 1200	875 735 900	=		

Примечания: 1. СПГ — германиевые преобразователи, ВСС — селеновые. 2. Преимуществами сварочных полупроводниковых преобразователей по сравнению со сварочными генераторами являются отсутствие вращающихся частей, более высокий коэффициент полезного действия, отсутствие шума в работе и меньший расход металла на единицу мощности.

# Оборудование для электродуговой сварки переменным током

При сварке переменным током пользуются сварочными трансформаторами, которые подразделяются на две основные группы:

в первую группу входят понижающие трансформаторы с малым магнитным рассеиванием и дополнительной реактивной катушкой — дросселем. Дроссель может быть выполнен на отдельном сердечнике или на общем магнитопроводе трансформатора. Вторую группу составляют трансформаторы с повышенным магнитным рассеиванием.

Характеристики оборудования для электродуговой сварки переменным током приведены в табл. 18.

трансформаторов характеристика однопостовых Техническая

TY-Для ручной г говой сварки Назначение TOKOM сварки переменным 160 90 185 250 280 280 260 Bec' Ks 670 1382 BLICOTA енидит 818 690 650 7760 840 840 895 777 777 950 EHHLL Коэффициент полез-ного действия 83 регулирова-ния свароч--2200 85 croro xona, s 838888888 Напряжение холомощность, ква 180 **ВВНАКБНИМО** Н ричное напряже-88888888 номинальное вто-53 рочный ток при ПР-65°/₀, а 500 300 300 300 500 500 500 Номинальный сва-CT3-24-V TCA-2000

# Электродуговая автоматическая и полуавтоматическая сварка стальных деталей под слоем флюса

# Сущность и преимущества сварки под слоем флюса

Сущность сварки под слоем флюса состоит в том, что сварочная дуга горит под слоем сухого зернистого вещества, называемого флюсом. Высота слоя флюса, насыпанного на свариваемое изделие, составляет 20—80 мм.

При полуавтоматической сварке электродная проволока подается из кассеты подающим механизмом через шланговый провод в трубчатый мундштук держателя. Сварочная проволока по мере оплавления автоматически подается к детали, а держатель перемещается сварщиком.

При автоматической сварке под слоем флюса обычно автоматизируют все процессы: подачу электродной проволоки и флюса, возбуждение дуги, устойчивое поддержание горения и перемещение дуги относительно изделия со скоростью сварки, заварку конечного кратера и разрыв дуги.

Автоматическая сварка под слоем флюса имеет ряд преимуществ по сравнению с ручной электродуговой сваркой, главные из них следующие: высокая производительность, высокое качество сварного шва, достаточно высокая экономичность.

Характеристики оборудования для электродуговой сварки под слоем флюса приведены в табл. 18.

## Флюсы и электродная проволока для сварки

Необходимый состав металла шва можно получить при соответствующем выборе флюса, электродной проволоки и режима сварки.

Сварочные флюсы должны обеспечивать:

- устойчивое горение дуги;
- хорошее формирование металла шва;
- отсутствие пор и трещин в шве;
- минимальное выделение вредных газов при сварке;
- необходимый химический состав и механические свойства металла шва;
- легкую отделимость шлаковой корки от металла шва.

Для легирования наплавленного металла применяют: легированную электродную проволоку, порошковую проволоку и керамический флюс. Химический состав сварочных флюсов приведен в табл. 19. Применение сварочных флюсов и электродной проволоки приведены в табл. 20.

		Химич	еский со	став в пр	оцентах	Химический состав в процентах некоторых марок сварочных флюсов	их марок	свароче	ных флюс	03 03		
Марка флюса	SiO <sub>2</sub>	AlgO <sub>3</sub>	Ti0.	МпО	CaO	MgO	К <sub>2</sub> О и Na <sub>2</sub> O	FeO	$CaF_2$	20	d	Прочие
AH-348A	41—43,5	<b>\$</b>	I	34,5—37,5	5,5	5,5—7,5	1	Î	4-5,5*	<0,15	<0,12	]
OCIJ-45	42—45	<2,5	I	3843	5	\[ \sqrt{\sq}}\sqrt{\sq}}}}}}}}}}}}}} \sqit{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sq}}}}}}}}}}} \sqit{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sq}}}}}}}}} \sqit{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sq}}}}}}}}}} \sqit{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sq}}}}}}}}} \sqit{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sq}}}}}}}}} \	Ĭ	<1,5	6-8	<0,15	<0,15	1
ФЦ-7	46—48	≪3	1	24—26	က	1618	8'0-9'0	<1,5	2-6	<0,15	<0,10	<0,5
ТКЗД-1	46,5	1	4,5	44,1	1	1	1	Ĭ	1	ı	I	ı
AH-10	20—23	19—21	1	29,5-33,5	3-7	<1,2	0,4-0,6	<1,2	18—24	<0,15	<0,20	1
AH-60	44-46	<3	I	35—38	8—12	ı	Î	<1,5	5,5-7,5	1	1	1
ФЦЛ-1	27—28	_	10-14 9,7-10,2	l.	28—30	16-18		<1,2	ľ	ľ	1	1
ФЦЛ-2	35; 36,5	2-9	l	1	32—34	15—18		<1,2	6-7.5	ı	1	!
6-ПФ	39,5	11.7	Ī	39,8	3,5	6,0	J	<0,5	9,8	1	1	ŀ
AH-51	31—33	21—23	1,5-2,5	5-6,5	12—15	14—17	Ţ	<1,5	7,0—8,5	<0,15	<0,05	1
AH-8	33—36	11-15	L	21—26	4—7	5—7	1	<1,5	13-19	<0,15		I
AH+22	18-21,5		1	7—9	12—15	11,5-15	1,3-1,7	<1,0	20—24	<0,05		ļ
AH-30	2—2		1	0,5	16-20,5		1	<1,0	19—23	<0,08		1
AH-20	21—23	28-32	1	0,5	3-7		2.4-3	<1,0	25—33	<0,08	<0.05	1
48-ОФ-6	До 4,0	23,5	1	До 0,03	19,5	3,0	1	<1,5	52,5	<0,05	<0,04	1
AH-26	32	22	4	До 3,0	3,0		1	<1,0	24	l	1	Ţ
AHΦ-1	До 5,0	1	1	1	1	1		l	>92	0,10	I	1
AHΦ-25	7,5	1	35_40	1	13,5	3,0	1	1	38	0,10	1	ĺ
<b>А</b> НФ-5	До 2,0	1	1	1	1	1	1	Ï	75—80	0,05	0,02	NaF 17,25
		30										

## Применение сварочных флюсов

Марка флюса	Марка стали, для сварки которой может быть применен флюс	Марка электродной проволоки, с которой рекомендуется применять флюс	Области преимуществен- ного применения
AH-348A	МСт. 1, МСт. 2, МСт. 3	Св-08, Св-08А	Автоматическая и по- луавтоматическая сварка всех типов соединений
ОСЦ-45	МСт. 1, МСт. 2, МСт. 3, МСт. 4	Св-08, Св-08А, Св-15	Автоматическая свар- ка всех типов соедине- ний, за исключением кольцевых швов малого диаметра
AH-10	МСт. 1, МСт. 2, МСт. 3	Св-08, Св-08А	Автоматическая свар- ка конструкционных ста- лей
AH-60	МСт. 1, МСт. 2, МСт. 3, 15М	Св-08, Св-08А	Двухдуговая сварка на больших скоростях
ФЦЛ-1 АН-26	X18H9 0X18H10 X18H10T	Св-0X18Н9 с повышен- ным содержанием фер- ритообразующих приме- сей	Автоматическая и по- луавтоматическая свар- ка высоколегированных сталей аустенитного класса
ФЦЛ-2	X18H9Б, X18H9T, X18H9M	Св-0Х18Н9ФБС, Св-Х18Н11М	Автоматическая свар- ка хромоникелевых ста- лей аустенитного класса Возможно использование для сварки ферритных и полуферритных и хроми- стых сталей
ФЦ-9	МСт. 1, МСт. 2, МСт. 3, МСт. 4	Св-08, Св-08А	Шланговая полуавто матическая сварка в за крытых помещениях
AH-51	МСт. 1, МСт. 2, МСт. 3, МСт. 4, низколегирован- ные стали	Св-10Г2	

При полуавтоматической и автоматической сварке алюминия и алюминиевых сплавов применяют проволоку АК и флюсы АН-А1,

УФОК-А1, МАТИ-1, состав которых приведен в табл. 21.

Таблипа 21 Состав флюсов для автоматической сварки алюминия

4 4 THE 18	Соста	в флюса, весон	зые %			
- Марка флюса	хлористый калий	хлористый натрий	криолит	Назначение флюса		
AH-A1	50	20	30	Для алюминия и сплава АМц		
УФСК-А1	40	30	30	Для чистого алюминия и его сплавов		
МАТИ-1	34	43	23	Для сплавов АМц и		

## Оборудование для полуавтоматической и автоматической сварки под слоем флюса

Для полуавтоматической сварки под флюсом применяются шланговые аппараты ПШ-54. ПДШР-500 и ПДШМ-500 конструкции Института электросварки им. Е. О. Патона. Технические данные полуавтоматов приведены в табл. 22.

Таблица 22

Технические данные полуавтоматов для сварки под флюсом

					Bed	:, кг
Тип аппарата	Диаметр электродной проволоки, м.и	Сварочный ток, <i>а</i>	Скорость подачи про- волоки, м/мин	Род сварочного тока	держа- теля	подаю- щего ме- ханизма
ПШ-54	1,6-2,0	150—650	81—598	Постоянный или перемен-	0,75	23
ПДШР-500 ПДШМ-500	1,6—2,5 1,2—2,5	До 500 150—600	100—420 100—420	То же	0,64 0,64	13

Сварочный электродуговой автомат состоит из трех основных частей: сварочной головки, источника питания сварочной дуги и пульта управления.

Наибольшее применение в ремонтных органах получили автоматы, технические данные которых приведены в табл. 23.

Технические характеристики сварочных головок для однодуговой сварки

Параметры	Институт э.	лектросварки	ШАМТИИНД	Завод "Электрик"
Параметры	A	A-384	Б	АГЭ-5-2
Сила сварочного то-	400—2000	До 1000	300—1300	До 1200
Диаметр электродной проволоки, <i>мм</i>	5—6	3—5	3—6	4—6
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	0,5-3,75	0,483,65	0,3—1,65	0,8-2,5
Величина поперечной корректировки, <i>мм</i>	±75	±75	_	±20
Вес головки (флюса и проволоки), <i>кг</i>	50	135	16	€0
Габариты, мм: длина ширина высота	300 425 700	610 700 1840	=	= = 1

Режимы сварки. От режима наплавки зависит: формирование сварочного шва, глубина провара основного металла и качество наплавленного металла. Поэтому при выборе режима необходимо правильно определять основные параметры: величину сварочного тока, напряжение, полярность и скорость сварки.

Рекомендуемые режимы сварки приведены в табл. 24 и 25.

Таблипа 24

## Режим сварки стыковых швов без разделки кромок

Толщина металла, мм	Зазор, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, <i>а</i>	Напряжение на дуге, в	Скорость сварки, <i>м/ч</i>	Скорость подачи электродной проволоки, м/ч
6 8 10 12 14 16	0-1,5 0-2,0 0-2,0 0-2,5 0-2,5 0-3,0	555555	600 650 750 800 900 950	34—36 34—36 36—38 36—38 36—38 38—40 38—40	54,0 46,0 40,0 34,0 28,0 26,0	54,6 60,7 75,5 83,2 95,2 103,0

Таблица 25

Режимы односторонней сварки стыковых швов толщиной 2—8 мл с флюсовой подушкой

Голщина листов, мм	Ширина зазора, мм	Диаметр электрола, мм	Сварочный ток, а	Напряжение дуги, в	Скорость сварки, м/ч	Давление воз духа в шланге флюсовой подушки, <i>ат</i>
2	0-1,0	1,6	120	24—28	43,5	0,8
3	0-1,5	1,6 2,0 3,0	275—300 275—300 400—425	28—30 28—30 25—28	34 44 70	0,8
4	0-1,5	2,0	375—400 525—550	28—30 28—30	40 50	1,0-1,5
5	0-2,5	2 4	425—450 575—625	32 <b>—3</b> 4 28 <b>—3</b> 0	35 46	1,0—1,5
6	0-3,0	2 4	475 600—650	32—34 28—32	30 40,5	1,0—1,5
7	0-3,0	4	650—700	30—34	37	1,0—1,5
8	0-3,5	4	725—775	30—36	34	1,0-1,5
,	l,	- 1	A 100		1	

# Дуговая сварка в среде-защитных газов

Существуют два способа сварки в среде защитных газов: сварка неплавящимся (угольным, графитовым и вольфрамовым) электродом и сварка плавящимся электродом такого же состава, что и свариваемый металл.

В качестве защитных газов применяются:

— инертные (аргон и гелий);

— активные, растворяющиеся в металлах или реагирующие с тем или иным металлом (углекислый газ, азот, водяной пар);

— смеси (аргон 90% +10% углекислого газа, 70—80% арго-

на +30—20% азота, 86% азота +14% углекислого газа). Характеристики газов, применяемых для газоэлектрической сварки, приведены в табл. 26. Режимы газоэлектрической сварки

приведены в табл. 27-34.

		Газы	, приме	няем	ые для	я газоэлек	Газы, применяемые для газоэлектрической сварки	варки		
	91	Содерж	Содержание примесей, %	имесей	1, %	ə		1	91.R -Ti	
Наименование газа	орозналенк Химическое	TOEE	кислорол	лый газ углекис-	прочие прочие	Объемное содержани чистого газа, "/o (не менее)	LOCT NAN	рабочее В баллоне, В баллоне, В баллоне,	В каком в ся в балле	Окраска баллонов
Аргон: чистый марки А	Ar	0,01	0,003	1	. 1	66'66	FOCT 10157—62			Черный с белым вер- хом и черной надписью
чистый марки Б		0,04		1	1	96'66		150±5	Fa3006-	«Аргон чистыи» То же
иистый марки В технический		0,10 12—16	0,005	0,3	11	83—3 83—3	ТУ МХП 4196—54		разный	Черный с белой гори- зонтальной полосой и си- ней надлисью «Аргон технический»
- Гелий: технический I	Не	0,3—0,4 Следы	Следы		Следы	7,66—9,66	— Следы 99,6—99,7 ВТУ МХП	150±5	То же	Коричневый без надпи-
технический II		0,5—1,5	F	-1		98,5—99,5	10-0110			Коричневый с белой надписью «Гелий»
Азот: гежнический 1-й сорт	z	ļ	0,5	111	1	96,5	FOCT 9293—59	150±5		Черный с поперечной коричневой полосой и
технический 2-й сорт		I	7	1	1	66			13	желтои надписью «Азот»
Углекислый газ; пищевой	CO2	0,70	8,0	1	0,05	98,5				Черный с желтой над- писью «Убпекислота»
сварочный І-й сорт		Соде	Содержание водяных	BOA 178	HPM	99,5	FOCT 8050—64	75	Жидкий	Черный с желтой над- писью «СО» сварочный»
сварочный 2-й сорт		Соде	Содержание водяных паров 0,515	. BOAS	ных	98,5				То же

## Состав защитных газов для сварки различных металлов

	Толщина,	Защі	ітный газ
Свариваемый металл	жи	при вольфрамовом электроде	при плавящемся электроде
Малоуглеродистая сталь	<2	Комбинированная защита	1) CO <sub>2</sub> 2) 90°/ <sub>0</sub> Ar + 10°/ <sub>0</sub> CO 3) Ar технический
	>2		CO <sub>2</sub>
Низко- и среднелеги- рованные стали	≼3	1) Комбинироваиная защита Ar + CO <sub>2</sub> 2) Ar марки В	1) СО <sub>2</sub> 2) 90°/ <sub>0</sub> Аг + 10°/ <sub>0</sub> СО <sub>2</sub> 3) Аг технический
	>3	-	1) CO <sub>2</sub> 2) Аг технический
Нержавеющие хромо- никеле́вые высоколеги- рованные стали	≪3	<ol> <li>Аг марки В</li> <li>Не</li> <li>Комбинированная защита Аг + СО<sub>2</sub></li> </ol>	1) Аг марки В 2) Не 3) Аг технический 4) СО <sub>2</sub> 5) 900/ <sub>0</sub> Аг + 100/ <sub>0</sub> СО <sub>2</sub>
	>3		1) Аг марки В 2) Не 3) Аг технический 4) СО <sub>2</sub>
Жаропрочные хромо- никелевые сплавы	Любая	1) Аг марки Б 2) Не	1) Аг марки Б 2) Не
Алюминий и его	≪10	Ат марки Б	Аг марки Б
****	>10		1) Ar марок Б и В 2) 40°/ <sub>0</sub> Ar + 60°/ <sub>0</sub> He
Магниевые сплавы	Любая	1) Аг марки Б 2) Не	Аг марки Б
Титан и его сплавы	Любая	Аг марки А	Аг марки А
Цирконий, молибден, итан и другие активные атериалы	Любая	Аг марки А	Аг марки А

Примечание, Аргон А, Б, В соответствует ГОСТ 10157-62.

# Режимы механизированной сварки алюминиевых сплавов с подачей присадочной проволоки

Голщина металла, м.я	Вид разделки кромок	Ne caos	Сила тока, а	Скорость сварки минимальная, м/ч	Диаметр воль- фрамового элек- грода, жм	Расход газа (аргона), <i>а</i> !мин	Диаметр приса- дочной прово- локи, м.ж	Скорость подачи проволоки, м/ч
2,0 3,0 6,0	Без разделки То же V-образная	1 1 1 2	115—140 160—210 240—260 240—260	18,0 13,0 8,5 6,5	3 4 4	7—8 8—9 12—15 12—15	1,5 1,5 2,5—2,8 2,5—2,8	20—24 20—26

Таблица 29

# Ориентировочные режимы ручной аргоно-дуговой сварки титана и его сплавов

	она, л/жин	Расход арг				
Число проходов	для за- щиты обратной стороны шва	для защиты луги	Силз свароч- ного тока, а	Диаметр присадочной проволоки, мм	Лиометр вольфрамо вого элек- трода, мм	Толщина материала, мм
			15—20		1,5	0,5
		6—8	30—50	1,0-1,5	1,5	0,8
	2—3	0-0	40—60	1,0-1,5		1,0
	2-0	30%	50—60		1 5 0 0	1,2
1			GO 00		1,5—2,0	1,5
		8—10	6080	4		1,8
			70—100		0.0.0.5	2,0
			100—130		2.0-2.5	2,5
				1.5.00	1.5.00	3,0
2	2-4		100 110	1,5—2,0	1,5-2,0	4,0
2-3	2-4	10—12	130—140			5,0
2-4					25 80	6,0
4-5			140—150		2,5-3,0	7,0
11—15			150-170			10,0

Таблица 30

Ориентировочный расход аргона в литрах на 1 погонный метр шва при соединениях встык и внахлестку неплавящимся (вольфрамовым) электродом

Свариваемый	Толщина,	Расход аргона	P	асход	( B A	на 1 <i>п</i> сва	ог. м рки (.	шва : м/ч)	при с	корос	ги
Свариваемыи металл	им	(только на сварку),	p	учная	свар	ка	меха	низиј	овані	ная св	варка
		л/мин	4	6	10	15	10	15	20	25	30
Алюминиевые сплавы	1 1,5—3 5 и выше	6 7 15	=	70 150	36 42 90	24 28 —	-	_ 60	21 45	15 17 36	12 14 30
Магниевые сплавы	1 3 5 и выше	7 10 18		100 180	42 60 108	28 40 —	=	- 72	30 54	17 24 42	14 20 36
Низко- и средне- легированные стали	1 3	5 8	_	80	30 48	20	<del>-</del> 48	20 32	15 24	-	=
Нержавеющие стали	0,5 0,8—1,0 1,2—1,5 2,0—3,0	3 4 6 8	1111	- - 80	18 24 36 48	12 16 24		_ 32	- 18 24	- 10 15 19	6 8 12 16
Титановые спла- вы	0,5 1,0 1,53,0	5 6 7	_ 105	60 70	30 36 42	20 24 —	=	20 24 28	15 18 21	12 15 17	10 12

Таблица 31

# Ориентировочный расход аргона в литрах на 1 погонный метр шва при соединениях встык и внахлестку плавящимся электродом

Свариваемый	Толщина,	Расход аргона (только на		асхол	ВЛ	на 1 <i>1</i>	<i>toг. м</i> ірки (	шва ж/ч)	при с	корос	ти
металл	M. M	сварку), л/жин	15	20	25	30	40	50	60"	75	90
Алюминиевые сплавы	2—5 6—8 10 12 и выше	8 10 13 15	<u>-</u> 52 60	- 30 39 45	19 24 31 36	16 20 26 30	13 16 22 25	12 14 19 22	10 13 17 19	10 12 14 17	10 11 14 16
Магниевые сплавы	2—5 6—8 10 12 и выше	8 10 13 15	- 52 60	 30 39 45	19 24 31 36	16 20 26 30	13 16 22 25	12 14 19 22	10 13 17 19	10 12 14 17	10 11 14 16
Нержавеющие стали	2—3 4—5 6—8 10	6 8 10 12				_ _ 24	10 13 16 20	8 12 14 17	8 10 13 15	7 10 12 14	6 10 11 13

Рекомендуемые режимы при сварке плавящимся электродом в углекислом газе

Диаметр проволоки. мм	Пределы сварочного тока, а	Напряженче на дуге, в	Пределы плотности тока, а/мм
0,5	25—70	18—20	130350
0,8	50130	18—20	100—260
1,0	70—180	20-23	До 230
1,2	100-240	22—25	До 210
1,6	150-400	27—30	70—200
2,0	200-550	30—32	65—175
2.5	300—700	32—34	60—150
3,0	400—850	34-35	60—120

Таблица 33

# Режимы автоматической сварки в углекислом газе низкоуглеродистой стали (типа Ст. 3) толщиной 0,8—2,0 мм проволокой марок Св-08ГС и Св-08Г2С

Гехнологические приемы сварки	Расход газа, л/жин	Вылет элек- трода, мм	Скорость сварки, м/ч	Напря- жение дуги, в	Сила свароч- ного тока, <i>а</i>	Толщина сваривае- мого металла, мм	Диаметр сва- рочной про- волоки, жм
На медной про- кладке и на весу	6	8	30—40	17—19	35—45 60	0,8—1 1,5	0,5
	6	9	35—45	18—20	40—80 120	1,0-1,5	0,8
На медной про- кладке	6	10	3545	19—21	70—90 120	1,0—1,5	1,0
	7	12	40-45	21	120	2,0	1,2

Примечание. Первые цифры значений тока и напряжения соответствуют меньшим толщинам металла или сварке на весу.

Режимы автоматической сварки нержавеющей стали толщиной 0,5—3 мм

Диаметр сва- рочной про- волоки, мм	Толцина сва- риваемого металла, мм	Сила сва- рочного тока, <i>а</i>	Напря- жение дуги, в	Скорость сварки, м/ч	Вылет электрода, мм	Расход газа, л/мин	Технологические приємы сварки
0,5	0,5 0,8 1,0	30; 40 50; 35 45; 55	16—18 16—18	35—45 40—45	5 6	6	На медной подкладке и на весу
1,6	1,5	100—170	18—20	35	8—9	56	На медной подкладке
1,0 1,6	2,0 2,0	120—130 130—140	18—19 22	-35—40 38	6—7 10—15	6—7 6—7	На медной подкладке и на весу
2,0	3,0	180—200	25—28	25—30	20—25	12—17	-

Оборудование, применяемое при газоэлектрической сварке, приведено в табл. 35 и 36.

Для получения качественных швов при сварке в углекислом газе углеродистых и некоторых низколегированных сталей применяют проволоку, приведенную в табл. 37.

Таблица 35 Горелки для сварки неплавящимся электродом

Тип	Допускае- мая сила тока, а	Диаметр электрода, <i>мм</i>	Вес горелки без про- вода, <i>кг</i>	Наличие охлаждения
Э3P-3-58	100	2, 3, 4	0,68	Без охлаждения
ГРАД-200 ГРАД-400 ГРАД-3	250 400 450	2—4 3—6 1,5; 2,2; 3; 4; 6	0,2 0,4 0,86	Водяное "
АР-10 (малая) АР-10 (средняя) АР-10 (большая) АР-7Б АР-9	120 200 400 450 350	1; 3 2—4 3—8 До 7 3—6	0,35 0,40 0,50 0,5 0,45	Водяное

Дуговые автоматы для аргоно-дуговой сварки неплавящимся электродом

Тил	Назначение	Напряжение сети, <i>в</i>	Диаметр воль- фрамового элек- троля, мм	Диаметр приса- дочной прово- локи, подавае- мой автомати чески, мм	Род сварочного тока	Номинальная сила тока, а	Толцина свари- ваемого мате- риала, мм
УДАР-300	Ручная сварка алюминия и алю- миниевых сплавов, Возможна сварка нержавеющих ста-	222 222	0.2		Паса	200	1,0—12,0
H J 11	лей	220—380	2—3	_	П <b>е</b> ре- ме <b>н</b> ный	300	1,012,0
АГВ-2	Автоматическая сварка	220—380	26	1,2—2,5	Постоян- ный и перемен-	400	0,8 и более
АДСВ-1М	Автомат для сварки металла ма- лой толщины	220—380	1—5	1,0-2,5	ный ток Пере- менный	400	0,8—6,0

Таблица 37

Марки сварочной проволоки, рекомендуемые для сварки плавящимся электродом углеродистых и низколегированных сталей в углекислом газе (ГОСТ 2246—60)

Свариваемые стали	Марка сварочной проволоки	Свариваемые стали	Марка сварочнон проволоки
Малоуглеродистые	Св-08ГС, Св-08Г2С	Легированные 15ХМА и 20ХМА	Св-08ХГ2СМ
Низколегированные	Св-08Г2С, Св-18ХГСА	20ХМФЛ	Св-08Г2СМ
	CB-18XMA	15Х1М1Ф	Св-08А2М1ГСФА

## Ацетилено-кислородная сварка

Сущность процесса газовой сварки заключается в том, что свариваемый металл и присадочная проволока нагреваются до плавления теплом пламени, получающимся при сгорании какоголибо горючего газа в смеси с кислородом. При сварке можно сжигать в струе кислорода водород, светильный газ, пары бензина и бензола, ацетилен, сжиженный газ (пропано-бутановая смесь).

Наибольшее распространение при ремонте техники получила ацетилено-кислородная сварка.

Основные свойства горючих газов приведены в табл. 38. Технические характеристики оборудования приведены в табл. 39—41.

Газ	Минимальная теплотворная способность, ккал/м³	Температура нормального пламени при сгорании в смеси с кис лоролом, ос	Применение
Ацетилен	13 000	3200	Для сварки всех ме таллов, резки, пайки и поверхностной закалки
Водород	2580	2100	Для сварки сталей толщиной до 2 мм, чу- гуна, алюминия и его сплавов; для резки
Коксовый газ	4500	2200	Для пайки и сварки легкоплавких цветных металлов; для резки
Нефтяной газ	10 500—11 000	2300	Для сварки сталей толщиной до 2 мм, чу-гуна, цветных металлов и их сплавов; для пайки и резки
Пиролизный газ	8700—9500	2200—2300	Для пайки, резки, по- верхностной закалки
Природный газ	8500	8500	Для сварки легкоплав- ких металлов, пайки, резки
Пары керосина	10 000—10 200	2500	Для пайки, реэки, по- верхностной закалки
Пропан-бутановая весь	20 600	2050	Для сварки и пайки чугуна и цветных метал- лов; для резки и по- верхностной закалки

			1	Наименование генераторов	енераторов		
Характеристика	стацио	стационарные			передвижные	ные	
	rcn-5	FPK-10	FBP-3	гпг-20	ГВД-0,8	MF	LBP-1,25M
Принцип действия	«Вытесне- ния»	«Вода на карбид»	Комбини- рованная «Карбил в воду» и «Вытес-	«Карбил в воду»	«Вытесне- ния»	«Вода на карбид»	Комбиниро- ванная «Вода на карбид» и «Вытесне- ния»
Поминальная произво-	5—6	10—12	нения» 3,0	20*	8,0	, 2,0	1,25
дительность, м <sup>2</sup> /ч Рабочее давление аце-	0,2	До 0,7	0,15-0,3	0,4-0,8	0,07-0,3	400—600 мм	0,08-0,15
тилена, <i>ати</i> Наибольшее давление в корпусе генератора,	6,0	До 1,5	0,7	1,5	6,3	800 мм вод. ст.	0.7
ати Высота генератора, м Расход воды на 1 кг	$\frac{1,2}{10-12}$	2,1	1,26	2,325	0,59	1,135 3,2	1,042
	2×20	2×25	2×4	150	2	2×2,5	$1\times4$
грузка карбида, кг Размер кусков карбида калвыня, мм Коэффициент полезно-	25×50 50×80 0,95	25×50 50×80 0,93—0,95	25×50 50×80 0,86	2×8 0,96	25×50 25×50 —	15×25 25×50 0,8—0,9	25×50 50×80 0,86
до использования карои- да кальшия Общий вес без воды карбида кальция	270	650	110	069	19,5	_	1

Техническая характеристика некоторых кислородных и ацетиленовых редукторов\*

Марка	Редуцируе- мый газ	Назначение	Окраска редуктора	Пределы регулирования рабочего давления, кг/см²	Пропуск- ная спо- собность, м <sup>3</sup> /ч
РК-53 РДС-50 РК-47 РКР-50 РК-250	Кислород	Для баллонов Рамповый	Голубая	1—15 1—15 1—16 5—25 5—25	60 60 46 170 220
PA-55 PAP-15	Ацетилен	Для баллонов	Белая	0.2—1,5 0,2—1,5	5 15

Таблица 41 Газосварочные горелки

		Газосы	apo mbie rop	CHRH		
- 11- W	№ нако-	Толщина свариваемого металла	Расход :	газов, Л/ч	Рабочее газов,	давление кг/см²
Тип	нечника	(низкоугле- родистая сталь), мм	кислорол	ацетилен	ацетилен (не ниже	кислород
	1 2 3	0,5—1,5 1—3	50—135 120—240	55—135 130—260 260—440		1—4 1,5—4
"Москва"	5 5 6 7	2,5—4 4—7 7—11 10—18 17—30	230—400 400—700 670—1100 1050—1700 1700—2800	430—750 740—1200 1150—1950 1900—3160	0,01	2—4
	1 2	0,5—1,5 1—3	50—125 120—240	55—135 130—260	X .	1-4 1,5-4
rc-53	3 4 5 6 <b>7</b>	1,5—4 4—7 7—11 10—18 17—30	230—400 400—700 670—1100 1050—1700 1700—2800	260—440 430—750 740—1200 1150—1950 1900—3100	0,01	2—4
	0 1 2 3	0,2—0,7 0,5—1,5 1—3 2,5—4	20—65 50—125 120—240 230—400	22—70 55—135 130—260 260—400	0,01	2—4 1—4 1,5—4 2—4

## Ремонт деталей наплавкой

Сварка и наплавка — операции, родственные между собой как в отношении процессов, происходящих в зоне сварки, так и по применяемому оборудованию. Однако техника наплавки несколько

ПОД отличается от техники сварки. Качество наплавочных работ зависит от последовательности наложения и других параметров. получили наплавка льных слоев, режима наплавки, наклона электрода, диаметра электрода Наибольшее распространение для восстановления деталей при ремонте отдельных

в табл. 42—46. Материалы, применяемые при наплавочных работах, приведены флюсом, в защитных газах и вибродуговая.

42

аблица

ГОСТ или 5548-50 2238—58 4543-61 IV 0,035 0,030 0,030 0,035 0,030 0,020 0,35 электродной проволоки для наплавки более не 0,025 0,015 0,030 0,030 0,030 0,030 0,025 элементы Прочие 0,4 Ti 55,0-61,0 75,0-78,0 0,60 0,60 0,60 0,40 75,0  $\ddot{z}$ Содержание элементов, изготовления 12,0-14,0 12,0-14,0 12,0-14,0 15,6-18,0 20,0-23,0 19,0-23,0 0,8-1,1 Ü Вий 0,60 0,50 0,60 8,0 1,0 0,5 S сталей COCTAB 0,60 0,60 0,60 1,5 Mn 0,7 Химический 0,28-0,35 0.09 - 1.150,13-0,23 0,25-0,34 0,12 0,15 0,15 U стали X20H80T 30XICA X15H60 X20H80 Марка 1X13 2X13 3X13

2246 - 60.TO LOCT Химический состав сварочной проволоки имечание. ď 

5527-56

9389—60

0,035

0,030

0,30

0,30

0,17—0,37

0,9-1,20

0,60-0,70

65r

107ИС

**HMTy** 

0,040

9,0—10,5 N 0,3—0,5 V

Рекомендуемые расчетные составы порошковой проволоки, 0/0

						2000	100		partition column apparatual	DOMO	0) 6,		
Марка проволоки	U	Si	Mn	Ö	N	Δ	E	Mo	Α	He t	He boace	Na <sub>2</sub> SiF <sub>8</sub>	Марка флюса
				Для	напл	авки	поп	флюсом	W 0				
ПП-3Х2В8	9,0	1 0,30	1,45	2,8	- 1	06,0	1	Ī	9,75	0,04	0,04	2,0	AH-20
ПП-Х12ВФ	2,4	0,4	9,0	15,0	1	0,30	1	ŀ	1,30			2,8	AH-30
ПП-У15Х17Н2	2.0	1,0	8,0	20,0	2,0	1	1	- 1	1	0,04	0,04	3,0	AH-20
ПП-Х10В14	4,0	0,4	0,4	10,01	1	1	1	1	14,5	0,04	0,04	3,0	AH-20
ПП-Р18	1,1	0,4	0,4	4,3	ĵ	1,5	ı		19,0	0,04	0,04	4,0	48-ОФ-6
ПП-Г13А	1,2	0,5	15,3	- 1	1	1	1	1	1	0,04	0,027	2,0	AH-16
ПП-У12Х6М2Ф2	1,9	2,0	1,2	00	က	1,4	1	1,6	1	0,03	0,04	J	AH-20
													AH-30
			Для		наплавки	M	глек	углекислом	м газе				
ПП-4Х2В8Т	0,50	00,30	1,0	3,0	1	0,35	1,0	1	10,0	0,04	0,04	9,0	1
ПП-У45Х25Г6Т	5,3	06,0	7,0	25,0	Ĭ	1,0	1,0	1	1	0,04	0,05	1	
ПП-Р18Т	1,3	0,5	0,4	4,7	Î	1,4	1,0	1	20,0	0,04	0,04	0,4	-1
ПП-Х12ВФТ	2,5	9,0	0,4	15,0	Ţ	1,0	1,0	I	1,3	0,04	0,04	0,5	1
пп-и2	0,4	0,4	0,5	15,0	1	0,5	1,0	1	1	0,03	0,03	_1	1
ПП-30Х10Г10Т	0,30	0,35	14	13	1	1	1,2	1	1	0,03	0,03	f	1

Таблица 44

%
флюсов,
керамических
легирующих
Состав

	Coc	Состав легирующих керамических флюсов, %	керамических ф	Hocob, %		
Компоненты	KC-X12T	KC-X12M	KC-X14P	KC-3X2B8	KC-P18P	KC-P9P
Mon	40 0—43 0	38.0—42.0	37.0—40.0	40.0-43.0	25,0—28,0	31,5—33,5
Фтопистый кальций	5.0—6.0	5,0-6,0	8,0-10,0	8,0—9,5	8,5-9,0	8,0-10,0
Двуокись титана	5,0-6,0	5,0-6,0	1	13,5—14,5	8,5-9,8	8,0-9,0
Кремнезем	8,6-10,0	8,6-10,0	8,6—10,0	3,0—5,0	3,0—5,0	4,0-5,5
Окись магния	1	1	12,0-14,0	1	1	1
Окись натрия	1,5—1,7	1,5—1,7	1,5—1,7	1,5-2,0	1,5-2,0	1,4-1,6
Углерод	2,3—3,0	2,0-2,4	2,0-2,3	0,4—0,55	1,5—1,4	1,5-1,8
Кремний	<0,7	<0.7	2,1—2,4	2,0-2,5	<0.7	<0,7
Марганец	<0.7	<0,7	<0,7	0,7—1,0	€0,7	<0,7
Хром	16,5-18,0	16,5—18,0	17,0—18,5	3,0-3,6	4,9—6,2	4.9-6.2
Вольфрам	A	ı	1	10,0—12,0	20,0—22,5	13,0—15,0
Ванадий ,	940	l	1	0,4-0,7	2,2—3,0	4,0-5,5
Молибден	1	0,8-1,4		1	1	1
Алюминий	0,7-1,1	0,7-1,1	1	0,2-0,3	6.0-9.0	6'0-9'0
Титан	3,5-4,0	3,5-4,0		1,0—1,5	0,7-1,0	0,7-1,0
Cepa	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,15	<0,15
Фосфор	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,15	<0,15
Карбид бора	1		0,8-3,0	[	0,7—0,8	0,3—0,4
Железо (из ферросплавов)	14,0—19,0	14,0—19,0	7,0-10,0	10,0—14,0	17,5—19,0	17,0—20,0
4.5	14					4 47

Электроды для наплавки деталей, работающих на истирание

Характеристика электрода	OMTH	OFM	O3H-250	O3H-300	03H-500	O3H-400
Марка проволоки по ГОСГ 2246—60	Св-06Н3А	Cs-08, Cs-08A	Ca-08, Ca-08A	CB-08, CB-08A	CB-08, CB-08A	CB-08, CB-08A
Состав покрытия, %: феррохром	50	09			- 1	1
ферромарганец сред- неуглеродистый .	1		19,0	19,5	22,5	56
biğ ñ	1 50 58 50 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	22 16 1	25 25 2	55 21,5	20 20 3	52 81 83
жидкое стекло в % к весу сухих компонен-	1	1	-	7		-
тов сода кальцинированная	30	30	98	30	32	30
	44-49	40—44	3742	38—43	41—46	130—140
Химический состав на- плавленного металла,						
ло. углеродкремний	0,8—0,6	0,9—1,1	0,13—0,16	0,13-0,17	0.16—0.20	0,18—0,22
Д: • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	$\begin{array}{c} 0.7\\ 10-12\\ 2.3-3.0 \end{array}$	4,5—6,0 4,5—5,5 —	2,3-2,6	3,0—3,5	3,5-4,0	4,0-4,6
Твердость после на- плавки (в 3-м слое)	250-290	220-250	220—280	270—330	320—380	370—430

Таблица 46

Электродная проволока для наплавки в среде углекислого газа

	Примерное назначение	Для наплавки деталей из углеродистых и низ-колегированных сталей, для восстановления размеров и повышения из-	Для наплавки рабоче- го слоя типа X13 Для наплавки рабоче- го слоя типа X17 Для наплавки рабоче- го слоя типа 18-8	Для наплавки рабоче- го слоя Р-18 Для наплавки рабоче- го слоя типа Р-9	Для наплавки рабоче- го слоя типа 3X2B8 Для наплавки рабоче- го слоя типа X12BФ	Для наплавки рабоче- го слоя типа 30Х10Г10
	титан	1111	0,6—1,0 <0,5 0,5—1,0	1,5	1,2	27
	вана-	1111	14-1	1,5	0,5	1.
	никель	0,25 0,35 0,33 0,33	<0,6 <0,6 8,0—10,0	I L	Ī	
ram, "/o	вольф- рам	4111	1-1-1	19,0	10,0	1
Химический состав, %	жодх	<0,2 <0,2 <0,2 <0,2 0,8—1,1	0,25-0,65 0,9-1,3 13,0-15,0 <0,8 <0,7 16,0-18,0 0,40-1,1 1,0-2,0 18,0-20,0	4,3	3,0	13,0
Химі	марганец	1,4—1,8 1,8—2,1 0,8—1,1 0,8—1,1	0,9—1,3 <0,7 1,0—2,0	<0,4	1,2	14,0
	кремний	0,6—0,85 0,7—0,95 0,6—0,8 0,9—1,2	0,25—0,65 <0,8 0,40—1,1	<0,4 <0,5	<0,35	<0,5
	углерод	<0,10 <0,11 <0,11 <0,14 0,15—0,22	<0,1 <0,12 <0,08	1,1	0,65	0,28
	Электродная проволока	CB-08FC CB-08F2C CB-12FC CB-18XFCA	CB-08X14FT CB-10X17T CB-06X19H9T	ПП-Р18Т	ПП-3X2B8ГТ ПП-X12BФТ	ПП-30X10F110T
	Электро	Свароч- ная по ГОСТ 2246—60		Порош- ковая	Порош- ковая	

Наиболее пригодным для наплавки являются источники питания постоянного тока. К ним относятся сварочные преобразова-

тели и сварочные выпрямители.

Для автоматической наплавки под флюсом и в защитных газах могут применяться все установки для сварки под флюсом и в защитных газах.

Для наплавки цилиндрических деталей небольшого размера при ремонте деталей применяется автоматическая вибродуговая наплавка. Технические характеристики оборудования для вибродуговой наплавки приведены в табл. 47.

Режимы наплавки приведены в табл. 48 и 49.

Таблина 47

Техническая характеристика вибродуговых головок

Параметры	ВНИИАТ УАНЖ-5	чтз	Челябин- ский АРЗ и ЧПИ	К <b>УМА-</b> 5	УПИ-ВГ-5	УПИ-ВГ-7
Диаметр электрод- ной проволоки, <i>мм</i>	1,22,0	До 2,2	До 3,0	0,5—2,5	До 3	До 3
Скорость подачи электродной проволоки, <i>мм/сек</i>	12,5—22	12,5—55	15,2—24	3,350	8,7—42,7	10-34,5
Изменение скорости подачи электродной проволоки	Сменой веду- щих роликов (7 шт.)	Сменой веду- щих роликов (5 шт.)	Смен- ными шестер- нями	Смен- ными шестер- нями (14 сту- пеней)	Смен шесте	ными рнями
Амплитуды вибра- ции электрода, <i>мм</i>	0,8-3,0	-	-	-	1,41,6	1,65—3,25
Принцип действия вибратора	Электро		Механи- ческий (эксцен- трик)	Круго- вое движе- ние конца элек- трода	Mexa <sub>HH</sub>	ческий
Частота вибрации, пер/сек	50	50	46,7	1-9	21,2—105	-)
7. 11.4						

## Ориентировочные режимы вибродуговой наплавки в струе жидкости

Параметры	При ниэких напряжениях	При напря- жениях 15 в и более		тоянным то енератора П и <sub>д</sub> = 20 в	
Диаметр электродной проволоки, мм	1,8-2,2	1,8-2,2		2,0	
Скорость подачи проволоки, мм/сек	13—17	15—22	16	20	22
Сварочный ток, а	110—130	150—180	130	180	210

Таблица 49

## Режимы ручной аргоно-дуговой сварки и наплавки

Диаметр	Режим	Режим сварки и наплавки						
присадочной проволоки, мм	род тока	сила тока, <i>а</i>	скорость, м/ч	расход аргона, <i>л</i> /мин				
1,6	Переменный	35—75	9—20	3—4				
1,6-2,0	Переменный	4585	9—20	4				
1,6	Постоянный прямой полярности	30—60	7—17	3—4				
1,6-2,0	Постоянный прямой полярности	4075	5,5—12	4				
1,6	Переменный	4060	6-8	3-4				
1,6	Переменный	4060	4-5,5	4				

Для выполнения ремонтных работ сваркой и наплавкой в полевых условиях используется Универсальная подвижная мастерская электродуговой сварки в среде аргона (УПМСА). Она позволяет выполнять следующие работы:

— сварку цветных металлов и их сплавов;

— сварку малоуглеродистых и легированных сталей;

— наплавку деталей, изготовленных из различных сталей;

резку металлов и их сплавов.

В мастерской установлено следующее промышленное оварочное оборудование:

- сварочный преобразователь ПСО-300 (1 шт.);

 сварочный трансформатор ТС-500 (1 шт.); балластные реостаты РБ-300-1 (2 шт.);

баллоны с аргоном — (4 шт.);

баллоны с кислородом — (2 шт.);

— ацетиленовый генератор АСМ-1-58 (1 шт.):

комплект аппаратуры РДМ-1-60.

## Особенности сварки алюминия и алюминиевых сплавов

Основные затруднения при сварке алюминия и его сплавов следующие:

1. На поверхности расплавленного металла образуется тугоплавкая пленка алюминия (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); ее температура плавления около 2050° С. Окись алюминия чрезвычайно затрудняет сплавление металла. Для удаления ее с поверхности сварки применяют флюсы (табл. 50 и 51).

2. Высокая теплопроводность алюминия и его сплавов требует специальных технологических приемов (подогрев перед сваркой).

Сварку алюминиевых сплавов производят следующими способами: газовой, электродуговой и аргоно-дуговой сваркой.

В качестве присадочного материала применяют проволоку того же состава, что и основной металл.

Таблица 50 Флюсы, не содержащие хлористого лития, для электродуговой и газовой сварки алюминия и его сплавов

			Состав, %		
Компоненты	№ 1	Ni 2	№ 3	№ 4	№ 5
Хлористый натрий	16	20	19	41	
Хлористый калий	79	48	29	51	50
Фтористый натрий	-	_	_	- 8	50

			Состав, %		
Компоненты	№ 1	NF 2	№ 3	№ 4	№ 5
Фтористый калий	-	12	_	-	_
Қалий кислый серно- кислый	5		-	-	_
Барий хлористый	1-1	20	-	- 1	-
Фтористый кальций	-	_	4	-	-
Фтористый барий	1	_	48		-

Таблица 51

#### Флюсы, содержащие хлористый лигий, для электродуговой и газовой сварки алюминия и его сплавов

				Coc	тав, %			
Компоненты	№ 1	<b>№</b> 2	№ 3	№ 4	№ 5 (АФ-44)	№ 6	№ 7	№ 8
Хлористый натрий	30	45	30	6,5	28	30	30	20
Хлористый калий	45	30	45	63,5	50	35	45	20
Хлористый литий	15	10	15	30,0	14	15	15	30
Хлористый магний	-	-	_	-	_	-	-	8
Фтористый литий	-	-	3,5	-	-		-	-
Фтористый калий	7	15	-	-	-	-	-	-
Фтористый натрий	_	-	3,5	-	8	10	_10	10
Қалий кислый серно- кислый	3	-	3	-	-	-	-	2
Бромистый калий	-	-	_	-	-	10	-	-
Бромистыи калии								-

## Особенности сварки чугуна

В ремонтных предприятиях чугунные детали сваривают электродуговой и газовой сваркой. Выбор способа сварки зависит от требований, предъявляемых к сварному соединению.

Сварка чугуна имеет ряд особенностей, которые необходимо

учитывать. Основные из этих особенностей следующие:

— сварку чугуна необходимо вести только нижним швом, так как переход чугуна из твердого состояния в жидкое происходит очень быстро, минуя тестообразное состояние;

— обязательно применять флюсы при газовой сварке и обма-

занные электроды при электродуговой сварке;

- рекомендуется перемешивать расплавленный металл для облегчения выхода газов;
- не допускать резкого охлаждения, так как это приводит к отбеливанию шва;

— газовую сварку вести нейтральным пламенем;

— при сварке холодным способом постоянным током применять обратную полярность (изделие соединять с отрицательным полюсом), сварку горячим способом вести при прямой полярности;

— нагрев и охлаждение после сварки должны быть медленными и равномерными во избежание больших термических напря-

жений.

# Особенности сварки жаропрочных и нержавеющих сталей и сплавов при ремонте

При сварке сталей Х18Н9Т, Х18Н9Б и других этого типа необходимо учитывать некоторые их особенности и строго выполнять

технологические операции.

Высокое содержание хрома в сталях типа 18-8 способствует образованию тугоплавкой окиси хрома (Ст<sub>2</sub>О<sub>3</sub>) с температурой плавления 2275° С, которая, распространяясь по поверхности сварочной ванночки, препятствует непосредственному воздействию сварочного тепла на металл деталей и мешает сплавлению основного и присадочного металлов. В результате может произойти падение пластических свойств и появление трещин при ремонте сваркой. Поэтому перед сваркой деталей из этих сталей и сплавов необходимо:

— производить аустенизацию изделия или места сварки (местный нагрев до 1000°C в течение 5 мин, затем наклеп места

сварки);

 использовать электроды, дающие металл шва повышенной пластичности (стержни электрода изготовлены из стали типа 18-8

или 25-12).

При использовании ручной электродуговой сварки применяют электроды с фтористо-кальциевым покрытием (см. табл. 8 и 9). Эти электроды используют для сварки сталей X18H10T, X18H9T, 0X18H12T, 0X18H12B, 1X21H5T; 1X16H13B и им подобных,

работающих в агрессивных средах. Они пригодны для сварки деталей во всех пространственных положениях постоянным током обратной полярности короткой дугой (длина дуги не должна превышать диаметр электрода). Выпускают эти электроды Ленинградский металлический завод им. ХХ съезда КПСС, Ново-Краматорский машиностроительный завод (г. Краматорск) и Московский опытный сварочный завод.

Учитывая высокое электрическое сопротивление сталей типа 18-8, для сварки надо применять короткие электроды: при диаметре 2 мм — длиной 180-200 мм, при диаметре 2,5 мм — длиной

230-250 мм.

Режим электродуговой сварки устанавливается в зависимости от толщины свариваемого материала и типа соединения (встык, внахлестку и т. д.).

Электроды следует хранить в сухом месте. При длительном хранении в результате гигроскопичности электродные покрытия насыщаются влагой. Поэтому для удаления влаги электроды перед

сваркой сушат или прокаливают.

Электроды ЦЛ-2, ЦЛ-4, ЦЛ-11, ЦЛ-12, ЦЛ-13, ЦЛ-17, ЦЛ-18, ЦЛ-19 перед сваркой прокаливают при температуре  $320-350^{\circ}$  С в течение 1,5 4, а электроды ЭНТУ-3 и ЗИО-2 — при температуре  $270^{\circ}$  С в течение 25 мин.

Для сушки электродов применяют термостаты, разработанные Ростовским НИИТ. Термостат имеет следующую характеристику:

— общий вес электродов, размещаемых в шкафу термоста-

та, —  $2 \tau$ ;

— пределы регулирования температуры — 50—150° C;

потребляемая мощность — 3,5 квт;

— напряжение цепи питания нагревателя — 220 в;

— габаритные размеры шкафа для хранения электродов:

высота — 2100 мм;

ширина — 644 мм;

глубина — 805 мм;

- вес - 150 кг;

— габаритные размеры шкафа управления:

высота — 430 мм;

ширина — 270 мм;

глубина — 168 мм.

Для сушки электродов в полевых условиях используется тепло выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания, передвижных сварочных агрегатов.

## Контроль качества сварки

Контроль сварочных работ осуществляется в три этапа:

— предварительный контроль, контроль сварочных материалов (электродов, сварочной проволоки, флюса и т. д.); состояние сварочной аппаратуры и качество сборки;

— текущий контроль — проверка внешнего вида сварки, наблюдение за исправностью сварочной аппаратуры и выполнение последовательности технологического процесса;

— проверка качества сварки готового изделия: внешний осмотр и обмер сварных соединений, испытание на пластичность, просвечивание рентгеновскими или гамма-лучами, контроль ультразвуком.

В условиях ремонтных органов для проверки качества сварки

готового изделия применяют следующие способы:

1. Осмотр швов с целью выявления наружных дефектов (пористость наружного слоя, трещины, кратеры).

2. Испытание на плотность. Для проверки изделия на плотность

проводят гидравлические или пневматические испытания.

При гидравлическом испытании испытуемый сосуд наполняют водой, создают избыточное давление в 1,5—2 раза больше рабочего и выдерживают в течение 5—10 мин, затем швы осматривают (течи не должно быть).

При пневматическом испытании сжатый газ (воздух, азот) или пар подают в испытуемый сосуд. Затем сосуд погружают в ванну с водой или смазывают сварные швы пенным индикатором (мыльной водой), неплотность обнаруживают по выходящим пу-

зырькам

Испытание швов на плотность пробой на керосин. Сущность этого метода заключается в следующем: одну сторону стыкового шва покрывают водным раствором мела, после высыхания которого другую сторону смачивают керосином. Время выдержки зависит от толщины свариваемых деталей.

## Магнитный метод контроля

Для магнитного контроля деталей могут быть использованы дефектоскопы марки: 77-MД-1 или 77- $\Pi M$ Д-3M. Магнитный дефектоскоп 77- $\Pi M$ Д-3M переносного типа удобен для походных ремонтных мастерских.

## Рентгеновское просвечивание

В ремонтных стационарных органах применяют серийные рентгеновские аппараты РУП-120-5-1 и РУП-400-5-1.

## Техника безопасности при выполнении сварочных работ

При выполнении сварочных работ необходимо учитывать следующее.

При прикосновении человека к токоведущим частям электрической цепи, находящейся под напряжением, возможно поражение электрическим током. Для предупреждения поражения электриче-

ским током необходимо надежно изолировать все провода, питающие источники тока и сварочную дугу; заземлять корпуса сварочных машин и установок; обеспечивать электродержатели хорошей электротеплоизоляцией; обеспечивать сварщика резиновыми ковриками (при работе в закрытых помещениях) и сухой спецодеждой.

Лучи электрической дуги могут вызвать поражение глаз и кожи сварщика и окружающих его рабочих. Для защиты от лучистой энергии электрической дуги необходимо глаза и кожу лица прикрывать специальными защитными щитками или шлем-масками (марки специальных стекол для защитных щитков приведены в табл. 52); все тело должно быть закрыто спецодеждой.

Возможно отравление вредными газами и пылевидными окислами металла, выделяющимися при сварке (MnO, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NO, CO). Для защиты от вредных выделений газов в процессе сварки необходимо обеспечить хорошую местную или общую приточно-вытяжную вентиляцию с таким расчетом, чтобы средняя запыленность помещения не превышала 2-5 мг/л воздуха.

Во всех случаях, приступая к выполнению новой работы, сварщик должен получить подробный инструктаж по технике безопасности.

Таблица 52 **Х**арактеристика стеклянных защитных светофильтров для сварки

Назначение светофильтра	Обозначение	Квалифика- ционный номер	Марка стекл
Для электросварщиков при токе: от 30 до 70 а	9-1	9	TC3
	9-2	10	TC3
	9-3	11	TC3
	9-4	12	TC3
	F-2	5	TC2
	F-3	6	TC2
	B-1	2,4	TC2

# аблица 5

## Глава 3

## РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ПАЙКОЙ

Пайкой называется процесс соединения частей металлических деталей с помощью расплавленного промежуточного металла, плавящегося при более низкой температуре, чем соединяемые металлы.

Промежуточный металл или сплав, применяемый при пайке, называется припоем. В качестве припоя обычно применяют цветные металлы или их сплавы.

Для получения прочного соединения при пайке необходимо, чтобы жидкий припой хорошо смачивал детали и легко растекался по поверхности спая. Хорошее смачивание и растекание припоя достигается путем полного удаления с поверхности паяемого участка деталей загрязнений и окислов. С этой целью применяются флюсы. В качестве флюсов применяют смеси различных солей, окислов и других соединений (табл. 58—60).

Существуют два вида пайки: пайка мягкими припоями и пайка твердыми припоями.

## Пайка мягкими припоями

Мягкие (легкоплавкие) припои плавятся при температуре не выше  $400^{\circ}$  С и обеспечивают прочность соединения до 5-7  $\kappa e/mm^2$ .

Припои этой группы хорошо смачивают поверхности большинства металлов, что дает возможность шигоко использовать йх для пайки почти всех металлов, включая и такие легкоплавкие металлы, как цинк, олово и их сплавы.

Области применения мягких припоев определяются их специфическими физико-химическими и механическими свойствами, которые приведены в табл. 53 и 54, и коррозионной стойкостью этих припоев (табл. 55).

# Химический состав и назначение оловянно-свинцовых припоев (ГОСТ 1499—54)

				l m	_	(FOCT 1499—54)	499—54	(			1	
				Хи	мически	Химический состав, %	0/0					
Марка	OCE	основные компоненты	ненты			Е	примеси (не более)	не боле	(e)			Области применения
	02020	сурьма	свинец	медъ	висмут	висмут мышьяк	зо	никель	ceba	цинк	алюми- ний	
ПОС-90	06—68	Не более 0,15	Осталь-	8,0	0,1	0,05	0,02		0,02	0,02 0,02 0,002	0,002	Лужение и пайка де- талей, требующих повы- шенной коррозионной стойкости
ПОС-50	59—61 49—50	Не более 0,8 То же	Осталь- ное Осталь- ное	0,1	0,1	0,05	0,02	0,02	0,02	0,002	0,002	Всевозможные ответ- ственные пайки в при- боростроении и электро- технической промышлен- ности
ПОС-40 ПОС-30	39—40	39—40 1,5—2,0 29—30 1,5—2,0	Осталь- ное Осталь- ное	0,1	0,1	0,05	0,02 0,08 0,08 0,02 0,08	80,0	0,02	0,05   0,02   0,08   0,02   0,002   0,002   0,002   0,05   0,05   0,002   0,00	0,002	Пайка радиаторов, топливных трубонроводов, лужение изделий из различных металлов
ПОС-18	17—18	2,0—2,5	Осталь-	0,15	0,1	0,05	0,02	0.08	0,02	0,002	0,002	При пониженных тре- бованиях к прочности соединений
ПОСС-4-6	3-4	9	Осталь-	0,15	0,1	0,05	0,02 0,08	0,08	0,02	0,02 0,002	0,002	Пайка клапанных в замковых швов при по- ниженных требованиях в прочности паяного шва

97-4 17474 1878 198 1 x 7 x -

Таблица 54

Физико-химические и механические свойства оловянно-свинцовых припоев (ГОСТ 1499—54)

					Марка	припоя			
Показателн	Единица измерения	02000	ПОС-90	Пос-бі	пос-зо	ПОС-40	110C-30	TOC-18	ПОСС-4-6
Температура начала плавления Температура конца	°C	232	183	183	183	183	183	183	245
плавления	°С г/см³	232 7,30	222 7,6	190 8,54	209 8,87	235 9,3	256 9,7	277 10,2	265 10,7
Предел прочности при растяжении	кг/мм²	2,0	4,3	4,7	3,6	3,2	3,3	2,8	5,8
ние	0/0	40	25	34	32	63	58	67	14
срезе	кг/мм <sup>2</sup>	2,19	2,7	4,2		3,67	2,9	2,52	
ности при сжатии Ударная вязкость Твердость НВ Электропроводность чи-	кг/мм <sup>2</sup> кгм/см <sup>2</sup>	1,7 5,3 7,5	3,5 1,85 13,0	3,80 12,6	2,9 4,59 14,9	2,8 4,75 13,7	2,8 4,67 10,1	2,3 3,86 10,5	3,8 0,8 14,2
стой меди		13,9	-	-	11,0	10,2	9,5	8,6	_
расширения, $\alpha \times 10^{-6}$ Коэффициент теплопро-		22,4	26,0	-	-	25,0	26,5	26,0	-
водности	кал/см2	0,157	0,15	-	-	0,095	0,094	0,093	-

Таблица 55

Коррозионная стойкость оловянно-свинцовых припоев (потеря в весе в  $z/MM^2$  в сутки)

Марка припоя	Вода водопроводная	Соляная кислота, однопроцентный раствор	Едкий натр, одно- процентный раствор
ПОС-40	0,008	4,0	3,0
ПОС-30	0,006	4,7	2,7
ПОС-18	0,008	7,2	2,4

Для мягкой пайки алюминия и его сплавов припой типа ПОС не следует применять, так как присутствие свинца резко понижает коррозионную стойкость швов. В этом случае применяют припои, состоящие из олова, цинка и кадмия (табл. 56 и 57).

Припои на оловянной основе с цинком

Made	Содержание	элементов, п	Гемпература конца
Марка припоя	08000	цини	плавления, °С
П200А	90	10	200
П250А	80	20	250

Таблица 57

## Припои на оловянной основе с цинком и кадмием

C	одержание элементов,	0/0	Гемпература конца
0.7080	цинк	кадмий	плавления, °С
66,5 57,0 55,0	2,5 18,0 25,0	31,0 25,0 20,0	165 190 250

При пайке мягкими припоями чаще всего применяют химически активные и бескислотные флюсы (табл. 58 и 59).

Таблица 58

## Бескислотные флюсы, применяемые при пайке электрои радиотехнических приборов

H <b>оме</b> р флюса	Компоненты	COCTAB, %
1	Канифоль	100
2	Қанифоль Бензин Керосин	40 50 10
3	Канифоль Спирт этиловый	30 70
4	Канифоль Стеарин Спирт этиловый	24 1 75

## Активные флюсы на основе хлористых солей

Номер флюса	Компоненты	Состав,	Рекомендуемая область применения
1	Цинк хлористый Вода	40 Осталь- ное	Для пайки стали, меди, латуни, бронзы и свинца
2	Цинк хлористый Аммоний хлористый Вода	40 10 Осталь- ное	Для лужения и пайки углеродистой стали и медных сплавов, когда не допускается нагрев паяного соединения выше 250° С
3	Цинк хлористый Кислота соляная Вода	25 25 50	Для пайки нержавеющей и углеродистой стали, никеля, серебра, цинка, меди и ее сплавов

Для пайки алюминия и его сплавов применяют фтористые флюсы на основе триэтаноламина (табл. 60).

Таблица 60 Флюсы на основе триэтаноламина для пайки алюминия

		C	остав, %	
Марка флюса	фторборат кадмия	фторборат цинка	фторборат аммония	триэтаноламин
Ф54А	10		8	Остальное
Ф59А*	10	2,5	- 5	Остальное
Ф61А		10	8	Остальное

Примечание. Рабочая температура флюсов 180—250° С.

Пайку мягкими припоями производят паяльником или погружением детали в расплавленный припой. Рабочая часть паяльника обычно изготовляется из меди. В зависимости от расположения паяемого шва и от конфигурации изделия паяльники имеют различную форму.

По способу нагрева паяльники делятся на три группы: без постоянного подогрева, с непрерывным подогревом газом или жидким топливом, с электрическим подогревом. Нагревательное

устройство электрических паяльников рассчитывается так, 'чтобы температура рабочей части паяльника не превышала 400° С.

Характеристики электрических паяльников для напряжения 220 в приведены в табл. 61.

Таблица 61 Характеристики электропаяльников для напряжения 220 *в* 

Вес паяльника	Размеры медного	Расход электро-	Время для разо-
без проводов, г	наконечника, мм	энергии, вт	грева, мин
110	Ø 6	55	2,5
220	6×15	110	2,75
500	Ø 22	125	2,75
850	Ø 26	265	5,0
1000	20×40	355	12,0

При пайке мягкими припоями рекомендуется соблюдать следующий технологический процесс:

— тщательно очистить поверхности соединяемых деталей от загрязнений и окисных пленок;

— подогнать спанваемые детали друг к другу;

— нагреть паяльник до температуры 300—400° C, протереть рабочую часть флюсом и облудить спаиваемые места;

— равномерно нагреть спаиваемые места и покрыть их слоем флюса с помощью кисточки или погружением;

— с требуемой точностью установить между деталями необходимый зазор;

— повторно нагреть детали и нанести слой флюса на спаиваемое место;

 произвести пайку, равномерно распределяя припой по всему шву;

- обработать деталь после пайки.

## Пайка твердыми припоями

К твердым относятся припои с температурой плавления выше 400° С. Эти припои обеспечивают высокую прочность паяных соединений: предел прочности паяных встык соединений достигает 58 кг/мм². Пайку твердыми припоями применяют при ремонте деталей из тех металлов, с которыми эти припои образуют твердые растворы. Твердая пайка применяется при ремонте трубопроводов, деталей из алюминиевых сплавов, контактов электрических приборов и т. д.

В качестве твердых припоев применяются сплавы на основе меди, цинка, никеля и серебра.

<sup>\*</sup> Флюс Ф59А эффективен при пайке алюминия с АМц.

Медно-цинковые припои применяют для пайки деталей из меди, бронзы, латуни, чугуна и стали.

Согласно ГОСТ 1534—42 медно-цинковые припои выпускаются трех марок (табл. 62 и 63).

Таблица 62

Медно-цинковые припои (ГОСТ 1534-42)

		Химический	состав, %		
Марка			примеси	(не более)	Примерное назначение
припоя	медь	пинк	железо	свинец	
ПМЦ-36	36—38	Остальное	0,1	0.5	Для пайки латуни, со- держащей до 0,8% меди
ПМЦ-48	4650	Остальное	0,1	0,5	Для пайки медных сплавов, содержащих меди выше 68%
ПМЦ-54	52—56	Остальное	0,1	0,5	Для пайки меди, брон зы и стали

Таблица 63

## Физико-химические и механические свойства медно-цинковых припоев

			Ma	рка припо	я	
Показатели	Единица измерения	ПМЦ-36	пмп-48	ПМЦ-54	71-62	Л-68
Температура плавления	°C	825	865	880	905	938
Плотность	2/cm²	7,7	8,2	8,3	8,5	8,6
Коэффициент линейного расширения, $\alpha \times 10^{-6}$		22	21	21	20	19
Предел прочности при растяжении	кг/мм²	-	21	26	31	30
Относительное удлине-	%		3	4	38	40
Твердость НВ	_	_	130	128	56	56

			Ме	рка припо	R	
Показатели	Единица измерения	ПМП-36	ПМЦ-48	ПМЦ-54	71-62	Л-68
Прочность паяного шва на растяжение на срез Угол загиба Удельное электрическое сопротивление	кг, мм² _ град ом · мм²/м	0.03	31,3 20,9 12 0,036	0,04	43,0 27,5 63 0,071	0,071

При производстве и ремонте летательных аппаратов применяют сплавы никеля с медью, хромом, кремнием, бором, молибденом, марганцем, палладием, кобальтом, титаном и алюминием. Эти припои в зависимости от состава имеют температуру плавления от 1000 до 1500° С и могут применяться для паяния изделия из нержавеющих и жаропрочных сплавов (табл. 64).

Таблица 64 Припои для пайки нержавеющих и жаропрочных сплавов

		C	Состав,	/o		ИЯ,	1 4	
Марка припоя	медь	никель	жофх	марганец	кремний	Температура конца плавления, °С	Предел прочно- сти, кг/жм²	Назначение
20		60—79	14—18	2025	-	1050	46—47	Для пайки жаропроч- ных сталей и сплавов. Паяные соединения ра-
			2		zŤ.	- 1		ботают при температуре до 900° С
10	Ос-	10	2—3	10	0,5	1050	-	Для пайки жаропрочных сталей с молибденом и жаропрочных сталей между собой. Паяные соединения работают при температуре до 600° С
ПЖЛ-500	Ос-	27—30	- T	-	1,5— 2,0	1080— 1100	62	Для пайки деталей, работающих при темпе- ратуре до 600° С

Хорошими технологическими свойствами обладают припои на основе серебра. Они имеют относительно невысокую температуру плавления, высокую прочность, пластичность и коррозионную стойкость в различных средах (табл. 65).

припоев	
серебряных	.56)
свойства	(FOCT 8190-
COCTAB N C	(LO
Химический	

		Химический	Химический, состав, %			sW.	-идт; -элан	Темпер плавле	Температура плавления, °C	
Марка припоя			_	Примеси (не более)	песи	)crb, 2/0	лое элен топроэ м/ <sup>2</sup> мм·ж			Назначение
	odoadaa	медо	ЦИНК	свинец	всего	нтокП	удельн ческое	оперен	консп	
ПСр-72	72,0±0,5	$28,0\pm0,5$	ı	0,005 0,25	0,25	6'6	0,022	622	622	лайки
ПСр-50	50,0±0,5	$50.0\pm_{0.7}^{0.5}$	1	0,005 0,25	0,25	6,3	0,025	779	850	проводов и контактов регуляторов
ПСр-70	70,0±0,5	26,0±0,5	<b>4,</b> 0±1,0	0,15	0,5	8,6	0,42	730	755	
ПСр-65	65,0±0,5	20,0±0,5	$15,0\pm\frac{1}{1},0$	0,15	0,5	ı	Î			
TO 45	r G	0	15 0 1.0	L F			100	000	1	
11-h-40	40,0±0,0	0,010,00	13,0±1,5	0,13	ر د, ی	9,1	760'0	000	171	Для пайки латуни, бронзы и стали
ПСр-25	$25,0\pm0,3$	$40,0\pm 1,0$	$35.0\pm_{2.0}^{1.5}$	0,15	0,5	8,7	0,069	745	775	
ПСр-12М	$12,0\pm0,3$	$52,0\pm1,0$	$36,0\pm\frac{1}{2},5$	0,15	0,5	8,5	0,076	780	825	
ПСр-10	10,0±0,3	53,0±1,0	$37,2\pm\frac{2}{1,5}$	0,15	0,5	8,6	0,065	815	850	
							ij			

Однако серебряные припои сравнительно дорогие и поэтому применяются только в тех случаях, когда необходимо получить высокую прочность и коррозионную стойкость.

Для пайки деталей из алюминия и его сплавов наиболее часто применяют припои на алюминиевой основе с добавкой кремния, меди, олова и других металлов (табл. 66).

Таблица 66 Припои для пайки алюминия

	C	одержание	элементов, %		Плот-	Температур
	алюминий	медь	кремний	пинк	ность, г/с.м³	конца пла- вления, °С
П590А П575А 34А 35А	89 80 66 Основа	10 28 20,0 22,0	$\frac{1}{6}$ 6,5—7,5	20 =	2,89 3,08 3,33	590 575 525 540

При твердой пайке применяют флюсы на основе буры, борной кислоты и их смеси (табл. 67).

При пайке твердыми припоями необходимо соблюдать следующий технологический процесс:

— подготовить детали к пайке: подогнать их друг к другу, разделать кромки и хорошо зачистить место спая металлической щеткой, шабером, напильником или другими способами;

 с помощью кисточки нанести на спаиваемые кромки деталей флюс, соответствующий данному металлу и припою;

 произвести пайку, нагревая место спая до температуры плавления припоя;

— очистить место спая от флюса и наплывов припоя с помощью шабера и напильника;

 промыть место спая 10-процентным раствором едкого натра, а затем водой.

При ремонте техники нагрев деталей производить паяльной лампой, сварочной грелкой, в печах или погружением в соляную ванну.

Таблица 67 Флюсы для пайки алюминия и его сплавов

Марка флюса	Содержание элементов, %				_
	калий хло- ристый	литий хлористый	натрий фтористый	цинк хлорнстый	Температура плавления, °С
Ф380A Ф320A 34A	47 28 50	38 42 32	5 6 10	10 24 8	380 320 420

Припой не смачивает поверх-	Причины вазникновения Малоактивный флюс		
ность металла	- Тидиоактавнога филов		
в зоне лайки	Наличие окисной пленки		
Наплыоы или	Недостаточный кагрев поверхности изделия		
натеки припоя	Большая разница темпера- тур плавления припоя и флюсо		
Припой не затекает в зазор ( при хорошем	Малый зазор		
смачивании)	Большой зазор		
Неполное заполнение шва припоем	Перекос шва		
шой приност	Мало припоя		
Отсутствие галтели припоя в соединениях, паяных в нахлестку	Высокая температура нагрев		
HUMNOIX & HUXIOCHINY	Длительный нагрев		
Шероховатая поверхность паяного шва	Испарение припоя и флюса		
	Выделение газа из паяного шва		
прожог основного металла	Наличие окисной пленки в паяном шве		
	Температура плавления припоя ниже температуры флюса		
Пористость шва	Заполнение шва приповм с двух сторон		
	Большой удельный вес флюса		
Включение флюсов в паяном шве	Смещение деталей при пайке		
o namem dee	Быстрое охлаждение пьсле пайки		
Трещины в паяном шве	Разница коэффициентов теплового расширения		
	Образование хрупкой зоны		
Трещины в околошовной зоне	Интенсивная диффузия припоя в металле		
	Керавномерный нагрев сово няемых деталей		
Смещения и перекосы в паяных соединениях	Плохое скрепление деталей перед пайкой		

Рис. 2. Дефекты паяных соединений

## Контроль качества паяных соединений

Дефекты, возникающие при изготовлении паяных конструкций, можно разделить на три группы: дефекты заготовок и сборки изделия под пайку, дефекты паяных швов, дефекты паяного изделия в целом.

Наиболее характерные дефекты паяных швов и основные причины, вызывающие их, приведены на рис. 2.

Качество паяных швов обычно проверяют какими-либо физическими методами дефектоскопии без разрушения изделия. Основными из них являются: внешний осмотр, проверка герметичности, контроль лучами рентгена, магнитный метод, индукционный метод, метод окрашивания, ультразвуковой метод, определение механических свойств на образцах.

#### Глава 4

#### РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ДАВЛЕНИЕМ

Ремонт деталей давлением основан на использовании пластических свойств материала деталей. Восстановление размеров и формы деталей достигается за счет их пластической деформации. Способом давления можно восстанавливать многие детали машин, а при наличии в деталях и узлах таких дефектов, как изгиб и скручивание (ферм, стрел, рам и т. д.), этот способ ремонта является единственно возможным.

В применении такого способа ремонта есть лишь одно ограничение — недостаточная пластичность материалов, из которых изготавливаются некоторые детали машин.

Наибольшей пластичностью обладают чистые металлы. Введение ряда легирующих элементов в металл приводит к понижению пластичности. Так, например, при повышении содержания углерода, кремния, марганца, серы, фосфора пластичность сталей ухудшается. Хром, ванадий, молибден, вольфрам незначительно уменьшают пластичность сталей.

Высокими пластическими свойствами обладают латуни и бронзы, представляющие однородные сплавы. Двухфазные сплавы латуни и бронзы имеют худшую пластичность.

Различают следующие виды деформации металла, используемые при ремонте деталей давлением: осадка, вдавливание, раздача, обжатие, вытяжка, накатка и правка.

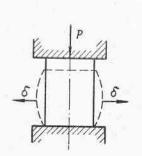
Осадку применяют для увеличения наружных или уменьшения внутренних размеров деталей за счет уменьшения их высоты (рис. 3). Осадкой ремонтируют втулки из бронзы при износе по внутреннему или наружному диаметру.

Вдавливание применяют для увеличения размеров изношенных поверхностей за счет перемещения материала детали на ограниченном участке с нерабочих поверхностей к изношенным — рабочим поверхностям (рис. 4). Способом вдавливания можно ремонтировать шлицы, применяя специальные ролики (рис. 5, 6).

У этих роликов боковые стороны выполняются с переменными углами наклона боковых поверхностей, а вершину ролика закругляют по радиусу  $(r=0,4\,$  мм).

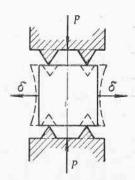
Для ремонта шлицев вдавливанием обычно используют мощные строгальные или долбежные станки, а также гидравлические прессы с максимальным давлением в 20—40 т.

Шлиц можно раздавать по ширине на 0,7—1,0 мм. Для обеспечения равномерной деформации шлица по высоте инструмент не-



**Рис. 3.** Схема деформации металла при осадке:

P — усилие:  $\delta$  — деформация



**Рис. 4.** Схема деформации в металле при вдавливании:

P — усилие: б — деформация

обходимо углубить ниже основания шлица на 1,5—2,0 мм. Если твердость шлицев более 350 HB, то перед ремонтом вдавливанием необходимо производить высокий отпуск. После ремонта проверяют, не появились ли трещины. Трещины не допускаются.

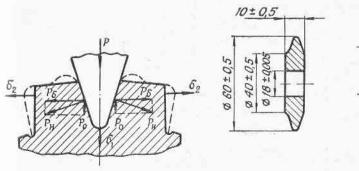


Рис. 5. Ремонт шлиц способом вдавливания

Рис. 6. Ролик для раздачи шлиц

Раздачу применяют для увеличения размеров наружных поверхностей полых деталей при сохранении или незначительном изменении их высоты (рис. 7).

Раздачей можно ремонтировать втулки, изготовленные из цветных металлов, стальные поршневые пальцы при износе наружных

цилиндрических поверхностей. Если поршневые пальцы цементированные, то перед раздачей следует их подвергнуть высокому отпуску ( $600-800^{\circ}$  C) в соляных ваннах, а после раздачи закалить до требуемой твердости.

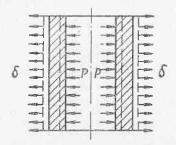
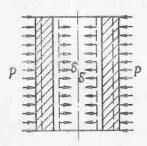


Рис. 7. Схема деформации металла при раздаче:  $P = \gamma$ силие:  $\delta = \beta$  деформация



**Рис. 8.** Схема деформации металла при обжатии:  $P = \text{усилие:} \qquad ^{6} = \text{деформа}.$ 

Обжатие применяют для уменьшения размеров внутренних поверхностей полых деталей за счет уменьшения размеров наружных поверхностей (рис. 8). Этим способом ремонтируют втулки из цветных металлов при износе их по внутреннему диаметру. Наруж-

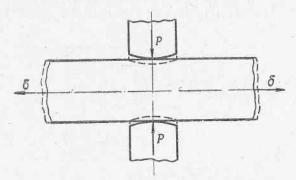


Рис. 9. Схема деформации металла при вытяжке:  $P \rightarrow \text{усилие}$ :  $\delta \rightarrow \text{деформация}$ 

ные размеры втулок восстанавливают гальваническим наращиванием.

Вытяжку применяют для увеличения длины детали за счет местного уменьшения ее поперечного сечения на небольшом участке (рис. 9).

Путем вытяжки чаще всего ремонтируют различные тяги.

Для вытяжки деталей можно применять самый простой инструмент, имеющийся в любой ремонтной мастерской: молоток с круглым бойком и наковальню.

Накатку применяют для увеличения наружных или уменьшения внутренних размеров деталей за счет вытеснения металла с отдельных участков рабочих поверхностей (рис. 10). Этим способом ремонтируют посадочные поверхности валов под обоймы подшипников, несущие небольшие нагрузки, подшипники скольжения,

залитые свинцовистой бронзой. Накаткой восстанавливают также резьбу на болтах, используя для этой цели резьбонакатный станок. Болты с поврежденной резьбой устанавливают между вращающимися резьбонакатными досками и прокатывают с приложением усилия в 800—1100 кг. Этим способом восстанавливают болты диаметром от 6 до 30 мм, имеющие повреждение резьбы не более чем до половины ее высоты.

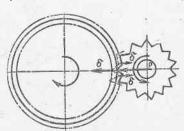


 Рис.
 10.
 Схема
 деформации

 металла
 при
 накатке:

 Р
 усилие:
 в — деформация

Правку применяют при ремонте цеталей, получивших в процессе экс-

плуатации остаточные деформации в виде изгиба, скручивания, коробления и т. п.

Правкой ремонтируют рамы, фермы, стрелы, валы, шестерни

и т. д.

В качестве примера рассмотрим процесс правки стрелы коробчатого профиля, имеющей прогиб в горизонтальной и вертикальной плоскостях, выходящий за пределы технических условий на ремонт

или требования чертежа.

Стрела устанавливается на домкраты выпуклостью вверх. Совмещаются нулевые отметки контрольного прогиба (сообщающихся сосудов) с нейтральной осью (продольной) инерции стрелы. С вогнутой стороны (снизу) надевается приспособление для охлаждения, которое заполняется водой до половины высоты профиля. Замеряется величина прогиба по методу сообщающихся сосудов. К выпуклой стороне прогиба подводится газовая горелка, которая регулируется на определенную величину температуры пламени (Q). Нагрев производится быстро на площади  $300 \times 200$  мм. Температура нагрева не более  $600^{\circ}$  С. Время нагрева определяется по графику  $\sigma = f(t)$  при h = 0.5 воды (половинный уровень воды). Графически зависимость величины прогиба от времени нагрева  $\sigma = f(t)$  и прогиба от уровня воды изображена на графике (рис. 11).

Графиком следует пользоваться следующим образом:

— определить величину прогиба для данной конструкции; — по прогибу войти в график  $\sigma = f(t)$  до пересечения с кривой, затем опустить вертикальную линию на шкалу времени и опреде-

лить время нагрева;

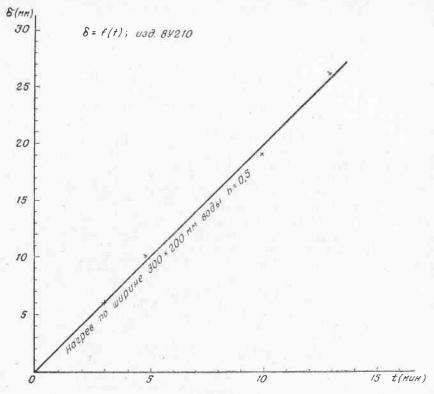


Рис. 11. График зависимости величины прогиба от времени нагрева

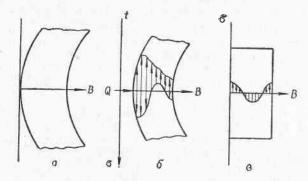


Рис. 12. Эпюры напряжений после охлаждения стрелы:

— контроль правки проверять этим же методом.

Отклонение от графика допускается не более чем на 10%. После нагрева произвести охлаждение. Охлаждение вогнутой стороны производится непрерывно в течение всего периода нагрева и до полного остывания стрелы. Охлаждение вогнутой стороны после нагрева производится на воздухе.

Во время правки ведется контроль температуры подогрева и величины прогиба. Контроль температуры подогрева осуществляется визуально по внешнему виду (температура 600° С соответствует темно-красному цвету), контроль величины прогиба — измерением методом сообщающих сосудов.

Форма детали и эпюра напряжений после охлаждения стрелы представлена на рис. 12, a,  $\delta$ , s).

Вверх относительно нулевой оси отложены растягивающие напряжения, вниз — сжимающие.

a — деталь до проверки,  $\delta$  — деталь в процессе правки при одностороннем нагреве;  $\delta$  — деталь после правки

#### Глава 5

#### ЗАЛИВКА ДЕТАЛЕЙ АНТИФРИКЦИОННЫМИ СПЛАВАМИ

#### Антифрикционные сплавы и их свойства

Антифрикционные сплавы представляют собой группу сравнительно мягких материалов, обладающих гетерогенной (неоднородной) структурой и имеющих малый коэффициент трения скольжения при работе в паре с другими материалами.

К антифрикционным сплавам предъявляются следующие требо-

вания:

- хорошая прирабатываемость;
- низкий коэффициент трения;
- высокая износостойкость;
- высокая теплопроводность;
- достаточно высокая механическая прочность при хорошей пластичности;
  - недефицитность и низкая стоимость сплава.

Этим требованиям в полной мере удовлетворяют сплавы, структура которых состоит из мягкой пластичной основы и равномерно распределенных твердых кристаллов.

В конструкциях летательных аппаратов и двигателей для за-

ливки подшипников применяют баббит и свинцовую бронзу.

Благодаря высоким антифрикционным свойствам эти сплавы обеспечивают хорошую работу сопряженных деталей при больших оборотах вращающихся частей и значительных удельных нагрузках.

Баббиты представляют собой сплавы олова, свинца, сурьмы

и меди

Олово со свинцом и сурьма образуют эвтектики, в свинце растворяется до 19.5% олова и до 2.5% сурьмы при определенных температурах.

Механическая прочность баббита зависит от соотношения компонентов. Сурьма и медь увеличивают прочность и твердость свинцовооловянистых баббитов, пластичность при этом падает.

Небольшие количества никеля, кадмия и мышьяка повышают твердость и прочность, снижая пластичность.

Кроме того, механические и антифрикционные свойства баббита зависят от размеров твердых кристаллов.

Баббиты надежно работают в том случае, если удельная нагрузка на подшипники не превышает  $40-50~\kappa e/cm^2$ , а рабочая температура их не более  $80-90^{\circ}$  С.

Химический состав и физико-механические свойства баббитов

приведены в табл. 68 и 69.

Свинцовистая бронза является антифрикционным материалом, применяемым в испытывающих ударные нагрузки подшилниках.

Механические свойства и теплопроводность сплавов медь — свинец значительно выше, чем у баббита. Подшипники, залитые свинцовой бронзой, надежно работают при удельном давлении до  $150~\kappa e/cm^2$  при температуре до  $125^{\circ}$  С.

Структура свинцовистых бронз неоднородна; она состоит из основной массы твердых кристаллов меди и мягких включений свинца. Существенным недостатком этих сплавов является их склонность к ликвации. При содержании 36% свинца и более сплавы особенно склонны к ликвации, поэтому, чтобы получить отливку, однородную по составу в различных зонах, требуются специальные меры, как, например, особо быстрое охлаждение или введение специальных добавок (никеля, серы).

Для заливки подшипников агрегатов летательных аппаратов и двигателей применяют свинцовистые бронзы марок Бр. С30 и Бр. ОС1-22. Состав и свойства этих сплавов приведены в табл. 70 и 71.

Механические свойства свинцовистых бронз тем ниже, чем больше в них свинца. Введение 5% свинца уже резко снижает твердость, прочность и особенно пластичность. Антифрикционные свойства и износостойкость повышаются с увеличением в сплаве свинца. Олово повышает все механические свойства, особенно сопротивление усталости.

Подшипники и втулки из свинцовистой бронзы требуют очищенной смазки, желательна принудительная смазка таких подшипников.

## Технологический процесс и применяемое оборудование для заливки подшипников баббитом

Основными дефектами вкладышей являются: износ и повреждение заливки, вмятины, забоины, риски и выкрашивание заливки.

Технологический процесс ремонта подшипников заключается в выполнении следующих операций:

- подготовка вкладыша к заливке;
- плавка баббита;
- заливка сплавом;
- расточка и доводка до необходимого размера.

Химический состав баббитов (по ГОСТ 1320-55, ГОСТ 1209-59)

Содержание элементов, %	свинец медь кадмий мышьяк никель теллур натрий кальций	2,5-3,5	5,5-6,5	Остальное 1,5—2.0 — — — — — — —	Остальное 2,5-3,0 1,75-2,25 0,6-1.0	Остальное 1,5-2,0 1,25-1,75 0,5-0,9 0,75-1,25	Остальное 0,7—1,1 — — — 0,05—0,2 — —	Остальное — — Алюминий 0,6—0,9 0,85—1,15	Остальное 0,15 — — — 0,25—0,5 0,35—0,55	Остальное — — — — — — — —	
Содержание эл	медъ		5,5-6,5			ъное 1,5—2,0 1,25—1,75	ъное 0,7—1,1	рное — —	0,15	1	
	сурьма сви	7,25—8,25	10,0—12,0	15,0—17,0 Ocran	14,0—16,0 Ocraz	13,0—15,0 Остал	14,0—16,0 Octa	0,25 Octal	0,5	5—6 Остал	
	олово	Б89 Осталь- ное	Б83 Осталь-	B16 15—17	B6 5—6	БН 9—11	<b>b</b> T 9–11	DKA —	<b>BK2</b> 1,5-2,5	COC6-6 5—6	

Таблица 69

		THE WASHINGTON	CAARITCAR	Physhku-meaannyceane councing caconico	Cavonius	11000			
	Единица				Марка	.3			
Показатель	измерения	P83	P89	B16	P6	ET	ВН	- BK	9-9202
Температура начала плавления	J.	240	240	240	235	240	240	320	247
Температура конца плавления	ပွ	370	300	410	416	410	400	440	280
Плотность	2/cm3	7.4	7,3	6,3	9,6		9,5	10,5	ļ
Предел прочности:	ć		ć	ţ	e		- - 1	Ç	
при растяжении	K2/MM2	0.6	O.'8	φ.	۵ , ک	0,0	0,7	0,0	f
при сжатии	$K2/MM^2$	11,5	11,4	12,4	13,6	12,8	12,7	16,0	Ţ
Относительное удлине-	0/0	0'9	10,6	0,2	0,2	8,	1,7	2,5	12—13
Ударная вязкость	K2M/CM2	1,07	3,0	8.0	0,15	0,44	0,44	8.0	- 1
Твердость по Бринеллю	K2/MM2	30,0	24,3	30,0	32,0		29.0	32,0	16—17
Коэффициент трения:				11		ı		8	
со смазкой		900'0	1	900'0	0,005	600'0	900'0	0,004	1
без смазки		0,28	Î	0,25	ı	0,38	0,27	0,44	t
Коэффициент линейного расширения $\alpha \times 10^{-6}$	11	23,0	1	24,0	26	56	1	36	1

#### Состав свинцовистых бронз (ГОСТ 493-54)

				Химичес	кий	сост	ав, %						
Марка сплава	Pb	Sn	P	Cu	1	lonycı	гимое	содер (не б	ржание олее)	при	иес	ей	а при-
				Gu	Sb	Fe	Al	Si	Bi	As	Ni	Zn	Сумма
Бр. С30	29.5±2	-	До 0,15	Осталь-	0,3	0,25	0,01	0,02	0,05	0,1	0,5	0,1	До 0,6*
Бр. OC1-22	22±2	12	До 0,1	Осталь- ное	0,3	0,25	0,01	0,02	0,005	0,1	0,5	0,1	До 0,6**

<sup>\*</sup> Кроме олова и никеля.

\*\* Кроме никеля.

Таблица 71

### Механические свойства и условия применения свинцовистых бронз

предел прочности при рас- тяжении,	относи- тельное уклине-	предел выносли-	ольше жое жие,	ольшая эсть эжения,	е,
кг/мм²	ние, %	вости, кг/мм <sup>2</sup>	Наиболь удельно лэвлени кг/см³	Наиболн скорост скольже ж/сек	Наиболы эначение кгж/см²-с
8	9	2,8	150	10	800
12	12	4,5	300	15	1200
					10 10

Подготовка к заливке производится с целью обеспечения прочного приставания баббита к вкладышу; в подготовку входят выплавление старого баббита, очистка вкладыша от загрязнений и окислов и лужение.

Выплавление старого баббита производится паяльной лампой или погружением подогретого до 100—120° С вкладыша в тигель с расплавленным баббитом.

После выплавления баббита поверхность подшипника очищается от грязи и окислов стальными щетками, а от ржавчины — травлением в 10—15% растворе серной или соляной кислоты при комнатной температуре в течение 2—10 мин и промывается горячей водой.

Очищенный подшипник подвергается обезжириванию в 10% растворе едкого натра или едкого кали при температуре 80—90° С в течение 8—15 мин. Остатки щелочи с поверхности подшипника удаляются горячей водой и последующей сушкой. Затем поверхность, подлежащая заливке, покрывается флюсом, а не подлежа-

щая заливке — пастой. В качестве флюса применяется хлористый цинк, а паста представляет собой смесь, состоящую из одной части мела и трех частей воды.

Лужение производится окунанием подшипника в ванну с расплавленной полудой при температуре 300—320°С и выдержкой в течение 3—7 мин. В качестве полуды применяются сплавы ПОС-30 или ПОС-40.

Плавка баббита осуществляется в глубоких тиглях. После расплавления поверхность баббита покрывается слоем древесного угля толщиной 15—30 мм с целью защиты его от окисления.

Заливка подшипника ведется в такой последовательности:
— нагревается баббит до температуры, которая на 50—60° С

— нагревается баббит до температуры, которая на 50—60 С превышает верхнюю критическую точку его плавления (табл. 69);

нагревается вкладыш до температуры 250—270°С;
 собирается приспособление для заливки вместе с вклады-

шем; — доводится температура баббита к моменту заливки до 440—470° С (перегрев не допускается);

— перемешивается баббит в ванне или тигле и производится

— перемешивается оаооит в ванне или титле и производител заливка.

В ремонтной практике применяются кокильный и центробежный способы заливки подшипников.

Особое внимание при заливке необходимо обращать на температуру предварительного подогрева приспособления (кокиля, патрона центробежного станка), так как от этого зависят скорость охлаждения баббита, а следовательно и антифрикционные свойства сплава.

При центробежной заливке подшипников важным параметром является скорость вращения патрона с приспособлением.

Скорость вращения патрона определяется по следующей формуле:

$$n=\frac{k}{\sqrt{r}}$$
,

где n — число оборотов патрона станка в минуту;

r — внутренний радиус подшипника, см;

k — постоянная величина, зависящая от удельного веса баббита ( $\kappa$  = 1300—1400).

## Технологический процесс и применяемое оборудование для заливки подшипников свинцовистой бронзой

Технологический процесс изготовления вкладышей, залитых свинцовистой бронзой, состоит из следующих операций:

- изготовления заготовки и формы;
- сборки заготовки с формой;
- плавления свинцовистой бронзы;

- заливки заготовки свинцовистой бронзы;

механической обработки.

Заготовка под вкладыш представляет собой цельнотянутую толстостенную стальную трубку, поверхности которой обработаны под необходимый размер. Материалом для заготовки служит малоуглеродистая сталь марки Ст. 10, а для формы — кровельное железо.

Размеры формы зависят от размеров вкладышей и толщины слоя свинцовистой бронзы.

Перед сборкой заготовка и форма тщательно очищаются от загрязнений и окислов и обезжириваются.

Очистка от окислов производится с помощью кислот (серной или соляной).

Обезжиривание производится в 10-процентном растворе щелочей при температуре  $90-100^{\circ}$  С в течение 5-10 мин.

После обезжиривания заготовка и форма промываются в горячей воде.

Для обеспечения прочного приставания бронзы внутренняя поверхность заготовки подвергается флюсованию. В качестве флюса применяется водный раствор буры.

Густота флюса должна быть такой, чтобы толщина покрытия (окунанием) не превышала 0,3 мм. Покрытая флюсом заготовка сущится при температуре 100—110° С.

Затем заготовка и форма собираются.

Плавка свинцовистой бронзы перед заливкой вкладышей производится в индукционных печах, характеристики которых приведены в табл. 72.

Таблица 72

## Характеристика индукционных печей

Марка печи	Напряже- ние, в	Частота, гц	Емкость тигля, кг	Произволи- тельность, кг/ч	Максимальная температура нагрева, °С
ПО-52 ЦНИИТМАШ	375—380 380	2500 2500—2800	60	60	1500—1600 1060—1070

Состав шихты для приготовления свинцовистой бронзы приведен в табл. 73.

Охлаждение заготовки производится на установке, в которой охлаждающей средой является вода.

Чтобы предупредить ликвацию свинцовистой бронзы, скорость охлаждения должна быть 700—900° в минуту. Контроль качества заливки осуществляется с помощью рентгеноскопии.

#### Состав шихты

		В весовых	единицах
Марка металла	Coctab, º/o	на 40 кг бронэы	на 60 <i>кг</i> бронзы
Медь М1 или М2		=	
(FOCT 859—66)	64—65,5	26,15	18,96
Свинец С1 или С2 (ГОСТ 3778—65)	33-34,5	13,2	10,52
Фосфорная медь МФ1 (ГОСТ 4515—48)	1,5	0,65	0,52
Отходы бронзы (лит- ники, стружка и пр.)	1	_	30

После заливки вкладыш подвергается механической обработке в такой последовательности:

- удаляется внутренняя часть формы путем растачивания на станке:
  - выпрессовывается вкладыш из формы;
  - растачивается до необходимых размеров;
  - разрезается на две половинки.

Чистовая расточка коренных вкладышей ведется в постелях картера двигателя, чтобы выдержать соосность.

## Восстановление вкладышей, залитых свинцовистой бронзой, накаткой

В настоящее время в ремонтных органах для восстановления вкладышей подшипников применяют способ раздачи свинцовистой бронзы с помощью специального приспособления.

Технологический процесс восстановления вкладышей раздачей выполняется в такой последовательности:

- запрессовываются в оправку попарно вкладыши;
- оправка с вкладышами закрепляется в патроне токарного станка;
- производится накатка свинцовистой бронзы с помощью накатного ролика;
- лудится, а затем заливается сплавом COC6-6 или баббитом внутренняя поверхность вкладышей;
- залитая поверхность вкладышей растачивается до номинального размера, режимы расточки приведены в табл. 74.

Расточенная поверхность вкладыша имеет сетчатую структуру с углублениями, залитыми мягким сплавом.

Площадь свинцовистой бронзы занимает 70-75%, а площадь мягкого сплава 30-25%.

Восстановленные этим способом вкладыши подшипников имеют высокую прочность и износостойкость.

Таблица 74

#### Режимы расточки

Глубина вдавлива- ния, мм	Подача, мм об	Скорость вращения шпинделя, <i>об/мин</i>	Число переходов
0,6-0,8	1,5—2	40—50	2—3

#### Глава 6

## РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ СПОСОБОМ МЕХАНИЧЕСКОЙ И СЛЕСАРНОЙ ОБРАБОТКИ

Механическая и слесарная обработка при ремонте деталей занимает ведущее место в технологическом процессе ремонта деталей. При ремонте механической обработкой восстановление геометрических форм деталей достигается путем снятия слоя металла, размеры которого определяются неравномерностью износа и величиной остаточной деформации. Этот вид обработки деталей называют обработкой под ремонтный размер (Р). Компенсация износа детали и ремонтного припуска при обработке под ремонтный размер достигается за счет постановки сопряженной детали соответствующего размера. Если, например, под ремонтный размер обрабатывают вал, то отверстие во втулке должно иметь уменьшенный размер. Кроме того, износ и ремонтный припуск можно компенсировать постановкой добавочной детали (ДР).

Таким образом, ремонт деталей механической обработкой мож-

но разделить на два вида:

обработка деталей под ремонтный размер;ремонт постановкой добавочных деталей.

#### Обработка деталей под ремонтный размер

При этом способе одна из сопряженных деталей, наиболее сложная и дорогостоящая, обрабатывается под ремонтный размер, а вторая заменяется новой или восстанавливается также до ремонтного размера.

Ремонтные размеры бывают двух видов: нормализованные и

ненормализованные.

При наличии нормализованных ремонтных размеров деталь обрабатывается до определенных заранее установленных ремонтных размеров. При ненормализованных ремонтных размерах деталь обрабатывается до получения лишь правильной геометрической формы. Обработка деталей под нормализованные ремонтные размеры имеет ряд существенных преимуществ: сохраняется взаимо-

заменяемость деталей, что упрощает процесс ремонта машин, появляется возможность массового выпуска деталей различных ремонтных размеров, что снижает стоимость ремонта.

Методика определения величины и количества ремонтных размеров для вала и отверстия заключается в следующем. Если вал и отверстие при поступлении деталей в ремонт имеют формы и размеры, показанные на рис. 13, то для придания им правильной геометрической формы необходимо подвергнуть их механической обработке. После обработки размеры деталей будут отличаться от номинальных на удвоенную величину максимального износа  $u_{\max}$  и двойную величину припуска на механическую обработку  $\delta$ .

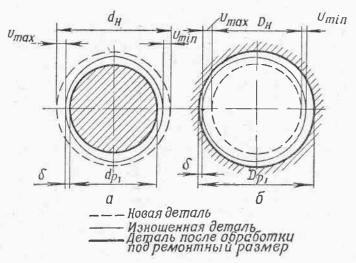


Рис. 13. Определение нормализованных ремонтных размеров: а — для вала; б — для отверстий

Следовательно, первый ремонтный размер деталей может быть определен по формулам:

— для валов

$$d_{p_1} = d_{H} - 2(u_{\text{max}} + \delta);$$

— для отверстий

$$D_{p_1} = D_H + 2(u_{max} + \delta),$$

где  $d_{\rm p,}$  — первый ремонтный размер для вала,  ${\it mm}$ ;

 $D_{\rm p_1}$  — первый ремонтный размер для отверстия, мм;

 $d_{\rm H}$  — номинальный размер вала, мм;

 $u_{\text{max}}^{n}$  — номинальный размер отверстия, mm;  $u_{\text{max}}$  — величина наибольшего износа детали на сторону, mm;

δ — припуск на механическую обработку на сторону, мм.

Для определения первого ремонтного размера детали необходимо определить по чертежу номинальный размер детали, припуск на механическую обработку, который зависит от вида обработки. При шлифовании он составляет 0,03—0,05 мм, при чистовом обтачивании -0.05-0.1 *мм* на сторону.

Величина максимального одностороннего износа  $u_{\max}$  определяется опытным путем. Однако в практике ремонта при дефектации деталей обычно определяют не величину максимального износа, а общий износ детали:

$$u_0 = u_{\text{max}} + u_{\text{min}}$$

Для упрощения определения ремонтных размеров в формулы вводят коэффициент неравномерности износа к, который равен отношению максимального износа к общему износу, т. е.

$$k = \frac{u_{\text{max}}}{u_0},$$

откуда  $u_{\text{max}} = ku_0$ . Подставив эти значения в формулы для определения  $d_{\mathrm{p}}$  и  $D_{\mathrm{p}}$  найдем

$$d_{p_1} = d_H - 2(ku_0 + \delta);$$
  

$$D_{p_1} = D_H + 2(ku_0 + \delta).$$

Таким образом, расчетные формулы для последующих ремонтных размеров будут соответственно

— для валов

$$\begin{aligned} d_{p_2} &= d_{p_1} - 2 \ (ku_0 + \delta); \\ d_{p_3} &= d_{p_2} - 2 \ (ku_0 + \delta); \\ \vdots &\vdots \\ d_{p_n} &= d_{p_{n-1}} - 2 \ (ku_0 + \delta); \end{aligned}$$

для отверстий

$$D_{p_{2}} = D_{p_{1}} + 2 (ku_{0} + \delta);$$

$$D_{p_{3}} = D_{p_{2}} + 2 (ku_{0} + \delta);$$

$$\vdots$$

$$D_{p_{n}} = D_{p_{n-1}} + 2 (ku_{0} + \delta).$$

При симметричном износе детали, когда

$$u_{\max} = u_{\min} = \frac{u_0}{2};$$

коэффициент неравномерности износа равен

$$k = \frac{u_{\text{max}}}{u_0} = 0.5.$$

При одностороннем износе, когда  $u_{\min}=0$ , а  $u_{\max}=u_{o}$ , коэффициент неравномерности равен

$$k = \frac{u_{\text{max}}}{u_0} = \frac{u_0}{u_0} = 1.$$

Как видно из приведенных данных, коэффициент неравномерности износа будет находиться в пределах 0,5-1. Причем для каждой детали значение к устанавливается опытным путем. При отсутствии точных данных этот коэффициент принимается равным единице.

В формулах для определения ремонтных размеров выражение  $2(ku_0+\delta)=t$  называют ремонтным интервалом. Если принять, что ремонтный интервал для всех ремонтных размеров для конкретной данной детали одинаков, то можно подсчитать общее количество ремонтных размеров по формулам:

— для валов

$$m_{\rm B} = \frac{d_{\rm H} - d_{\rm min}}{t};$$

— для отверстий

$$m_{\rm o} = \frac{D_{\rm max} - D_{\rm H}}{t},$$

где  $m_{\rm p}$  — количество ремонтных размеров для вала;

 $m_{o}$  — количество ремонтных размеров для отверстия;  $d_{\min}$  — минимально допустимый по условиям прочности раз-

 $D_{\mathrm{max}}$  — максимально допустимый по условиям прочности раз-

мер отверстия.

Таким образом, из приведенных формул следует, что количество ремонтных размеров зависит от минимально и максимально допустимых размеров вала и отверстия. Так, обычно минимально допустимый размер шеек вала определяется запасом их прочности. Максимально допустимый размер отверстий в большинстве случаев ограничивается конструктивными особенностями деталей (толщиной стенки, термообработкой и пр.). В некоторых случаях обработку деталей производят не до нормализованных ремонтных размеров, а до получения поверхности с правильной геометрической формой. При этом сопряженную деталь для обеспечения требуемой точности сборки обрабатывают под полученный размер ремонтируемой детали.

Недостатком такой обработки является нарушение принципа взаимозаменяемости. При ремонте деталей таким способом необходимо еще до обработки определить расчетом размеры, которые будут получены после ремонта, во избежание выбраковки отремонтированной детали.

Размеры шеек вала при обработке их под ненормализованные ремонтные размеры могут быть определены по формуле

$$d_{p} = d_{o} - a - \delta,$$

 $d_{\rm p}$  — диаметр шейки вала после ремонта, мм;

 $d_{f a}$ — наименьший диаметр изношенной шейки вала до ремонта, мм;

а — биение шейки при установке вала в центра, мм;

б— припуск на механическую обработку, мм.

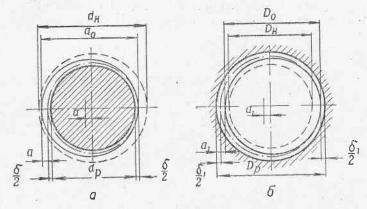


Рис. 14. Определение нормализованных ремонтных размеров: а — для вала; б — для отверстий

При определении ненормализованных размеров отверстий (рис. 14) ремонтные размеры определяются по формуле

$$D_{p} = D_{o} + a_{1} + \delta,$$

где  $D_{
m p}$  — диаметр отверстия после ремонта, мм;  $D_{
m o}$  — наибольший диаметр отверстия детали до ее ремонта, мм;

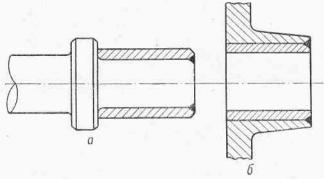
 $a_1$  — биение поверхности отверстия при установке детали по базирующей поверхности, мм;

€ — припуск на обработку, мм.

Конкретные примеры обработки деталей под ремонтные размеры приведены во всех технических условиях на капитальный ремонт машин и в руководствах по среднему ремонту в разделе «Ремонтные чертежи».

#### Ремонт постановкой добавочных деталей

Способ ремонта постановкой добавочных деталей прост и широко применяется в ремонтных органах. При этом способе ремонта износ деталей компенсируется постановкой добавочных деталей, не предусмотренных конструкцией машины. Форма и размеры добавочных деталей зависят от места их установки. По форме они в большинстве случаев выполняются в виде втулок, ввертышей, пластин и т. п. Размеры добавочных деталей выбираются в зависимости от размеров ремонтируемых деталей, при этом толщина добавочных деталей определяется исходя из условий их прочности на смятие. В качестве материала для изготовления добавочной детали берется тот же материал, из которого изготовлена основная деталь. Так, изношенные шейки валов могут быть восстановлены постановкой добавочных втулок (рис. 15, а), изготовленных из такого же материала. Поверхность шейки вала должна быть обработана под размер втулки и прошлифована. После напрессовки втул-



**Рис. 15.** Восстановление деталей постановкой добавочной втулки:

a — восстановление вала;  $\delta$  — восстановление отверстий

ка закрепляется от проворачивания путем сварки и окончательно обрабатывается под размер новой детали. Точно так же может быть восстановлено изношенное отверстие в ступице детали (рис. 15,6).

Для восстановления резьбовых отверстий в практике ремонта широкое применение нашла постановка ввертышей. Для этого отверстие с поврежденной резьбой обрабатывают под большой диаметр, нарезают в нем новую резьбу и завертывают ввертыш. На внутренней поверхности ввертыша нарезают резьбу номинального размера. От проворачивания ввертыш фиксируют постановкой штифта.

#### Общие припуски на механическую обработку

Припуском называется разность размеров заготовки и детали, которая обеспечивает получение готовой детали после механической обработки в соответствии с чертежом.

Различают припуски операционные и общие. Под операционным припуском подразумевают слой металла, снимаемый при вы-

полнении данной операции механической обработки для получения размеров и качества поверхности, заданных техническими условиями

Сумма операционных припусков дает общий припуск на обра-

ботку.

Чрезвычайно большая величина общего припуска ведет к перерасходу металла на единицу изделия, к уменьшению производительности при механической обработке. Очень малая величина припуска может привести к браку вследствие оставления черновин после механической обработки на поверхности детали. Поэтому установление рациональных припусков на обработку является одним из важных условий экономного расходования металлов, внедрения прогрессивных технологических процессов механической обработки деталей, повышения производительности труда.

Для чугунных отливок припуски на механическую обработку задаются в соответствин с ГОСТ 1855—55, для стальных отли-

вок — по ГОСТ 2009—55.

Стандартные припуски и допуски на механическую обработку

указываются для отливок трех классов.

На заготовки из черных металлов, получаемые при объемной горячей штамповке, припуски и допуски на размеры устанавливаются в соответствии с ГОСТ 7505—55, а на поковки из углеродистой и легированной стали, изготовляемые свободной ковкой на прессах, в соответствии с ГОСТ 7062—54.

Общие припуски на механическую обработку представлены в

табл. 75—84.

В табл. 75—80 размеры припусков над чертой указаны для поверхности, расположенной при заливке сверху, а размеры припусков под чертой — для поверхности, расположенной сбоку или снизу. Припуски на механическую обработку литых отверстий принимаются независимо от их расположения.

Таблица 75

Припуски на механическую обработку отливок 1-го класса точности из серого чугуна (по ГОСТ 1855—55)

			I	Номиналі	ьный ра	азмер, м	м		
Наибольший габа- ритный размер детали, <i>м.м</i>	до 50	51-120	121-260	261-500	501-800	801-1250	1251—2000	2001—3150	3151-5000
До 120	$\begin{array}{ c c }\hline 2.5\\\hline 2.0\\\hline \end{array}$	$\frac{2,5}{2,0}$							
121—260	$\begin{array}{ c c }\hline 2,5\\\hline 2,0\\\hline \end{array}$	$\frac{3.0}{2.5}$	$\frac{3,0}{2,5}$						
261—500	$\frac{3.5}{2.5}$	$\frac{3,5}{3,0}$	$\frac{4,0}{3,5}$	$\frac{4.5}{3.5}$			-		1

			_ I	Номинал	ьный ра	эмер, м	м		
Наибольший габаритный размер детали, мм	до 50	51-120	121-260	261—500	501-800	801—1250	1251-2000	2001—3150	3151—5000
501—800	$\frac{4.5}{3.5}$	$\begin{array}{c} 4,5\\ \overline{3,5} \end{array}$	$\frac{5,0}{4,0}$	$\frac{5.5}{4.5}$	$\frac{5,5}{4,5}$				
801—1250	$\frac{5.0}{3.5}$	$\frac{5,0}{4,0}$	$\begin{array}{c c} 6,0\\ \hline 4,5 \end{array}$	$\frac{6.5}{4.5}$	$\frac{7.0}{5.0}$	$\frac{7.0}{5.0}$			
1251—2000	$\frac{5.5}{4.0}$	$\frac{6,0}{4,5}$	$\frac{6.5}{4.5}$	$\frac{7.0}{\overline{5.0}}$	$\frac{7.0}{5.0}$	7,5 5,5	$\frac{8.0}{6.0}$		
2001—3150	$\frac{6.0}{4.0}$	$\frac{6,5}{4,5}$	$\frac{6,5}{4,5}$	$\frac{7,5}{5,0}$	$\frac{8,0}{5,5}$	$\frac{8,5}{6,0}$	$\frac{9.0}{6.5}$	$\frac{9,5}{6,5}$	
3151—5000	$\frac{6,0}{4,5}$	$\frac{6,5}{5,0}$	$\frac{7,0}{5,0}$	$\frac{7.5}{5.5}$	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{9,0}{6,5}$	$\frac{9.5}{7.0}$	$\frac{10.0}{7.5}$	$\frac{11,6}{8,5}$

Таблица 76

Припуски на механическую обработку отливок 2-го класса точности из серого чугуна (по ГОСТ 1855—55)

				Ном	инальны	й разме	р, ми			
Наибольший габыритный размер детали, жм	до 50	51-120	121—260	261—500	501-800	801-1250	1251-2000	2001-3150	3151-5000	5001-6300
До 120 121—260 261—500 501—800 801—1250 1251—2000 2001—3150 3151—5000 5001—6300	3,5 2,5 4,0 3,0 4,5 3,5 5,0 4,0 6,0 4,0 7,0 4,5 7,0 5,0 7,0 5,5 7,5 5,5	4,0 3,0 4,5 3,5 5,0 4,0 6,0 4,5 7,0 5,0 7,5 5,0 7,5 5,0 7,5 5,5 8,0 6,0	5,0 4,0 6,0 4,5 6,5 4,5 7,0 5,0 8,0 5,5 8,0 5,5 8,0 6,0 8,5 6,5 8,0 6,0	6,5 5,0 7,0 5,0 7,5 5,5 8,0 6,0 8,5 6,0 9,0 7,0	7,5 5,5 8,0 5,5 9,0 6,5 9,0 6,5 9,0 7,5	8,5 6,5 9,0 6,5 10,0 7,0 10,0 7,0 11,0 8,0	$ \begin{array}{c c} 10.0 \\ 7.5 \\ 11.0 \\ 8.5 \\ 11.0 \\ 8.0 \\ 12.0 \\ 9.0 \end{array} $	$ \begin{array}{c c} 12.0 \\ \hline 9.0 \\ 12.0 \\ \hline 9.0 \\ \hline 13.0 \\ \hline 10.0 \end{array} $	13.0 10.0 14.0 11.0	15.0 12.0

## Припуски на механическую обработку отливок 3-го класса точности из серого чугуна (по ГОСТ 1855—55)

				Номи	нальныі	й размер	, MM			
Наибольший габаритный размер ветали, мм	до 120	121-260	261—500	501—800	801—1250	1251—2000	2001—3150	3151—5000	5001-6300	6301-10000
До 120	$\frac{4,5}{3,5}$				24					
121—260	$\frac{5,0}{4,0}$	$\frac{5,5}{4,5}$	r.							
261—500	$\frac{6,0}{4,5}$	$\frac{7.0}{5.0}$	$\frac{7.0}{6.0}$							
501—800	$\frac{7.0}{5.0}$	$\frac{7.0}{5.0}$	$\frac{8.0}{6.0}$	$\frac{9,0}{7,0}$						
801—1250	$\frac{7.0}{5.5}$	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{9.0}{7.0}$	$\frac{10.0}{7.5}$					
1251—2000	$\frac{8.0}{6.0}$	8,0	$\frac{9,0}{7,0}$	$\frac{9.0}{7.0}$	$\frac{10,0}{8,0}$	$\frac{12.0}{9.0}$				
2001—3150	$\frac{9.0}{7.0}$	$\frac{9,0}{7,0}$	$\frac{10.0}{8.0}$	$\frac{10,0}{8,0}$	$\frac{11,0}{9,0}$	$\frac{12,0}{9,0}$	$\frac{14.0}{10.0}$		= 1 #	
3151—5000	$\frac{9.0}{7.0}$	$\frac{10.0}{8.0}$	$\frac{10.0}{8.0}$	$\frac{11.0}{9.0}$	$\frac{12.0}{9.0}$	$\frac{14.0}{11.0}$	$\frac{15.0}{12.0}$	$\frac{16,0}{13,0}$		411
5001—6300	$\frac{9,0}{7,0}$	$\frac{10.0}{8.0}$	$\frac{11.0}{9.0}$	$\frac{12,0}{9,0}$	$\frac{13,0}{10,0}$	$\frac{14.0}{11.0}$	$\frac{16.0}{13.0}$	$\frac{18,0}{15,0}$	$\frac{20,0}{17,0}$	2
6301—10 000	$\frac{9.0}{7.0}$	$\frac{10,0}{8,0}$	$\frac{11,0}{9,0}$	$\frac{12,0}{10,0}$	$\frac{14.0}{11.0}$	$\frac{16,0}{13,0}$	$\frac{18.0}{15.0}$	$\frac{20,0}{17,0}$	$\frac{22.0}{19.0}$	$\frac{24,0}{21,0}$

Таблица 78

# Припуски на механическую обработку стальных отливок 1-го класса точности (ГОСТ 2009—55)

		=c*xiini	Hov	инальны	й размер	, мм		
Наибольший размер детали, <i>мм</i>	до 120	121-250	261—500	501-800	801-1250	1251—2000	2001—3150	3151-5000
До 120	$\frac{3,5}{3,0}$						15. 14.4 21.7	
121—260	4,0	5,0 3,5	11.8				75.24	i Saar,

	-		Ho	минальны	й размер,	мм		
Наибольший размер детали, мм	до 120	121—260	261500	501800	801-1250	1251-2000	2001-3150	3151-5000
261—500	5,0	5,0	$\frac{6.0}{4.0}$		1.7			
501—800	$\frac{5.0}{4.0}$	6,0	$\frac{7.0}{5.0}$	$\frac{7.0}{5.0}$				
801—1250	$\frac{7.0}{5.0}$	7,0	$\frac{8.0}{6.0}$	8,0	$\frac{9,0}{6,0}$			
1251—2000	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{8.0}{6.0}$	9,0	$\frac{9.0}{7.0}$	$\frac{9,0}{7,0}$	$\frac{10,0}{7,0}$		
2001—3150	$\frac{9,0}{7,0}$	$\frac{9,0}{7,0}$	$\frac{10,0}{7,0}$	$\frac{10,0}{8,0}$	$\frac{11,0}{8,0}$	$\frac{12,0}{8,0}$	$\frac{12,0}{9,0}$	
3151—5000	$\frac{10.0}{8.0}$	$\frac{10.0}{8.0}$	$\frac{11.0}{8.0}$	$\frac{12.0}{8.0}$	$\frac{12,0}{9,0}$	$\frac{13.0}{9.0}$	$\frac{13,0}{10,0}$	$\frac{16.0}{12.0}$

Таблица 79

Припуски на механическую обработку стальных отливок 2-го класса точности

(FOCT 2009-55)

			I	Номинал	ьный ра	змер, м.	н		
Наибольший раз- мер детали, <i>мм</i>	до 120	121—260	261—500	501—800	801-1250	1251—2000	2001-3150	3151—5000	5001-6300
До 120	4,0								
121—260	$\frac{5,0}{4,0}$	$\frac{6,0}{4,0}$							
261—500	$\frac{6.0}{5.0}$	$\frac{7.0}{5.0}$	$\frac{7.0}{6.0}$						
501—800	$\frac{7.0}{5.0}$	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{9.0}{6.0}$	$\frac{10,0}{7,0}$				-	
801—1250	8,0	$\frac{9,0}{7,0}$	$\frac{10.0}{7.0}$	$\frac{10,0}{8,0}$	$\frac{11.0}{8.0}$				
1251—2000	$\frac{9.0}{7.0}$	$\frac{10,0}{7,0}$	$\frac{10.0}{8.0}$	$\frac{11,0}{8,0}$	$\frac{12.0}{9.0}$	$\frac{13.0}{9.0}$			

			ŀ	Номинал	ьный ра	змер, м	н		
Наибольший раз- мер детали, <i>мя</i>	до 120	121—260	261—500	501—800	801-1250	1251—2000	2001—3150	3151-5000	5001-6300
2001—3150	$\frac{10.0}{7.0}$	$\frac{11,0}{8,0}$	11,0	$\frac{12.0}{9.0}$	13,0 10,0	$\frac{13.0}{10.0}$	$\frac{14.0}{11.0}$		
3151—5000	$\frac{10.0}{8.0}$	$\frac{11,0}{8,0}$	$\frac{12,0}{9,0}$	$\frac{13,0}{9,0}$	$\frac{13,0}{10,0}$	$\frac{13.0}{10.0}$	$\frac{14.0}{11.0}$	$\frac{16,0}{13,0}$	
5001—6300	$\frac{12.0}{9.0}$	$\frac{13,0}{9,0}$	$\frac{13,0}{10,0}$	$\frac{14,0}{10,0}$	$\frac{14.0}{11.0}$	$\frac{15.0}{11.0}$	$\frac{15,0}{12,0}$	$\frac{16,0}{14,0}$	$\frac{20}{16}$

Таблица 80

## Припуски на механическую обработку стальных отливок 3-го класса точности

(FOCT 2009-55)

				Howar		размер,	11.14			
Наибольший размер детали, <i>мм</i>	до 120	121-260	261-500	201-800	801—1250	1251—2000	2001—3150	3151-5000	5001-6300	6361-10000
До 120	$\frac{5,0}{4,0}$									
121—260	$\frac{5,0}{4,0}$	$\frac{6,0}{5,0}$			9	-		-		
261—500	$\frac{6.0}{5.0}$	$\frac{8.0}{6.0}$	$\frac{9,0}{6,0}$							
501—800	$\frac{7.0}{5.0}$	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{10,0}{7,0}$	$\frac{11,0}{7,0}$						
801—1250	$\frac{9,0}{6,0}$	$\frac{10.0}{7.0}$	$\frac{11,0}{8,0}$	$\frac{12,0}{8,0}$	$\frac{13,0}{9,0}$		- 6	Ť		
1251—2000	$\frac{10,0}{7,8}$	$\frac{11,0}{8,0}$	$\frac{12,0}{9,0}$	$\frac{13.0}{9.0}$	$\frac{14,0}{10,0}$	$\frac{16,0}{11,0}$				
2001—3150	$\frac{10,0}{8,0}$	$\frac{11,0}{9,0}$	$\frac{13,0}{10,0}$	$\frac{14,0}{10,0}$	$\frac{15.0}{11.0}$	$\frac{16,0}{12,0}$	$\frac{17,0}{13,0}$			() ()
3151—5000	$\frac{12.0}{9.0}$	$\frac{13,0}{10,0}$	$\frac{14,0}{11,0}$	$\frac{15,0}{11,0}$	$\frac{16,0}{12,0}$	$\frac{17,0}{13,0}$	$\frac{18,0}{14,0}$	$\frac{20.0}{16.0}$		
5001—6300		$\frac{14,0}{10,0}$	$\frac{15,0}{11,0}$	$\frac{16,0}{12,0}$	$\frac{18,0}{13,0}$	$\frac{20.0}{14.0}$	$\frac{21.0}{15.0}$	$\frac{23.0}{17.0}$	$\frac{25,0}{20,0}$	
3301—10 000	=		$\frac{16,0}{12,0}$	$\frac{18,0}{13,0}$	$\frac{20.0}{14.0}$	$\frac{22,0}{15,0}$	$\frac{23,0}{16,0}$	$\frac{25,0}{18,0}$	$\frac{28,0}{22,0}$	$\frac{33.0}{26.0}$

Таблица 81

Припуски на механическую обработку чугунных и стальных отливок, получаемых в металлических формах (кокилях)

Размеры заго	товки, мм	Приг	туск на сторон	у, мм	
ллина	ширина или диаметр	нижняя или наружная боковая поверхность	внутренняя боковая поверхность	верхняя поверхность	Наибольшее отклонение (±), мм
До 25	До 20	0,7	0,8	1,0	0,3-0,5
26—40	15-40	1,0	1,2	1,5	0,4-0,6
4160	25—60	1,2	1,4	1,7	0,5-0,8
61—100	30100	1,4	1,6	2,0	0,5—1,0
101-160	50—160	1,6	1,8	2,2	0,6-1,0
161—250	100—250	2,0	2,2	2,5	0,8-1,2
251—400	100-400	2,2	2,4	2,7	1,0-1,2
401600	150—600	2,6	2,8	3,0	1,2-1,4
601—1000	2001000	3,0	3,2	3,5	1,2—1,5
1001—1600	200—1600	3,2	3,4	4,0	1,2-1,5

Таблица 82

Припуски на механическую обработку заготовок из цветных металлов, отливаемых под давлением и в кокиль

Способ изготовления заготовок	Наибольший габаритный размер за-готовки, мм	Припуск на сторону, мм	Способ изготовления заготовок	Наибольший габаритный размер за- готовки, мм	Припуск на сторону, <i>мж</i>
Отливка	До 40	0,3	Отливка	До 40	1,0
под давле- нием	41—100	0,5	в кокиль	41—100	1,5
	101—250	0,7		101—400	2,0
	251—400	1,0		401—1000	3,0
				1001-1600	4,0

Таблица 83

и и допуски на сплошные гладкие поковки круглого сечения из углеродистой и легированной стали, изготовляемые свободной ковкой на прессах

4-241

					Диам	Диаметр детали, жж	MM			*
Длина детали,	до 200	201—250	251—315	316-400	401—500	501-630	631—800	801-1000	1001-1600	1601-2000
				Припуск	на диаметр	детали и с	Припуск на диаметр детали и отклонения (±), жм	(±), жм		
До 1000	716±6	18±6	20±7	22±8	24±8	26±9				
1001—1600	18±6	20±7	22±8	24±8	56±9	28±10	30±11			
1601—2500	20±7	22±8	24±8	26±9	28±10	30±11	32±11	$36\pm13$	40±14	
2501—4000	22±8	24±8	26±9	28±10	30±11	32±11	34±12	38±13	42±15	47±17
4001—6300	24±8	26±9	28±10	30±11	32±11	34±12	36±13	$40 \pm 14$	44±15	50±18
6301-10 000	56±9	28±10	$30\pm 11$	32±11	34±12	36±13	38±13	$45\pm 16$		
10 001—16 000	28±10	30±11	$32 \pm 11$	34±12	$36 \pm 13$	38±13	$42\pm15$	50±18		
16 001—20 000	34±12	36±13	38±13	$40\pm14$	$42 \pm 15$	44±16	48±17	56±20		,

До 1000         18±7         20±7         25           До 1000         18±7         20±7         22           1001—1600         20±7         22±8         24           1601—2500         22±8         24±8         26           2501—4000         24±8         26±9         28           4001—6300         26±9         28±10         30           6301—10 000         30±11         32±11         34	251–315   316–400 22±8   24±8 24±8   26±9 26±9   28±10	Припуски и отклонения (±), 26±9 28±10 30±11 32± 0 30±11 32±11 34±	501-630 Отклонени 28±10 30±11	631—800 F (±), ##	801-1000	1001-1250	1251—1600
18±7     20±7       20±7     22±8       22±8     24±8       24±8     26±9       26±9     28±10       30±11     32±11		March Street	отклонени 28±10 30±11	g (±), %%			4404 Aures
18±7     20±7       20±7     22±8       22±8     24±8       24±8     26±9       26±9     28±10       30±11     32±11			28±10 30±11				
20±7     22±8       22±8     24±8       24±8     26±9       26±9     28±10       30±11     32±11			30±11				
22±8     24±8       24±8     26±9       26±9     28±10       30±11     32±11		- HEOM		32±11			
24±8 26±9 26±9 28±10 30±11 32±11			32±11	34±12	$36\pm13$	$38 \pm 13$	
26±9 28±10 30±11 32±11	28±10 30±11	1 32±11	34±12	36±13	38±13	40 + 14	$42\pm 15$
30±11 32±11	$30\pm11$ $32\pm\bar{1}1$	1 34±12	36±13	38±13	40±14	42±15	44±15
	$34\pm12$   $36\pm13$	3 38±13	40±14	42±15	$44 \pm 15$	46±16	48±17
$10\ 001 - 16\ 000  34 \pm 12  36 \pm 13  38$	$38\pm13$ $40\pm14$	4 42±15	44±15	46±16	50±17	56±20	60±21
$16\ 001-20\ 000$ $42\pm15$ $44\pm15$ $46$	46±16 48±17	7 50±17	52±18	54±19	60±21	66±23	72 ± 25
â							

#### Режущие инструменты

#### Токарные резцы

Основные типы стандартных резцов из быстрорежущей стали и резцов с пластинками из твердых сплавов регламентированы ГОСТ 10043—62—10046—62, 9795—61, а технические требования на резцы—ГОСТ 10047—62 и 5688—61. Формы и размеры пластинок для резцов стандартизированы ГОСТ 2209—66. Выбор марок твердого сплава для различных условий обработки приведены в табл. 85, а рекомендуемые геометрические параметры режущей части резцов — в табл. 86—88.

Таблица 85 Выбор марок твердого сплава для различных условий токарной обработки

		Рекоменд	цуемые марк	и твердого	сплава	а для (	обрабо	тки
Вид обработки	Характер и условня обработки	углеродистой и легированной стали	специяльной труднообрабаты- ваемой стали	закаленной стали	чугуна НВ 240	чугуна НВ 400—700	цветных метал- лов и сплавов	неметалличе- ских материалов
хностей	Черновое точение поковок, штамповок и литья по корке и окалине при неравномерном сечении среза и прерывистом резании (с ударами)	T5K10 BK8 BK11	BK8 BK11	=	BK6 — BK8	=	ВК6 — ВК8	_
торцевых поверхностей в отверстий	Черновое точение по корке при неравномерном сечении среза и непре- рывном резании	T15K6 T14K8 T15K10	T5K10 BK8 BK11	1 1 1	BK6	BK6 BK8	вк6 вк8	BK2 BK6 BK8
И	Черновое точение по корке при относительно равномерном сечении среза и непрерывном резании	T15K6T T15K6 T15K8	T14K8 T5K10 BK8	=	BK6 — BK8	BK6 - BK8	BK2 BK3 BK6 BK8	BK2 BK3 BK6 BK8
being	Получистовое и чистовое точение при прерывистом резании	T15K6 T14K8 T5K10	T15K10 BK8 BK11	T14K8 T5K10 BK8	BK6 BK8	=	BK6 BK8	BK2 BK3 BK6 BK8
Обтачивание и	Получистовое и чистовое точение при непрерывном резании	T30K4 T15K6T T15K6	T15K6 T14K8 T5K10	T15K6 T14K8 T5K10	ВК2 В <b>К</b> 6	ВК6 — ВК3	вкз-	BK2 BK3 BK6
.90	Тонкое точение (типа алмазной обработки) при прерывистом резании	T30K4 T15K6T T15K6 T60K6	=	T15K6 T14K8 T30K4 T15K6T	BK2 BK3 BK6		ВК2 ВК3 ВК6	BK2 BK3 BK6

		Рекомен	гдуемые мар	рки твердог	о сплан	а для	обраб	ЭТКИ
Вил обработки	Характер и условия обработки	углеродистой и легированной стали	специяльной труднообрабаты∞ ваемой сталв	закаленной стали	чугуна НВ 240	чугуна НВ 400—700	цветных метал- лов и сплавов	неметал <b>ииче</b> - ских материалов
чение фасоных поверхностей	Предварительная обра- ботка резцами с фасон- ным профилем режущей части	T14K8 T5K10 BK8	=		BK6 BK8	=	ВК6 ВК8	BK2 BK3 BK6 BK8
0 7	Окончательная обра- ботка резцами с фасон- ным профилем режущей части	T15K6 T14K8 T15K10	-	T15K6 T14K8 T5K10	BK2 BK3 BK6 BK8	Ξ	BK2 BK3 BK6	BK2 BK3 BK6
Отрезание и про- резание канавок	Обработка резцами то- карного типа	T15K6 T14K8 T5K10 BK8	T5K10 BK3 BK11	=	BK6 BK8	BK6 BK8	-	ВК2 ВК3 ВК8

Таблица 86

## Рекомендуемые геометрические параметры режущей части быстрорежущих и твердосплавных резцов

	Точение	и растачывание р	езцами
Обрабатываемый материал	черновое	чистовое	
			γ

### Задние а и передние у углы, град

Сталь и стальные отливки	
$\sigma_b \leqslant 80  \kappa z/\text{MM}^2 \qquad \qquad \frac{6}{8} \qquad \qquad 12 \qquad \frac{25}{12-3}$	
Сталь и стальные отливки	
$\sigma_b > 80$ до 100 кг/мм² $\frac{6}{8}$ 12 $\frac{20}{10}$	
Сталь и стальные отливки $\sigma_b > 100$ 8 12 —16	)
Стали и сплавы жаропрочные $\frac{8}{10}$ $\frac{8}{10}$ $\frac{20}{10}$	
Чугун серый     8     10     5	
Чугун ковкий         8         10         8	

φ	Условия работы
30	Точение с малыми глубинами резания при особо жесткой системе СПИД
45	Точение при жесткой системе СПИД
60—75	Точение и растачивание при недостаточно жесткой системе СПИД
90	Подрезка, прорезка, отрезка. Обтачивание и растачивание ступенчатых поверхностей в упор. Обработка в условиях нежесткой системы СПИД

#### Вспомогательный угол в плане філ град

Ψ1	Условия работы
0	Черновое и чистовое точение резцами с дополнительной режущей кромкой, обработка широкими резцами
1—3	Прорезка пазов и отрезка
5—10	Чистовая обработка
10—15	Черновая обработка
30	Обработка с подачей в обе стороны без перестановки резца с радиальным врезанием

#### Угол наклона главной режущей кромки д, град

λ	Условия работы								
-2 <del>:-</del> -4	Чистовое точение и растачивание								
0	Точение и растачивание стали и чугуна резцами с $\phi = 90^\circ;$ точение и растачивание жаропрочных сталей и сплавов								
0-5	Черновое точение и растачивание стали								
10	Черновое точение и растачивание чугуна								
12—15	Точение прерывистых поверхностей (с ударами)								

			Сечение резца, ми										
Резцы	Металл резцов	Вид обработки	12×20	16×25, 20×20	20×30, 25×25	25×40, 30×30	$30 \times 45, \\ 40 \times 40$	40×60					
Проход- ные, под- резные и расточ- ные	Твердый сплав	Черно- вая, чи- стовая	0,5—1	1,0	1,0	1,5	1,5	2-2,5					
	Сталь Р18	Черно- вая, чи- стовая	1,5—2,0	1,52,0	2,0-3,0	2,0-3,0	-	_					
Отрезные и прорезные		N-	-	0,2-0,5	0,2-0,5	_	_	-					

Примечания: 1. В числителе — для резцов из стали Р18, в знаменателе — для резцов с пластинками из твердого сплава.
2. При чистовом точеным нежестких деталей величины радиуса при вер-

шинах резца следует брать меньше указанных в таблице.

Таблица 87

#### Геометрические параметры резцов для точения закаленной стали

Марка твердого	Геометрические параметры											
сплава	α, εραθ γ, ερο		ф, град	φ1, εραθ	λ, град	t, MM						
T15K6 BK8; T5K10 BK4 T30K4 LJM332 BK3M	$ \begin{array}{c} 15 \\ 12-14 \\ 12 \\ 10 \\ \vdots \\ 10 \\ 10 \end{array} $	$ \begin{array}{r} -15 \\ -10 \\  -25 \\ -15 \\ -10 \\  -15 \\ -10 \\ -1$	45 25—20 30 30—35 60—90 55	15 10 10 10 10 15—30	$\begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 45 & 0 \\ -20 & 0 & 0 \\ +5 & 0 & 0 \\ +5 & 0 & 0 \\ +6 & 0 & 0 \end{vmatrix}$	1,0 1—1,5 0,5—1,0 1,5—2,0 0,5						

Таблица 88

## Рекомендуемые геометрические параметры резпов для точения титановых сплавов BT3, BT3-1, BT5

	Материал	Материал Геометрические параметры резцов												
Вид обработки	резца	ү, град	ч. град	ф, град	ф1, град	х, град	г, мм							
Обдирка по кор- ке Прерывистое точение Получистовое и чистовое точение Растачивание Отрезка	BK3 P18 BK8 P18 BK3 P18 P18 BK3	$0\pm 5$ $10$ $0\pm 5$ $10$ $0\pm 5$ $15$ $6$ $5$	10—15 8—12 8 8 10—15 8—12 15 10	45	10 10—15 10 10—15 10 10—15 15 4	10 5 0 0 0 0 0	0,8 0,8 0,8 1,0 0,5—1,1 1,0—1,							

#### Спиральные сверла

Варианты обработки отверстий на сверлильных станках, типы сверл и выбор их для типовых случаев обработки приведены в табл. 89—92.

Таблица 89 Варианты обработки отверстий на сверлильных станках

Класс точности отверстия	отверстия в сплошном материале Отверстия литые или прошитые					
5	Сверление при $d < 30$ мм. Сверле-	Зенкерование				
4	ние и рассверливание при $d > 30$ мм. Диаметром до 30 мм: сверление одним сверлом или сверление и зен- керование. Диаметром свыше 30 мм: сверление, рассверливание и зенке-	Зенкерование черновоє и чистовое				
3 и За	рование  Диаметром до 20 мм для стали и диаметром до 25 мм для чугуна: сверление и развертывание.	Зенкерование (одно- или двукратное) и раз- вертывание				
	Диаметром свыше 20 мм для стали и диаметром свыше 25 мм для чугуна: сверление (рассверливание при $d>30$ мм), зенкерование и раз-					
2 и 2а	вертывание Диаметром до 12 мм: сверление, развертывание (одно- или двукратное). Диаметром свыше 12 мм: сверление (рассверливание при $d > 30$ мм), зенкерование и развертывание (одноили двукратное)	Зенкерование (одно- или двукратное) и раз- вертывание (одно- или двукратное)				

Примечание, Однократное зенкерование применяется при припуске на диаметр до 4 мм для отверстий диаметром до 30 мм и до 6 мм для отверстий диаметром свыше 30 мм.

Таблица 90

#### Размеры сверл, зенкеров и разверток при обработке отверстий по 3-му и 2-му классам точности

			I	Іиаметры, м	м				
Диаметр обраба- тываемого	СВ	ерл		для класса юсти	разверток для класса точнос				
отверстия, мм					1000	2-	-ro		
	первого	второго	3-10	2-го	3-10	черновой	чистовой		
3	3 2,9 -		_	_	$3A_3$	-	3A		
4	2,9		-	-	$4A_3$		4A		
	4,8	-		_	$5A_3$	_	5A		
	5   4,8   —   6   5,8   —		-	\	6A <sub>9</sub>	-	6A		
	$\begin{bmatrix} 8 \\ 10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7,8 \\ 9,8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} - \\ - \end{bmatrix}$		= =	-	$8A_3$	7,96	8A		
					10A <sub>3</sub>	9,96	10A		
12	11,8	P. Andrews	5 <del>-11-1</del> 1	11,85	12A <sub>3</sub>	11,95	12A		
13	12,8		-	12,85	13A <sub>3</sub>	12,95	13A		
14	13,8	+74		13,85	14A <sub>3</sub>	13,95	14A		
15	14,8	-	_	14,85	15A <sub>3</sub>	14,95	15A		

			Д	[иаметры, м	M					
Диаметр обраба- тываемого	Св	ерл		для класса юсти	разверток для класса точност					
отверстия, мм	первого	B=000000	3-10	0 -4	3-го	2-	ro			
	repaor o	второго	3-10	2-го	3-10	черновой	чистовой			
16 18 20 22 24	18     17,8     —     —       20     18,7     —     19,8       22     20,7     —     21,8       24     22,7     —     24,8       25     23,7     —     24,8       26     24,7     —     25,8       28     26,7     —     27,8       30     15,0     28,0     29,8		21,8	15,85 17,85 19,8 21,8 23,8	16A <sub>3</sub> 18A <sub>3</sub> 20A <sub>3</sub> 22A <sub>3</sub> 24A <sub>3</sub>	15,95 17,94 19,94 21,94 23,94	16A 18A 20A 22A 24A			
26 28			25,8 27,8	24,8 25,8 27,8 29,8 31,75	25A <sub>3</sub> 26A <sub>3</sub> 28A <sub>3</sub> 30A <sub>3</sub> 32A <sub>3</sub>	24,94 25,94 27,94 29,98 31,98	25A 26A 28A 30A 32A			
35 38 40 42 45	20,0 25,0 25,0 25,0 25,0	33,0 36,0 38,0 40,0 43,0	34,75 37,75 39,75 41,75 44,75	34,75 37,75 39,75 41,75 44,75	$35A_{3}$ $38A_{3}$ $40A_{3}$ $42A_{3}$ $45A_{3}$	34,93 37,93 39,93 41,93 44,93	35A 38A 40A 42A 45A			
48 50 60 70 80	25,0 25,0 30,0 30,0 30,0	46,0 48,0 55,0 65,0 75,0	47,75 49,75	47,75 49,75 59,5 69,5 79,5	48A <sub>3</sub> 50A <sub>3</sub> 60A <sub>3</sub> 70A 80A <sub>3</sub>	47,93 49,93 59,9 69,9 79,9	48A 50A 60A 70A 80A			

Таблица 91

#### Основные типы стандартных спиральных сверл

	no on	Основные размеры сверла, мм						
Тип сверла	FOCT	d	l <sub>o</sub>	L				
С цилиндрическим хвостовиком длинные средние короткие Мелкоразмерные с утолщенным хвостовиком	888—64 10902—64 4010—64 8034—56	1.95—20 0,25—20 1—20 0,1—1	55—165 3—140 6—65 1,2—6	85—255 20—205 32—130 14—25				
С коническим хвостовиком стандартные удлиненные	10903—64 2092—64	680 630	60—260 145—275	140—515 225—396				

Примечание. Сверла изготовляют из стали марок P18 и P9 цельными до диаметра 8 мм, а от 8 мм и выше — сварными (хвостовик из стали 45 или  $40\mathrm{X}$ ).

ШПЛИНТЫ	
Z	
заклепки	
шпильки,	
CONTSI,	
под винты,	
под	
отверстий	
л для	
сверл	
(иаметры	

	PCKYN	-52	с разверткой на кону <b>с</b>				9								8.4	9		
Сверление под резьбу	коническую	6111—52	без развертки на конус				6,3								8,7			
	**		трубную по ГОСТ 6357—52												8,7			
		-	НКДЦІ 1700 Фюдмовлю по ОС								(0)11		1000		110000			
	ii aa		þ					1213					23					
Сверление под резьбу		-	3			X			,						Z	T		
		H	7.		-	e un	-360	-	Т		THE.		Ì				Ī	
	-59		2,1						teatre	-	185	741			Ť	-	Ì	
	9150-	-	1,25			-	-						225-0			-		
	FOCT		1		÷	+		-		11 - 14	130	972				***	1	
	011	2222	92'0			-		-	* A V ( ) ( )					-		-	77	
	ескуж		6,0			-	-	-	-		1			10-1		Ibo	Ì	
	метрическую	_	98,0		ж			-		_	-	-	15	2,65		15		
	M	-			-	-	-	-	-	-	.75	.95	2,	C/	-	60	-	
			97.0	90	6	-	2	-	47	9	g	1,			-		-	
			7.0	75 0,8	35 0,	95 1	1 1,	-	25 1	45 1,	9	,75	05				-	
			кълини	0,75	0,85	0,95		-	-	-	part .	_	2,02	വ		6	<u>l</u>	
	_		ытникиш доп		-	_	_			2	_	2,5	_	2,5	-	2		
	орка	2-8	тод болты, вин- ты, шпильки													k		
дохс	грубая сборка	DE	под заклепки				П		T		2,3		3,0	3,5		7	1	
на пр	rpy6	1-я	под болты, вин- ты, шпильки															
энне				под заклепки	1,2		1,4	9.1		П		2,2	1		3,3		3,8	- , -
Сверление на проход	сборка	2-и	ты, шпильки	رى دى	Ĭ,	13,	.7	1	1,9		2,4		0.0	ro.	1			
)			под заклепии, вин-		-	3 1	5,	4315	30-1			.5	ന	.1		,6 4	f	
	точная	1-8	ты, шпильки	1,		4	6 1,	-11	00		2 2,	-	7	2 3,		7 3,	-	
			-ние ,ытгод доп	1,2		1	Ť		1,8		2,2		_	3,2		က်		
EO	qrəi	arna.	Нормальный ряд	_	1,1	1,2	1,4	./16"	1.6	1,8	2	2,2	2,5	ಣ	1/8"	3,5		

	СКУР	-52	с Базверткой		Ç	2 5	ř.	,25 17,5			22,7	16				
	коническую	-1119	на конъс еез Базаебъки		, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	11,2	7.4.	18,25			7.5 25 23.5					
			трубную по ГОСТ 6357—52		Ę	0,11	01	8,75 18,		5	24,25					
		J	дюймовую по ОСТ		+ u	0,1	0	10,41	19		15, 5 20,					
i			Þ													
			8													
езьбу		Z									16	81,02				
под р	-59		2'1				5		,7 12,5	13,5	14,5 16,5	18,5 20,5				
Сверление под резьбу	9150		1,25	10			×,7	10,7	12,7							
	TO LOCT		Ĭ.			7	0 =	=	13	14	15	19				
	ую по	ую по		92,0		5,2	7,2	9,2	7,11	13,2		15,25 17,25	19,25 21,25			
	еск		2'0	- CJ	.4.0 .0.0	7,5	Q.+	O.	13,5		15,5	50				
10	метрическую		98'0		4 22		0.7	41	H	_		19,				
	r.		97'0		-	-		+								
					-	0,3				T	-					
			крупным		4.70 ici	6,7	000		12		14 15,4	17.4 19.4				
			ытинкиш доп	3,3												
	орка	2-я	пол болты, вин- ты, шпильки			10,	12,5	16	17	Ç	19 21 23	24 26	l			
оход	грубая сборка	DE .	изизкизе коп	4,5	5,7	8,7	10,5				17	24				
на пр	rpy	1-8	-ина "ытьоб деп няакниш "ыт	ro	6,7	6		14,5	15	ţ	17 20 22	22 24				
Сверление на проход		pr.	под заклепки	4,5	5,5	80	10,5				16,5	23				
	сборка	2-9	под болты, вин- ты, шпильки	4,5	non Dun	- \oo'\c		51 14	15	t	17 19 21	23	Į!			
	точная	DE .	под заклепки	4,	5,1	8,	10,5				16,5	23				
	F	1-1	под болты, вин-	4.2	00,0	- m r	10, 51	13,2	14,5	1	16.5 18.5 20.5 3	20,521 22,523				
ВÓ	drə:	мвид	пяд йыналемдоН	4.4 r:	0.00				14	15	0/0 16 18 18 4/8	. 88				

	коническую	-52 -52	из кон) с с разверткой	6	20,02	3/,5		43,5						
	конич	6111-52	на конас оса Базвертки	29,6	i c	5 , ک		44,5						
		I	Tpy64yio no foct	10	35	99	41,5	45	ī	10				
			дюймовую по ОСТ	19, 25 28 22 30	24,75 35	ρ, / / Χ		33,5	S	60				
	2	- 5	12 t				30	_	37,9	43,9				
66y			3	/ IS = 1 ×	26,9				36.9 38.937,9	44,943,				
д резі			7	5 22	5 25 5 5 28	29	32,9		5 38	5 46	ê .			
ние по	9150-59	_	8,1	22, 5	24 5 25 5 28 5	30.5	5 34	0	40	46,5				
Сверление под резъбу	rocr 9		1,25				24.8							
	по ГС	_	I	22 23	,25 26		35		41	47				
	метрическую		0,75	23, 25	26,25			_						
	гриче		S*0						-110-					
	Me	_	0,35						_					
			0,25											
							2,0						mole .	~~
			кЪ). инги	20,9	23,9		31,9		37,4	42,8				
			под шплинты											
	орка	2-8	под болты, вин- ты, шпильки	27 28 31	322	70	42	44	48	26				
тохо	грубая сборка	В	под закленки		32	36			eg Gg	30				
Сверление на проход	rpy6	rpy6	1-9	под болты, вин- ты, шпильки	25 28 28	333	e e	40	42	46	54			
ление		te .	под заклепки		31	35								
Свер.	сборка	B-7	пол болты, вин-	24 25 27	33333	3	38	40	44	20				
	точная		пол заклепки		31	35								
	TOT	1-я	на болгы, вин- ниакинш ,ыт	22.5 24.5 26	33.88	3	37	39	43	200	2			

#### Сортамент метрических резьб

Способ изготовления резьбы выбирается в зависимости от точности, чистоты поверхности и производительности (табл. 93). Масштабы производства определяют характер оборудования и степень автоматизации процесса.

Таблица 93 Точность резьбы в зависимости от способа резьбонарезания

	Резьбонарезаюц	ий инструмент	Pe	зьба
Способ резьбо- образования	вид	состояние профиля резьбы инструмента	класс точности	класе чи- стоты по- верхности по ГОСТ 2789—59
Нарезание	Резец Плашка Фреза Фреза Резьбонарезная головка Резьбонарезная головка Метчик Метчик Абразив	Шлифован Нешлифован Нешлифован Шлифован Нешлифован Шлифован Нешлифован Шлифован	2—3 3 1—2 2—3 1—2 3 1—2 1 и точ- нее	6—7 4—6 4—6 5—7 5—6 6—7 5—6 6—7 7—9
Накатывание за- готовки	Плашка и ролик	Нешлифован Шлифован	2 <u>—</u> 3	6—8 7—10
Накатывание шлифованной за- готовки	Плашка и ролик	Нешлифован Шлифован	2 1 и точ- нее	6—8 7—10

Технологичность конструкции резьбовых деталей влияет на про-изводительность резьбообразования.

Рекомендуемые из соображений технологичности шаги резьб приведены в табл 94. С уменьшением шага резьбы уменьшается трудоемкость изготовления, сокращается поломка инструмента, расход электроэнергии и т. п.

Диаметр			Шаг резьбы, м.	И			
резьбы, мм	крупный		ме	лкий	ий		
3	0,5	0,35	TE TO		I KHIY		
4	0,7	0,5			l la		
5	0,8	0,5	el Xus i				
6	1 1	0,75	0,5				
8	1,25	1	0,75	0,5	0,35		
10	1,5	1	0,75	0,5	0,35		
12	1,75	1,25	1	0,75	0,5		
14—16	2	1,5	1	0,75	0,5		
18—22	2,5	1,5	1	0,75	0,5		
24—27	3	2	1,5	.1	0,75		
3033	3,5	2	1,5	1	0,75		
36—39	4	3	2	1,5	1		
42—45	4,5	3	2	1,5	1		
48—52	5	3	2	1,5	1		
5660	5,5	4	3	2	1,5		
64—150	6	4	3	2	1,5		

Примечание. Шаги, заключенные в жирную рамку, предпочтительно применять из соображений технологичности.

Таблица 95 Смазочно-охлаждающие жидкости при нарезании резьбы машинными метчиками

Обрабатываемый материал	Охлаждающая жидкость
Сталь конструкционная и легиро-	Эмульсия, сульфофрезол
ванная Сталь вязкая	10—20-процентный раствор ализа-
Grand Brishar	ринового масла в эмульсии
Жаропрочные и нержавеющие стали	Смесь сульфофрезола (60%), керосина (25%), олеиновой кислоты (15%); смесь сульфофрезола (30%), керосина (13%), олеиновой кислоты (8%), эмульсола (3%), хлористого бария (1%), воды (45%); хлорированные и осерненные масла
Алюминий	Смесь керосина (85%), льняного масла (15%); смесь керосина (50%), машинного масла (50%); скипидар;
Чугун серый	керосин Смесь керосина (75%) и расти- тельного масла (25%); всухую

Ручные метчики (по ГОСТ 9522-60).

Тип I — для метрической резьбы: однокомпонентные d=8-18 мм; двухкомпонентные d=6-24 мм; трехкомпонентные d=2-52 мм.

Тип II — для дюймовой резьбы: однокомпонентные  $d=5-10^3/4'';$  двухкомпонентные d=1/4-1''; трехкомпонентные d=1/4-2''.

Тип III — для трубной резьбы: двухкомпонентные  $d=^1/_8$ —2'' для нарезки резьбы вручную.

Гаечные метчики (по ГОСТ 1604-60). Тип I — короткие метрические d=3-30 мм; короткие дюймовые  $d={}^1/_4-1{}^1/_4{}''$ .

Тип II — длинные метрические d=3—52 мм; длинные дюймовые  $d=\frac{1}{4}-\frac{1}{4}''$ .

Тип III — станочные метрические d=3-52 мм; станочные дюймовые d=1/4-11/4".

Машинные метчики:

для метрической резьбы ГОСТ 3266—60 d=6-52 мм; для дюймовой резьбы ГОСТ 3266—60  $d=^1/_4-2''$ ; для трубной резьбы ГОСТ 3266—60  $d=^1/_8-2''$ ; для конической резьбы ГОСТ 6227—52  $d=^1/_{16}-2''$ .

Плашки применяют для нарезания наружных резьб. Плашки круглые выпускаются по ГОСТ 9740—61, круглые для конической резьбы — по ГОСТ 6228—52, тангенциальные для трубной конической резьбы — по ГОСТ 6229—52, резьбонакатные плоские плашки — по ГОСТ 2248—60.

Круглые цельные и пружинящие плашки применяются для нарезания всех резьб метрических (от 1 до 135 мм), дюймовых (от  $^{1}$ /4 до 2''), трубных (от  $^{1}$ /8 до 1'/2'') на револьверных станках и автоматах и для калибровки предварительно нарезанной резьбы.

Клупповые плашки (раздвижные) по ОСТ 4259, клуппы по ОСТ 4258 применяются для нарезания резьбы вручную.

#### Фрезы

Фрезерование — это способ обработки плоскостей, пазов, фасонных поверхностей, тел вращения, а также изготовления шлицев и разрезки заготовок. Он позволяет получить чистоту поверхности 4—6-го классов и обработать деталь по 3—4 классу точности.

Цилиндрические фрезы применяют для обработки открытых плоскостей, параллельных оси фрезы. Диаметр фрезы вы-

бирают по табл. 96. Ширина фрезы L=B+10 мм, где B — ширина фрезерования.

Для обеспечения спокойной работы без вибраций рекомендуется при больших сечениях стружки применять крупнозубые фрезы с неравномерным шагом. Цилиндрические фрезы диаметром 100 мм и выше изготовляют со вставными ножами.

Цилиндрические фрезы с напаянными винтовыми пластинками по ГОСТ 8721—58 по сравнению с фрезами со вставными ножами из быстрорежущей стали обладают производительностью в 3—5 раз большей, а период стойкости их выше в 3,5 раза и более.

Торцевые фрезы применяют для обработки открытых плоскостей, перпендикулярных оси фрезы; так как процесс фрезерования при работе торцевой фрезой протекает спокойнее и без вибраний, а обработанная поверхность получается более чистой, торцевые фрезы предпочитают цилиндрическим, особенно при обработке длинных и широких плоскостей. Диаметр торцевой фрезы выбирают в зависимости от ширины фрезерования B по формуле D = (1.4+1.7) B.

Таблица 96 Рекомендуемые диаметры цилиндрических фрез (*мм*)

Ширина В	Диаметр фрезы $D$ при глубине резания $t$							
фрезерования	2	5	8	10				
До 40	50	63	63	80				
, 70	63	80	100	100				
, 100	80	100	100	100				
" 150*	100	125	125	160				
, 200*	100	125	160	200				
250*	125	125	160	200				
" 300*	160	200	200	250				

<sup>\*</sup> Применять сборные составные фрезы по ГОСТ 9926-61.

Концевые фрезы применяют для фрезерования плоскостей, уступов, пазов и криволинейных контуров по разметке и по копиру. Размеры стандартных концевых фрез приведены в табл. 97.

Концевые фрезы с режущей частью по ГОСТ 8237—57, но предназначенные для работы по накладному копиру имеют на хвостовике цилиндрическую направляющую часть.

#### Размеры концевых фрез

June 1	цилиндриче (МН 409—	еским хвост 65, МН 410	говиком —65,		C	С коничес (МН 411-	ским хвосто -65, МН 419	овиком 2—65)	
ELL.	диаметр (	длина	число	зубьев				число	зубьев
циаметр фрезы, мл	цилиндри- ческого хвосто- вика, мм	длина рабочей части, мм	нормаль-	крупных	диаметр фрезы, мм	конус Морзе №	длина рабочей части, мм	вормаль- ных	крупных
3 4 5 6 8 10 12 (14) 16 (18) 20	3 4 5 6 8 10 12 14 16 18 20	8 10 12 16 20 20 25 32 32 40 45	44555555566	3 3 3 3 4	(14) 16 (18) 20 (22) 25 (28) 32 (36) 40 (45) 50	2 2 2 3 3 3 4 4 4 4 4 4 5	32 36 36 44 44 50 50 55 60 65 70	4 4 4 5 5 5 5 6 6 6 6 6	3 3 3 3 3 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4

Размеры шпоночных фрез приведены в табл. 98.

Таблица 98

#### Размеры шпоночных фрез

С цилиндј	рическим хвосто МН 2994—61)	виком	С коническим хвостовиком (МН 2995—61)			
дизметр фрезы, мм	днаметр цилиндриче- ского хвосто- вика, мля	длина рабочей части, <i>мм</i>	диаметр фрезы, <i>мм</i>	конус Морзе №	длина рабочей части, жу	
2 3 4 5 6 8 10 12 14 16 18 20	2 3 4 5 6 8 10 12 14 16 18 20	4 5 6 8 10 12 16 20 20 25 25 32	16 18 20 24 28 32 36 40	2 2 2 3 3 3 4 4	25 25 32 40 40 50 50 63	

Дисковые фрезы применяют для фрезерования уступов, пазов, квадратов, многогранников, лысок и других боковых плоскостей на прямоугольных и круглых заготовках, а также для прорезных и отрезных работ.

Рекомендуемые диаметры дисковых фрез приведены в табл. 99.

Таблица 99 Рекомендуемые диаметры дисковых фрез (в мм)

Ширина фрезерования В	Диаметр фрезы $D$ при глубине резания $t$ (не более)									
(не более)	5	10	20	30	60	100				
10	50	63	80	100	160	<u> </u>				
20	63	80	100	125	200	315				
40	80	100	125	160	200	315				

#### Абразивный инструмент

Материалы для изготовления шлифовальных кругов и другого абразивного инструмента подразделяют на естественные (алмаз, корун́д, наждак, кварц и др.) и искусственные (электрокорунд, монокорунд, карбид кремния, карбид бора, искусственные алмазы) (табл. 100).

Таблица 100 Абразивные материалы и область их применения

Условное обозначение	Область применения
A	Алмазные круги и бруски, инстру- мент для правки шлифовальных
	кругов, резки и сверления стекла, контроля твердости, обточки цветных металлов и неметаллических материалов

Абразивный материал	Условное обозначение	Область применения
Корунд (естественный)	Е	Ведущие круги для бесцентрового шлифования, шкурки и пасты для полирования деталей
Электрокорунд нор- мальный	Э	Шлифовальные круги для обдирки стальных отливок, поковок, проката, деталей из высокопрочных чугунов
Электрокорунд белый	ЭБ	Для получистовой, чистовой и точной обработки деталей из очень твердых сталей (азотированных), сплавов (стеллита и сормайта) и стекла, а также при шлифовании сталей и заточке инструмента, когда снимается тонкий слой металла и затрудняет отвод тепла из зоны резания
Монокорунд	М	Шлифовальные круги для получистого и чистого шлифования деталей из цементированных, закаленных, азотированных и высоколегированных сталей с низкой теплопроводностью и теплоемкостью
Карбид кремния чер- ный	кч	Инструмент для обработки дета- лей из материалов с низким сопро- тивлением разрыву, а также вязких металлов и сплавов (серого чугуна, алюминия, мягкой латуни и бронзы, меди, неметаллических изделий— дерева, кожи, стекла, мрамора, фар- фора, кости, резины, пластмасс и т. д.), для правки шлифовальных кругов взамен технических алмазов
Карбид кремния зеле- ный	кз	Для заточки инструмента и штам- пов из твердых сплавов, резки стек- ла, а также при доводке инструмента и хонинговании

Шлифовальные круги в основном изготовляют из искусственных

абразивных материалов.

По ГОСТ 3647—59 абразивный материал в зерне по размерной характеристике подразделяется на шлифзерно, шлифпорошки и микропорошки (табл. 101). Номер зернистости определяет крупность зерен по их размерам (величина отверстия сита в сотых долях миллиметра).

Таблица 101 Размерная характеристика абразивных материалов в зерне

Обозначение зернистости			начение истости		ости	
номер зернистости по ГОСТ 3647—59 старое обозначение (число отверстий на адмим погоним пойме сетки)	Размеры зерен, <i>мк</i>	7 - 7 - 1		Размеры зерен, мк	M40	Размеры зерен, <i>мк</i>
Шлифз	ерно	I	 Шлифпорог	пки	Микрог	юрошки
200   10 160   12 125   16 100   20 80   24 63   30 50   36 40   46 32   54 25   60 20   70 16   80	2500—2000 2000—1600 1600—1250 1250—1000 1000—800 800—630 630—500 500—400 400—315 315—250 250—200 200—160	12 10 8 6 5 4 3	100 120 150 180 230 280 320	160—125 125—100 100—80 80—63 63—50 50—40 40—28	M40 M28 M20 M14 M10 M7 M5	40—28 28—20 20—14 14—10 10—7 7—5 5—3,5

Примечание. Верхний предел размера зерен соответствует номинальному размеру стороны ячейки в свету сита, через которое зерно проходит, а нижний предел — размеру стороны ячейки сита, на котором зерно задерживается.

По ГОСТ 3751—47 под твердостью абразивного инструмента понимается сопротивляемость связки вырыванию абразивных зерен с поверхности инструмента под влиянием внешних сил (табл. 102).

Характеристика связок для абразивного инструмента

Группа связки	Наименование связки	Условное обозна- чение	Характеристика и область применения
	Керамическая	К	Состоит из огнеупорной глины, по- левого шпата и кварца. Не теряет своих свойств при шлифовании с ох- лаждением, устойчива при высоких температурах, но обладает хрупко- стью. Не рекомендуется при изготов- лении тонких кругов для отрезки и прорезки пазов
	Силикатная	С	Представляет собой жидкое стекло, обладает небольшой прочностью. Круги на силикатной связке применяют только в том случае, когда обрабатываемая поверхность чувствительна к повышению температуры, например при заточке инструмента без охлаждения
Неорганическая	Магнезиальная	M	Состоит из каустического магнезита и раствора хлористого магния. Круги на магнезиальной связке мало нагревают обрабатываемые поверхности, но под действием сырости легко разрушаются, неоднородны, быстро изнашиваются и теряют форму. Применяют только для шлифования
	Бакелитовая	Б	Состоит из искусственной смолы, получаемой из фенола и формалина. Круги обладают большой прочностью и упругостью. Применяют для работы без охлаждения при больших окружных скоростях (35—50 м/сек)
	Вулканитовая	В	Состоит из каучука, подвергнутого вулканизации. Абразивный инструмент обладает высокой прочностью и упругостью, но имеет низкую температурную стойкость (при температуре 150° С связка размятчается и начинает выгорать). Применяют для отрезных и прорезных работ, резьбошлифования и полирования
16			

## Шкала твердости шлифовальных кругов (по ГОСТ 3751—47)

Твердость круга	Обозначение -
М — мягкий	M1; M2; M3
СМ — среднемягкий	CM1; CM2
С — средний	C1; C2
СТ — среднетвердый	CT1; CT2; CT3
Т — твердый	T1; T2
ВТ — весьма твердый	BT1; BT2
ЧТ — чрезвычайно твердый	ЧТ1; ЧТ2

Примечание. В обозначении твердости цифры 1, 2, 3 справа от букв характеризуют степень твердости шлифовальных кругов в порядке ее возрастания.

Структура абразивного инструмента определяется количественным соотношением в нем зерна, связки и пор (табл. 104).

Таблица 104

#### Объемный процент зерна в шлифовальных кругах

Номер структуры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Объемный процент зерна	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38

Структуры № 1—4 называют закрытыми или плотными, структуры № 5—8— средними, а № 9—12— открытыми.

Маркировка шлифовального круга отражает род абразивного материала, зернистость, твердость, связку и структуру. Пример маркировки: ЭБ50СМ1К5—электрокорунд белый, зернистость 50, твердость СМ1, связка керамическая, структура 5. На торцевой поверхности круга даются условное обозначение завода-изготовителя, форма круга, его размеры и максимально допустимая скорость вращения.

Рекомендации по выбору шлифовальных кругов приведены в табл. 105.

	вязка	×	Ж	X	Ж	XXX
Бесцентровое шлифование	тэердость	: : : : :	CI; CM2	CI; CM2	CI; CM2	CTI; CI CM2; CM2; CM2
Бесцен	зернистость	50—25	50-20	40—16	40—16	40-32
	зоразивный материал	O.	æ	a	ത	ну ну —
ие	свизка	Я	K	Ж	Ж	XXXX
ий круг.	атродавт	CM2; M2	CM1; M2	CM1; M2	CM1; M3	CM2; CM1; M3 CM2; CM1 M3;
Плоское оглифование периферий круга	зернистость	50-32	50-32	50-32	40—25	50—40 50—40 50—32 25—16
Ë	абразивный материал	0	0	0	9E	е кч кз
вание	связка	Ж	К или Б	К или Б	Ж	X
вофицт	droomgear	CM1; M3	CM1; M2	CM1; M2	CM1; M2	CI; CM2; CM2; M3 CM2; M1 M2
Внутрениее шлифование	агоотринфе	50-32	32—25	32-25	32—25	40—32 40—32 50—32 25—16
Вну	йынаигедде кендэтем	ന	э, эБ 32	ത	9E	е КЧ КЧ
o e	CBR3KB	K	X	К или Б		X X X
Наружное круглое шлифование	атэод цэвт	CM2; C2	CM1; M3	CM2; CM1	CM1; M2	CTI; CMI; CMI; CMI; M3 3,
Таружно шлиф	атэотэиндэе	50-25	50—16	50—25	40-25	50—40 50—40 50—32 32—12
	вбразивный катериал	ര	9; 3E 50	O	9E	е кч Кз
	Обрабатываемый матерна <i>л</i>	Незакаленная конст- тукционная сталь	Закаленная конструк- нонная сталь	Незакаленная высоко- тлеродистая и быстро- ежущая сталь	Закаленная высоко- глеродистая и быстроре- кущая сталь	Сталь марганцовистая Чугун серый Алюминиевые сплавы Твердые сплавы

#### Притирка

Сущность процесса притирки — снятие тончайших слоев металла мелкозернистым абразивным порошком в среде смазки, нанесенной на твердую поверхность инструмента — притира. Применением этого процесса достигается высокая точность размеров и формы (1-й класс и выше), а также наивысщая чистота поверхности (до 14-го класса).

Применение притира экономично только для получения точности выше 1-го класса и в некоторых случаях 1-го класса. Применение притирки для получения лишь высшей чистоты поверхности,

но без достижения высокой точности, неэкономично.

Различают два вида притирки: притирка шаржирующимся (внедряющимся в поверхность притира) абразивом; притирка не-

шаржирующимся абразивом.

Первый вид притирки наиболее распространен и осуществляется: свободно подаваемым к притиру абразивом в смеси с жидкими смазками и предварительно шаржированным в притир абразивом в смеси с более вязкими смазками (шаржирование производится с помощью стальных цилиндрических стержней, прокатываемых по поверхности притира).

В обоих случаях зерна абразива вдавливаются в поверхность притира, поэтому материал притира должен иметь меньшую твер-

дость, чем материал притираемого изделия.

В качестве шаржирующегося абразива для притирки стальных изделий применяются следующие микропорошки (расположены в порядке убывающей производительности): электрокорунд белый, электрокорунд нормальный, естественный корунд (наждак); для притирки твердых сплавов — карбид бора и карборунд зеленый. Изделия из цветных металлов и сплавов притираются нешаржирующимися абразивами.

Зернистость микропорошков выбирается в зависимости от назначения операции: для грубой притирки — крупнозернистые, для

окончательной — мелкозернистые.

Марки шлифпорошков и микропорошков, применяемых для

притирки, приведены в табл. 106.

Притиры обычно изготовляются из серого чугуна с перлитной структурой. Особо тонкая притирка производится притирами из

латуни или красной меди.

Смазочной средой при свободной подаче абразива служит керосин, а при особо тонкой притирке - бензин, в случае предварительного шаржирования притиров — керосин, машинное масло. Добавкой к керосину стеариновой кислоты достигается ускорение процесса.

Второй вид притирки -- нешаржирующимся абразивом -- применяется при обработке стальных изделий для достижения высшей чистоты поверхности и зеркального блеска, а также при обработке изделий из цветных металлов и сплавов. Для этого вида при-

Марки шлифпорошков и микропорошков, применяемых для притирки

60 50	
63—53 53—42 42—28	9—10-й
28—20 20—14 14—10	12-й
10—7 7—5 5—3,5	14-й
)	7-5

тирки используются сравнительно мягкие абразивные материалы; при этом притир должен иметь твердость большую, чем поверхность притираемого изделия.

Применяемые абразивы: окись хрома, крокус (окись железа). Смазочные среды: керосин, машинное масло; для медных сплавов— смесь свиного сала с машинным маслом. Наиболее распространены в промышленности готовые смеси абразива со смазкой—пасты ГОИ.

Состав притирочных паст ГОИ приведен в табл. 107.

Пасты ГОИ, выпускаемые в виде твердых палочек, перед употреблением растворяются в керосине.

Материалами для притиров служат твердо закаленная сталь, хромированная сталь, зеркальное стекло (особенно стекло марки «пирекс») и реже обычный серый чугун.

Таблица 107

#### Состав притирочных паст ГОИ в %

Компоненты	Грубая	Средняя	Гонкая
Окись хрома, специально приготовленная как абразив Силикагель Стеарин Расщепленный жир Олеиновая кислота Сода двууглекислая Керосин,	10 5 —	76 2 10 10 — — 2	74 1,8 10 10 2 0,2 2

Притирка бывает ручная, машинно-ручная, машинная (механи-

ческая), монтажная.

В ремонтном производстве наибольшее распространение получила ручная и монтажная притирки. Ручная притирка применяется главным образом при изготовлении измерительных инструментов и ремонте клапанов и кранов различного типа. Монтажная притирка, иногда называемая приработкей, состоит в том, что сопрягаемая пара деталей приводится в относительное движение в присутствии абразива, смешанного со смазкой, или абразивной пастой. При такой взаимной обработке сопряженных деталей достигается сглаживание неровностей поверхности, в результате чего повышается их чистота, а также выравнивание местных неточностей, в результате чего улучшается качество сопряжения.

При монтажной притирке применяются те же абразивы и смаз-

ки, что и при обычной притирке.

Притирка применяется также при необходимости создать непроницаемость для газов и жидкостей в местах стыка притираемых деталей, например кранов, клапанов двигателей и т. д. В этом случае притиры не применяются, а подгонка поверхностей производится с помощью абразивного порошка.

В системах питания двигателя внутреннего сгорания (бензиновой, масляной, воздушной и др.) имеется большое количество кранов и клапанов, которые должны быть тщательно притерты, чтобы сделать их герметичными. Клапаны механизмов газораспределения должны быть тщательно притерты, так как в противном случае возможен подсос воздуха в цилиндр и выталкивание горячей смеси из него в соответствующих тактах работы двигателя.

Следует также иметь в виду, что при эксплуатации герметичность даже хорошо притертых кранов и клапанов со временем нарушается и при регламентных работах и ремонте необходима дополнительная притирка их. В практической работе ремонтника притирка клапанов и кранов встречается довольно часто.

#### Глава 7

#### РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМ НАРАШИВАНИЕМ И ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

Гальванические и химические способы наращивания широко применяются при ремонте машин для восстановления изношенных поверхностей деталей (хромирование, химическое никелирование), для защиты деталей от коррозии (цинкование, бронзирование, оксидирование), для защитно-декоративных целей (никелирование, хромирование, оксидирование).

#### Основные сведения о гальваническом осаждении металлов

Процессы, происходящие в электролитах при прохождении через них электрического тока от внешнего источника, называют электролизом.

Ток пропускается с помощью погруженных в электролит пластин — электродов. Электрод, связанный с положительным полюсом источника тока, называют анодом, а с отрицательным полюсом — катодом. На аноде происходит растворение маталла или выделение газов (кислорода, хлора и т. д.), на катоде — осаждение металла или выделение водорода.

Процессы анодного растворения или катодного осаждения про-

исходят в соответствии с законами Фарадея.

1-й закон. Количество вещества, растворившегося на аноде или выделившегося на катоде при электролизе, прямопропорционально количеству прошедшего через электроды и электролит электричества.

2-й закон. При пропускании через электролиты одного и того же количества электричества на катодах выделяются количества веществ, пропорциональные их электрохимическим эквивалентам.

Электрохимическим эквивалентом называют количество вещества, которое выделяется при прохождении через электролит одного кулона или ампер-часа электричества (в мг/кулон и  $г/a \cdot u$  соответственно).

Для выделения на катоде одного граммэквивалента любого вещества необходимо пропустить через электролит 96 500 килон или  $26.8 \ a \cdot u$  электричества.

Однако часть электричества затрачивается на анодное растворение или катодное наращивание, т. е. полезно используется, а часть - на окислительно-восстановительные процессы, т. е. те-

Отношение количества металла, практически осажденного на катоде, к теоретически рассчитанному, называют катодным выходом по току.

Выход по току обычно выражают в процентах и обозначают буквой η.

Прохождение электрического тока в электролитах становится возможным благодаря наличию в них ионов. Отрицательно заряженные ионы называют анионами, а положительно заряженные катионами.

Под действием напряжения, приложенного к электродам ванны, ионы начинают перемещаться. Анионы направляются к аноду, а катионы — к катоду. Анион при соприкосновении с анодом отдает ему избыточные электроны и превращается в нейтральный атом, а катион воспринимает от катода недостающие электроны и тоже становится нейтральным атомом.

Чистая вода очень слабо диссоциирует: в 1 л содержится одна десятимиллионная доля (10-7) грамм-молекулы ионов водорода и гидроксила. Концентрация ионов водорода при этом равна концентрации ионов гидроксила.

Такая среда является нейтральной. Если в чистую воду добавить кислоты так, чтобы концентрация ионов водорода возросла в 10 раз, то в 1 n такой воды уже будет  $10^{-6}$  грамм-молекулы ионов водорода и гидроксила. Если добавить в чистую воду щелочь в таком количестве, чтобы концентрация ионов водорода уменьшилась в 10 раз, то в 1 л такой воды концентрация ионов водорода и гидроксила станет 10-8 грамм-молекулы.

Этот показатель степени при 10 и взят за показатель степени кислотности электролита и обозначается рН (водородный показатель).

При pH = 7 электролит нейтральный, при pH < 7 — кислый, а при pH > 7 — щелочной. Чем больше отличается pH от 7, тем большую степень кислотности или щелочности имеет электролит.

Кислотность электролита имеет большое значение для процесса

электролиза.

Одним из основных параметров, характеризующих процесс электролиза, является также плотность тока на катоде  $(\mathcal{I}_{\kappa})$  или аноде  $(\mathcal{A}_a)$ . Плотность тока представляет собой отношение силы тока, протекающего через электролит, к площади погруженной в электролит части соответствующего электрода.

Из второго закона Фарадея следует, что

$$\delta = \frac{D_{\kappa} \cdot C \cdot t \cdot \eta \cdot 100}{\gamma},$$

где  $\delta$ — толщина покрытия,  $m\kappa$ ;

 $D_{\kappa}$  — катодная плотность тока,  $a/\partial M^2$ ;

 $\ddot{C}$  — электрохимический эквивалент,  $\varepsilon/\alpha \cdot u$ ;

t — время, u;

 $\eta$ — выход по току, %;

γ — удельный вес металла, г/см<sup>3</sup>.

В табл. 108 приведены значения электрохимических эквивалентов некоторых металлов.

Таблица 108

#### Электрохимические эквиваленты металлов

	B	Электрохимиче	ский эквивалент
Осаждаемый металл	Валентность	2/a+4	мг[кулон
Медь (из кислого электролита) Медь (из цианистого электролита) Никель Хром Хром Цинк Железо Железо	2 1 2 6 3 2 2 3	1,186 2,372 1,095 0,324 0,648 1,220 1,042 0,694	0,3294 0,6588 0,304 0,0898 0,1797 0,3388 0,2893 0,1928

Обозначения материала и толщины покрытия, а также степени блеска и дополнительной обработки производятся по ГОСТ 9791—61.

#### Оборудование для гальванических работ

#### Оборудование для подготовительных операций

Для подготовки поверхности изделий к нанесению на нее покрытия применяют шлифовальные, полировальные и крацевальные станки, галтовочные барабаны, дробеструйные установки, ванны обезжиривания, промывания и гравления.

Шлифовально-полировальные станки выпускаются промышленностью двухсторонними и разделяются на одношпиндельные и двухшпиндельные. Мощность моторов этих станков должна быть не менее 2,5—3 квт. Шлифовально-полировальные станки должны быть установлены в отдельное от гальванических ванн помещение.

Для крацевания используют станки типа шлифовально-полировальных со скоростью вращения 1500—2000 об/мин, но на концы валов закрепляют круглые металлические щетки.

На каждую щетку должно приходиться 0,25—1,2 квт мощности

мотора.

Полирование мелких деталей различной формы осуществляется во вращающихся барабанах. В барабан загружаются детали и стальные шарики, фарфоровый бой, кусочки кожи и другие материалы. Барабан при работе полностью погружается в ванну с мыльной водой.

Обработка крупных и средних по размерам деталей может производиться гидроабразивной пульпой, т. е. взмученной смесью воды и абразива или песка. Такая смесь под давлением  $4-6\,\kappa e/c\,m^2$ 

направляется на поверхность изделий.

Очистка деталей от жировых загрязнений производится с помощью органических растворителей в стальных ваннах.

### Оборудование для нанесения покрытий

Основным оборудованием при нанесении покрытий являются ванны. Корпус ванны изготовляется из листовой стали, а внутри ванна покрывается защитной облицовкой (табл. 109) в зависимости от растворов, заполняющих ванну. Наибольшее распространение в качестве облицовочного материала получил винипласт.

Ванны по необходимости оборудуются механизмами для встряхивания катодных штанг, воздушными барботерами и нагревате-

лями или охладителями.

Покрытие мелких деталей целесообразно производить во вращающихся колоколах и барабанах, погружаемых при работе в ванну с соответствующим электролитом.

### Подвесные приспособления

Простейшей подвеской является медная или латунная проволока диаметром 0,25—0,8 мм. Однако при покрытии больших партий деталей применение проволоки для подвески становится трудоемким и экономически невыгодным. Применяют специальные подвесные приспособления в виде рамок и елочек с крюками для крепления их на штангах и с контактами — держателями для крепления деталей.

Все токонесущие части подвесных приспособлений, погружаемые в электролит, постепенно обрастают металлом, на что расходуется и металл, и электроэнергия. Для предотвращения этого все части подвесных приспособлений, кроме контактных, изолируют. Изолирование производится либо лаками, либо с помощью изоляционных трубок, надеваемых на стержни подвесных приспособлений.

Материалы, рекомендуемые для футеровки ванн

		1		-t	-и	Mar	Материалы				_
Назначение ваним	Характер электролита	полиизобу- тилен	винивласт	полихлорви- ниловый пл. стикат	човий лак перхлорвин	кислотостоі кая резина	всеовинил	фтороплэст марок 3 и 4	нэкитеикоп	метлахские плитки на кислотоупој ном цемент	виабазовые плитки на
Меднение	Кислый	+	+	+	. +	+	+	+	+	+1	+
Никелирование	Кислый	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+
Хромирование	Кислый	1	+	+	ŀ	1	1	+	+	1	+
Цинкование	Кислый	+	+	+	+	+	#	+	+	+	+
Цинкование	Аммиакатный	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Кадмирование	Кислый	+,	+	+	+	+	4	+	+	+	+
Лужение	Кислый	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Свинцевание	Кислый	+	+	+	+	+	+	+	+	- 1	- 1
Железнение в горячих электроли-	Кислый		j	1	1	1	+	. +	+	1	1
га <i>х</i> Серебрение	Цианистый	1 3	+	+	+	+	+	+	+	_ =1	
Золочение	Цианистый	+	+	+	+	+	1	+	+	4	1

Продолжение	кислотоупор- плитки на плитки на плитки на плитки на	+ +	1	+	+	+	+	+	1	+	1	
7	у 61 изхские									-		
	нэгитеикоп	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1.	
	фторопласт марок 3 и 4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Материалы	кининодор	+	1	+	+	+	+	+	1	+	+	
Mar	кислотостой- кая резина	+	İ	+	+	+	+	+	ı	ļ	ı	
	лерхлорвини-	+	1	+	+	ı	1	+	1	1	ı	
	поликат поликат стикат	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	винипласт	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	
	-коогиилоп тылен	+	1	+	+	+	+	+	+	+	ţ	
	Характер электролнта	Кислый	Кислый	Кислый	Кислый	Кислый	Кислый	Кислый	Кислый	Кислый	Кислый	
	Назначение ванны	Оксидирование алюминия в серной кислоте	Оксидирование алюминия в хромо- вой кислоте	Декапирование стали химическое	Травление стали до 25° С	Травление стали до 60°С	Декапирование стали электрохими- ческое	Осветление цинка и кадмия	Пассивирование цинка и кадмия	Травление электрохимическое	Травление меди и ее сплавов	

Примечание. Знак «плюс» (+) означает, что данный материал применяется, а знак «минус» (--) — не применяется для футерования Знак «плюс-минус» (±) означаёт возможность применения данного материала для футерования, но в то же время указывает на недостаточную целесообразность этого.

#### Источники постоянного тока

В качестве источников тока для питания гальванических ванн применяются генераторы постоянного тока напряжением 6—12 в и выпрямители. Выпрямители обладают целым рядом преимуществ по сравнению с генераторами и поэтому все шире и шире используются в гальванических цехах. Выпрямители можно устанавливать непосредственно около питаемой им ванны, что не требует прокладки токоподводящих шин, позволяет плавно регулировать силу тока и даже использовать автоматы для регулирования плотности тока. Обслуживание выпрямителей проще, чем генераторов. Однако выпрямители обладают небольшой устойчивостью при работе в агрессивных условиях гальванических цехов.

Техническая характеристика генераторов и селеновых шайб приведена в табл. 110 и 111.

Таблица 110

#### Техническая характеристика генераторов

Тип	Мощ-	Число оборо-	динении	ие при сое- коллекто- в, в	Ток при с коллек	соединении Торов, а
	квт	тов, <i>об мин</i>	парал- лельном	последо- вательном	парал- лельном	последо- вательном
НД 500/250 НД 1000/500 НД 1500/750 НД 2500/1250 НД 5000/2500 НД 10000/5000	3 6 9 15 30 60	1440 970 970 970 — 730	6 6 6 6	12 12 12 12 12 12 12	500 1000 1500 2500 5000 10 000	250 500 750 1250 2500 5000

Таблица 111

#### Характеристика селеновых шайб

Диаметр, мм	Рабочая площадь, см²	Номинальный ток, α	Наибольшее эффектив- ное напряжение пере- менного тока, в
18	1,4	0,040	18
25	3,0	0,075	18
35	6,91	0,150	18
45	11,45	0,300	18
86	41,80	1,200	18
100	69,50	1,600	16

#### Подготовка деталей к гальваническому наращиванию

Подготовка поверхности изделия к покрытию заключается в удалении с нее окислов и жиров. Этот процесс может быть осуществлен механическим, химическим или электрохимическим способами.

Механическая очистка поверхности мелких деталей может производиться в галтовочных барабанах и колоколах. Для подготовки простых по конфигурации поверхностей могут применяться также шлифовально-полировальные и крацевальные станки. Обработку крупных и тяжелых деталей производят на станках с гибким валом или с помощью дрелей и крацевальных щеток. В некоторых случаях применяют гидропескоструйную очистку поверхности.

Химическая и электрохимическая подготовка поверхности осуществляется путем обезжиривания, травления или декапирования с последующей промывкой в воде.

#### Шлифование и полирование

Шлифование применяют для подготовки поверхности деталей перед нанесением на нее декоративного и размерного покрытия.

Процесс шлифования осуществляется на шлифовальных станках с помощью твердых (деревянных) или эластичных (войлочных, фетровых, бязевых) кругов, на рабочую поверхность которых наклеивают абразив. Шлифование ведут в несколько приемов с переходом к более мелким абразивам.

Наиболее прогрессивным является шлифование с помощью абразивных лент на ленточно-шлифовальных станках.

Полирование деталей применяется для окончательного выравнивания поверхности и придания ей зеркального блеска. Полируют детали как при подготовке их перед гальваническим покрытием, так и после него для придания зеркального блеска поверхности покрытия.

Полирование производится аналогично шлифованию, но только на эластичных кругах и более мелкими абразивами (см. гл. 6).

При шлифовании стальных и чугунных отливок, сварных узлов и стальных толстостенных штампованных деталей можно рекомендовать следующие переходы:

- обдирка абразивным кругом с зерном № 20—32;
   обработка войлочным кругом с зерном № 8—12;
- 3 обработка войлочным кругом с абразивом № 6;
- 4 обработка войлочным кругом с абразивом № 6 и техническим салом;
- 5 обработка войлочным кругом с абразивом № 5 и техническим салом.

Окружные скорости при шлифовании чугуна и стали должны быть от 18 до 30 м/сек. Чем тверже шлифуемый материал, тем больше должна быть окружная скорость.

#### Галтовка

Мелкие детали помещают во вращающийся колокол или барабан. При вращении детали трутся друг о друга, при этом удаляются заусенцы, снимается ржавчина и сглаживается по-

Добавление в колокол или барабан абразивных материалов

ускоряет процесс галтовки.

Для получения более чистой и гладкой поверхности применяют мокрую галтовку. При этом в барабан или колокол заливают 3— 5-процентный раствор поташа или мыла. Галтовка может быть

совмещена с обезжириванием и травлением.

Продолжительность обработки колеблется от 2 до 24 ч и более, скорость вращения барабана или колокола зависит от размеров обрабатываемых деталей и составляет от 10 до 60 об/мин. Колокол или барабан должны быть загружены деталями не более чем на  $\frac{1}{3}$  своего объема.

#### Крацевание

При крацевании поверхность обрабатывается круглыми вращающимися щетками из стальной или латунной проволоки. После крацевания удаляется разрыхленный слой окалины, а поверхность становится более гладкой и однородной. При обработке крацеванием гальванические покрытия уплотняются и пористость их уменьшается.

Во время работы щетки следует смачивать 3-процентным раствором поташа, соды или венской извести, так как в противном случае возможно втирание грязи в обрабатываемую поверхность и нанесение на нее масляных пятен.

Окружные скорости крацевальных щеток должны составлять 25-30 м/сек.

#### Обезжиривание органическими растворителями

Расконсервацию деталей, а также удаление значительных жировых загрязнений производят обычно различными органическими растворителями. В качестве растворителей используют бензин, керосин, бензин-растворитель (уайт-спирит), бензол, четыреххлористый углерод.

#### Химическое обезжиривание

Химическое обезжиривание заключается в том, что растительные и животные жиры под действием горячих щелочных растворов образуют мыла, легко смывающиеся затем горячей водой.

Минеральные масла образуют под воздействием щелочи мелкодисперсные эмульсии, что способствует разрушению сплошной пленки масла и очищению деталей. Процесс удаления минерального масла значительно ускоряется при введении в щелочь эмульгаторов (жидкое стекло, декстрин, канифоль, мыло, препараты ОП-7 и ОП-10 и другие моющие вещества). Доза эмульгатора в щелочном растворе 1-5 e/л.

Скорость химического обезжиривания резко возрастает с повышением температуры, поэтому щелочные растворы для обезжиривания нагревают до 70-80° С. Продолжительность обезжиривания составляет от 15 до 60 мин. В табл. 112 приведены составы растворов для обезжиривания деталей из различных материалов и

режимы работы ванн.

Таблица 112 Составы растворов и режимы работы ванн химического обезжиривания

			Раство	ры		
Наименование компонентов и режим работы	для черных	металлов	для аль	винимо	для меди	и цинка
и режим рассты	№ 1	N 2	№ 3	№ 4	.№ 5	№ 6
Каустическая сода, г/л .	100—150	50—100	4	_	30—35	80—100
Кальцинированная со- да, г/л	30—50	-	20—25	40—50	20-25	-
Тринатрийфосфат, г/л.	-	30-40	2025	3—5	-	-
Контакт Петрова, г/л.	_	4050	-	10—15	-	-
Жидкое стекло, г/л	3—5	_	- 4	2030	5—10	10—15
Эмульгаторы ОП-7 или ОП-10, г/л			5—7	-	3—5	-
Температура, °C		70—80	70—80	70—80	70—80	7080
Продолжительность обез жиривания, мин	10—80	10-30	10—15	10—15	10—30	10-30
			22.22	1	1	1

## Электрохимическое обезжиривание

Более высокое качество очистки поверхности от жиров достигается при электрохимическом обезжиривании. Процесс протекает в тех же щелочных растворах, что и для химического обезжиривания, но с меньшей концентрацией компонентов.

В табл. 113 приведены составы электролитов и режимы работы

ванн электрохимического обезжиривания.

Изделия при электрохимическом обезжиривании подвешиваются на катоде ванны.

Таблица 113 Составы электролитов и режимы работы ванн электрохимического обезжиривания

Наимонования	Растворы							
Наименование компонентов и режим работы	для черных	для цветн	для цветных металлов					
	металлов	<b>№</b> 1	№ 2	с переменным током				
Каустическая сода, г/л	3050	_		10				
Кальцинированная со- да, г/л	20—30	5—10	3-1-	25—30				
Тринатрийфосфат, г/л	10—15	30-40	10-20	25-30				
Жидкое стекло, г/л	8—10	3—5	10-20					
Эмульгаторы ОП-7 илн ОП-10, г/л			-	5—10				
Температура, °С	7080	70—80	50—60	70—80				
Катодная плотность то- ка, $a/\partial M^2$	38	35	3—8	5-8				
Продолжительность процесса, мин	5—8	0,5—1	2—3	0,2-2				

## Обезжиривание венской известью

Обезжиривание венской известью применяется в случаях, когда обезжириваемое изделие имеет части из резины или пластмасс и не может быть обезжирено в горячих щелочных растворах.

Венскую известь разводят водой до консистенции кашицы и обезжиривают поверхности деталей с помощью волосяных щеток, После обезжиривания остатки венской извести тщательно смываются водой,

#### Химическое травление

В процессе химического травления с поверхности стали и чугуна удаляются значительные слои окалины и ржавчины (после ковки, штамповки или отжига). С поверхности цветных металлов при травлении удаляются окисные пленки. В качестве травильных растворов применяют кислоты с различными добавками.

Чрезмерная выдержка деталей в травильных растворах вызывает травильную хрупкость. Для защиты деталей от появления травильной хрупкости в раствор вводят специальные ингиби-

торы.

В табл. 114, 115 приведены составы растворов и режимы работы ванн химического травления.

Таблица 114 Составы растворов и режим работы ванн химического травления черных металлов

Наименование компонентов	Растворы									
и режим работы	N 1	No 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7			
Серная кислота, г/л	75 125 3 - - - 30—40	80—100 0,5—1 — — — 18—25	80—100 0,5—1 — — — 18—40	150 1—2 3—5 — — — 18—60	277 318 0,5—1 — — 40—50 60	187 				
Назначение раствора	Для углеродистой стали с толстым слоем окалины	Для углеродистой стали без окалины	Для углеродистой стали без окалины	Для углеродистой стали с окалиной и ржавчиной	Для нержавею- щей стали (пред- варительно)	Для стали с иег- ким налетом ржавчины	Для чугуна			

При изготовлении растворов с серной кислотой необходимо в ванну налить сначала нужное количество воды, а затем добавлять небольшими порциями серную кислоту. Если раствор содержит еще и азотную кислоту, то в воду вливают сначала азотную кислоту, а затем мелкими дозами — серную,

### Электрохимическое травление

Скорость химического травления может быть значительно увеличена, если через ванну пропускать электрический ток. В качестве электролитов применяют растворы, составы которых приведены в табл. 116. Катодами служат свинцовые листы, а анодами — изделия. Для предотвращения как перетравливания металлов, так и появления водородной хрупкости ток в конце травления переключают так, чтобы около трети времени катодами служили изделия.

Таблица 115 Составы растворов и режимы работы ванн химического травления цветных металлов

Наименование компонентов	Растворы								
и режим работы	№ 1	No 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	No 7	N 8	
Азотная кислота, г/л	-	200—	_	250-	650-	50-		_	
Соляная кислота, г/л Едкий натр, г/л	100- 200	250	=	300 4—5 —	700	100	50—100 —	=	
Хромовый ангидрид, г/л Серная кислота, г/л	-	_	100 15	650 700	850— 900	_	_	150-	
Поваренная соль, г/л Сажа голландская, г/л Гемпература, °С.	_		- 1825	=	12-15	_ 	_ 	200	
Гродолжительность про- цесса				е боле			10-20	18—2	
Назначение	Для алюминия (предварительно)	Для алюминия (осветление)	Для алюминия (осветление)	Для меди (пред- варительно)	Для меди (окон- чательно)	Для свинца	Для цинка, оло- ва, кадмия	Для меднонике-	

#### Декапирование

Декапированием называют процесс легкого химического или электрохимического травления в течение 0,5—2 *мин*, производимого непосредственно перед нанесением гальванического покрытия.

Декапирование обеспечивает хорошее сцепление покрытия с основным металлом.

Составы растворов и режим работы ванн электрохимического травления черных металлов

	Электролиты									
Наименование компонентов и режим работы	для уг	леродистой	для легированной стали							
n penna pada	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6				
Серная кислота, $e/A$ Поваренная соль, $e/A$ Соляная кислота, $e/A$ Азотная кислота, $e/A$	200—250 15—20 — — 40—50 5—10 10—20	50—60 15—20 25—30 — — 60—70 8—10 15—10	40—50 8—10 140—150 20—50 5—10 10—20	50—100 — — — 40—50 20—30 5—10	200—300 — 40—50 5—10 10—15	35-40 				
Назначение	Для анодного травле- ния грубообработанных деталей	Для катодного травления с одновременным осаждением свинда	Для анодного травле- ния деталей, не допу- скающих наводорожи- вания	Для анодного травле- ния	Для катодного травле- вия	Для травления с пере- менным током напря- мением 15—20 в				

Химическое декапирование стали осуществляется в растворе  $30-40~e/\Lambda$  соляной кислоты при температуре около  $40^\circ$  C.

Электрохимическое декапирование производится в электролитах с  $700-800\ s/n$  серной кислоты и  $20-30\ s/n$  калиевого хромпика при цеховой температуре.

Плотность тока на анодах 5—10  $a/\partial M^2$ . В качестве катодов при-

меняют свинцовые листы.

Сразу же после декапирования детали промываются в проточной холодной воде и загружаются в гальванические ванны.

#### Технологические процессы гальванического осаждения металлов

Количество операций зависит от состояния исходной поверхности, назначения покрытия и числа наносимых слоев.

Ниже приводится примерная схема технологического процесса многослойного покрытия деталей:

- шлифование и полирование;

-- промывка в органическом растворителе;

— контроль;

монтаж на приспособления;

— химическое и электрохимическое обезжиривание;

промывка в горячей и холодной проточной воде;

декапирование;

— промывка в холодной проточной воде;

гальваническое покрытие;

— промывка в проточной воде;

сушка;

- снятие деталей с приспособлений:

- контроль.

#### Хромирование

Хромирование деталей машин при ремонте применяют главным образом в целях наращивания изношенных поверхностей. Объясняется это тем, что электролитический хром обладает хорошими физико-механическими свойствами:

— высокой твердостью (600—1200 HB в зависимости от условий электролиза);

— высокой температурой плавления (1800—1900°C);

— низким коэффициентом трения (на 50% ниже, чем у стали и чугуна);

— высокой коррозионной стойкостью;

— высокой износостойкостью (износ хромированных деталей уменьшается в 3—5 раз по сравнению с нехромированными).

К недостаткам процесса хромирования следует отнести:

низкий выход металла по току (10—18%);

— небольшую скорость осаждения осадков  $(0,01-0,02\ \text{мм/ч})$ . Механические свойства хромового покрытия ухудшаются с увеличением их толщины, поэтому толщину слоя ограничивают  $0,5\ \text{мм}$ .

Ценные свойства гальванически осажденного хрома широко используются в современном машиностроении. В отличие от большинства гальванических процессов, применяющихся только в целях защиты металлов от коррозии и для придания изделиям красивого внешнего вида, хромирование широко используется для повышения износостойкости стальных деталей машин и инструмента, а также для восстановления размеров деталей при их ремонте.

Для твердого (износостойкого) хромирования могут быть рекомендованы электролиты № 1, 2 и 4 (табл. 117).

Рекомендуемые толщины покрытия при твердом хромировании следующие:

— валы, оси — 100—200 мк;

гильзы цилиндровые — 120—200 мк;

поршневые кольца — 120—200 мк;

— измерительный инструмент — 3—10 мк;

— режущий инструмент — 5—8 мк.

В табл. 117 приведены составы растворов, их назначение и режимы работы ванн хромирования.

Таблица 117

### Назначение, составы растворов и режим работы ванн хромирования

			Режим	работь	al	
№ раствора	Состав раствора, г/л	Выход по току,	температура,	плотность тока, а/дм²		Назначение и краткая характеристика
1	Хромовый ангидрид 150 Серная кислота 1,5	16—18	55—60	45—10		Для твердого хромиро зания изделий просто формы
2	Хромовый ангидрид 250 Серная кислота 2,5	13—15	45—55	15—6		Для декоративног твердого и пористог хромирования стали, на келя, меди и других м таллов
3	Хромовый ангидрид 250—400 Сернокислый стронций 5—7 Кремнефтористый ка-		50—70	40—1	2 3	Для декоративної хромирования в самор гулирующемся электр лите
4	Хромовый ангидрид 300 Едкий натр 58—60 Серная кислота 0,6— 0,75 Спирт 1 <i>мл</i>	25—30	16—24	20		Для защитного и тве дого хромирования тетрахроматном электр лите деталей из стал цинка и латуни

Хромирование изделий из алюминия осуществляется в обычном электролите (№ 2) при тех же режимах, что и при получении декоративного хромового покрытия. Особенностью этого хромирования является состав подготовительных операций. Детали из алюминия и его сплавов сперва протравливают в 10—15% растворе каустической соды при 60—70° С в течение 1—2 мин. Затем детали осветляют в 15—20% растворе азотной кислоты (при осветлении силуминов в раствор добавляют еще и 2—3% плавиковой кислоты), промывают в воде и погружают в раствор состава:

— окись цинка (в пересчете на металл) —  $30-40 \ \epsilon/\pi$ ;

— сода каустическая — 120—140 г/л.

Температура раствора цеховая, продолжительность процесса

30-40 сек, детали при обработке непрерывно покачивают.

Детали промывают, стравливают полученный слой цинка в 10-20% растворе азотной кислоты в течение 10-20 сек, снова промывают и производят повторную цинкагную обработку, но с выдержкой 8-10 сек.

Для однократной цинкатной обработки может быть рекомендован раствор состава:

сода каустическая — 120 г/л;

— окись цинка —  $20 \epsilon/\Lambda$ ;

— соль сегнетова —  $50 \ e/\pi$ ;

— хлорное железо — 2 e/n;

— натрий азотнокислый — 1 г/л;

— температура — 18—25° С;

время обработки — 30—40 сек.

После такой подготовки детали из алюминия и его сплавов могут быть покрыты никелем, хромом или другим металлом в соответствующих гальванических ваннах.

#### Пористое хромирование

Сущность способа пористого хромирования состоит в растравливании микроскопических трещин, образующихся в осадках хрома в процессе электролиза. Наиболее успешно это растравливание ведется электролитическим путем при плотностях тока  $30-40~a/\partial m^2$ , при этом хромированную деталь подключают к положительному полюсу источника тока. Поверхности деталей, покрытые пористым хромом, обладают большой маслоемкостью, вследствие чего обеспечивается устойчивая масляная пленка при трении.

Различают два основных вида пористости: канальчатый и точечный.

Канальчатый вид характеризуется редкой сеткой, точечный вид напоминает поверхность мягкой стали, подвергнутой пескоструйной обработке.

Канальчатый вид получается при анодном растравливании молочных и молочно-блестящих осадков хрома, а точечный — при анодном растравливании матово-блестящих осадков.

Приработка поверхности трения при применении точечного хрома происходит значительно быстрее, чем при канальчатом, но износостойкость точечного хрома ниже.

Канальчатый хром используют для восстановления деталей, работающих на износ в условиях затрудненной смазки трущихся по-

верхностей.

Точечный хром применяют для восстановления деталей, работающих в условиях плохой смазки при значительном нагреве, а также для деталей, требующих быстрой приработки (например, для поршневых колец).

При применении пористохромированных поршневых колец их износ и износ сопряженных с ними цилиндровых гильз уменьша-

ется в 2 раза и более.

В табл. 118 приведены режимы получения пористого хрома.

Режимы получения пористого хрома

Таблица 118

Условия электролиза	Канальчатый вид пористости	Точечный вид пористости
Состав электролита	$C_1O_3 = 250 \ e/\Lambda$ $H_2SO_4 = 2.0 \ e/\Lambda$ $C_1O_3 = 3 \div 5 \ e/\Lambda$	$C_1O_3 = 250 \ e/A$ $H_2SO_4 = 2.5 \ e/A$ $Cr_2O_3 = 3 \div 5 \ e/A$
Режим хромирования	$D_{\rm K} = 50 \ a/\partial {\it M}^2$ $t = 58-60 {\rm ^{\circ}C}$	$D_{\rm K} = 45 \ a/\partial M^2$ $t = 50 \ {\rm ^{\circ}C}$
Режим анодного трав- чения	$D_a = 40 \ a/\partial M^2$ $t = 58 - 60 ^{\circ}\text{C}$ T (время растравливания) = 6-8 мин	$D_{a} = 40 \ a/\partial M^{2}$ $t = 50 ^{\circ}\text{C}$ $T = 10 - 12 \ \text{мин}$

#### Железнение

Скорость осаждения металла при железнении в 8—10 раз идет быстрее, чем при хромировании. Выход металла по току в хлористых электролитах при железнении составляет 95—98%.

При железнении используют растворимые аноды из малоуглеродистого трансформаторного железа. Мягкие покрытия применяют для наращивания деталей, работающих при небольших удельных давлениях, для наращивания наружных поверхностей медных и бронзовых втулок.

Твердые покрытия (осталивание) применяют для восстановления изношенных поверхностей трения стальных и чугунных деталей

(часто с последующим хромированием), а также для наращивания посадочных поверхностей под подшипники.

При применении железнения необходимо исходя из конкретных условий работы детали учитывать недостаточно хорошее приставание покрытия к основному металлу и сравнительно низкую его прочность.

Таблица 119 Назначение, составы растворов и режим работы вани железнения

		, ,	Режим	работы	
№ pacrbopa	Состав раствора, г/л	Выход по току, °/0	температура,	плотность тока, а/дж <sup>3</sup>	Назначение и краткая характеристика
1	Хлористое железо 450—500 Хлористый кальций 500 Хлористый натрий 950 Соляная кислота 0,5—2	95	90—100	10—20	Для восстановления размеров изношенных деталей
2	Хлористое железо 350—400 Хлористый натрий 70—80 Соляная кислота 1—1,5 Глицерин 60—70 Сахар 30—40	95	90—95	10—15	Электролит осталивания. Твердость осадков достигает 700 кг/мм² по Бринеллю
3	Хромистое железо 200 Муравьиная кислота 5—20 Хлористый калий 270	97	55—60	12—15	Для твердого желез- нения

#### Меднение

Электролитическое меднение (табл. 120) применяют для предохранения поверхностей стальных деталей от науглероживания при цементации, для восстановления бронзовых и медных деталей, для нанесения промежуточных слоев при декоративных покрытиях, для улучшения прирабатываемости некоторых деталей и для создания токопроводящих слоев на угольных меднографитовых щетках.

Назначение, составы растворов и режим работы ванн меднения

		7,	Режи	и работы		
Coctas pactsopa, 2/2	Состав раствора, г/л			Выход по току, ос СС плотность тока, а/дзязатока		Назначение и краткая характеристика
1	Сернокислая медь 200—250 Серная кислота 50—75	100	1825	1—2	Для наращивания ме ди или нанесения на ни келевый подслой	
2	Цианистая медь 30— 45 Цианистый натрий 45— 65 Углекислый натрий 50—70	60—80	18—40	0,5—1,5	Для покрытий изделий из сплавов на основе же леза и цинка	
3	Цианистая медь 60—70 Цианистый натрий 80—95 Роданистый калий 13— 18 Виннокислый натрий 6—13 Едкий натр 25—30 Сернокислый марганец		50-60	2-6	Для блестящего мед нения при периодическог реверсировании тока покачивании катодны штанг	
4	0.02—0,04  Борфтористоводород- ная медь 220—230  Борная кислота 15—16  Борфтористоводород- ная кислота 2—3	98—100	60—70	25—50	Для ускоренного мед нения	

### Никелирование

Электролитическое никелирование (табл. 121) применяется для защитно-декоративных целей и в качестве подслоя перед защитно-декоративным хромированием.

### Цинкование

Электролитическое цинкование (табл. 122) широко применяется в целях предохранения деталей от коррозии. Цинкованию подвергаются детали электрооборудования, трубопроводы и большинство крепежных деталей.

		λ,	Режим	работы	
№ раствора	Состав раствора, г/л	Выход по току,	температура, °С	плотность тока, а/дм <sup>3</sup>	Назначение и краткая характеристика
1	Сернокислый никель 250—300 Хлористый никель 60— 80 Борная кислота 30—40 Кумарин 1 Паратолуол-сульфа- мид 2 Прогресс 0,1	95	45—55	4-6	Для блестящего нико лирования с выравнива нием поверхности. Электролит обязательно перемешивают
2	Сернокислый никель 210—420 Хлористый натрий (хлористый калий) 5—15 Борная кислота 20—30	95	50	10	Для листов и детале: простой формы при пере мешивании электролита
3	Сернокислый никель 120 Борная кислота 8 Сернокислый натрий 195 Аммиак (25%) 8 мл	95	1825	2	Для никелировани алюминия при периоди ческом перемешивании
4	Сернокислый никель 90 Борная кислота 15 Хлористый натрий 50 Лимоннокислый натрий 8	95	30—35	0,5—1	Для никелировани цинка при периодическог перемешивании
5	Сернокислый никель 180—200 Ортофосфорная кисло- та 40—60 Хлористый натрий 2—3 Гипофосфат натрия 5—10	70	80—85	8—12	Для твердого никели рования. После термо обработки при 350° С твердость осадка прибли жается к хрому
6	Борфтористоводород- ный никель 300 Борная кислота 30	95	25—30	20—25	Для ускорения никели рования при перемеши вании

Назначение, составы растворов и режим работы ванн цинкования

			Режим	работы	
edo Cостав раствора, 2/л Line Cocтав раствора 2/л	Ваход он дохия в том том в год он дохия в год он дохия год он дохид г		температура, оС	плотность тока, <i>а/дж</i>	Назначение и кратк <b>ая</b> характеристика
1	Окись цинка 12—15 (сернокислый цинк 42— 52 г/л) Хлористый аммоний 240—260 Борная кислота 20—25 Клей столярный 1—2		30—35	0,5—1,5	Для деталей сложно формы
2	Окись цинка 40—45 Цианистый натрий 80—85 Едкий натр 70—85 Глицерин 3—5 Сернистый натрий 0,5—5		18—25	2—5	Для деталей сложно формы при блестяще цинковании. Электроли ядовит!
3	Окись цинка 4—6 Едкий натр 60—70 Олово (в составе стан- ната 0,5—1,0)	96—99	50	1.6	Для деталей очен сложной формы при по ремешивании электроли та
4	Борная кислота 25 Фторборцинк 180 Фторбораммоний 30 В-нафтол 1	-	4,5—10	25	Для деталей сложно формы. Электролит и ядовит

#### Бронзирование

Электролитическое бронзирование — это процесс гальванического наращивания на деталях сплава медь — олово. Бронзы, получаемые гальваническим путем, обладают хорошими противокоррозионными свойствами и высокой механической прочностью. Бронзовые покрытия сохраняют свои свойства на морозе при температуре до  $-30^{\circ}$  С и при нагреве до  $+700^{\circ}$  С.

При бронзировании в качестве анодов применяют пластины из сплава меди (88%) и олова (12%), отожженные при температуре 700° С в течение одного часа, ванны стальные без облицовки, снабженные подогревателями и надежной бортовой вентиляцией.

Составы электролитов для бронзирования приведены в табл. 123.

Химический состав ванны и режим электролиза	Концентрация компонентов в электролитах разных составов, 2/A				
Медь — в виде цианистой соли $Na_2Cu(CN_3)$ . Олово (в виде станната $Na_2SnO_3$ ) Цианистый натрий $NaCN$ . Едкий натрий $NaOH$ . Гемпература электролита, °C Плотность тока, $a/\partial M^2$ .	7—15	24-27	28-30		
	2—9	14-16	14-15		
	5—12	10-16	12-15		
	1—8	14-17	7-8		
	45—55	60-65	65-70		
	2—5	1,5-2	2-2,5		
	80	60-75	60		

### Интенсификация гальванических процессов

Увеличение производительности и улучшение качества осадков достигается перемешиванием и фильтрацией электролита в процессе работы ванны, реверсированием тока, повышением плотности тока при перемешивании и подогревании электролита, а также применением новых электролитов, имеющих большую скорость осаждения металлов.

Так, применение электролитов на основе борфтористоводородной кислоты при цинковании (электролит № 4), никелировании (электролит № 6) и меднении (электролит № 4) позволяет существенно интенсифицировать процесс гальванического осаждения металлов.

Ускоренное хромирование производится в тетрахроматном электролите № 4, причем рассеивающая способность тетрахроматных электролитов высока.

Перемешивание, нагрев и непрерывная фильтрация электролитов позволяют повысить катодную плотность тока в 5-6 раз по сравнению с обычной работой при цеховой температуре и без перемешивания.

Аналогичных результатов можно достигнуть перемещением деталей в ванне и реверсированием тока без нагрева и перемешивания электролита.

#### Автоматическое регулирование режима гальванических процессов

В настоящее время в промышленности используется большое количество различных приборов и аппаратов для автоматического регулирования режимов гальванических процессов.

Автоматическое реверсирование тока с необходимыми соотношениями продолжительности катодного и анодного процессов может быть осуществлено с помощью приборов АРТ-200, РГ-250/500, рассчитанных на силу тока 200 и 500 а соответственно, или других аналогичных приборов.

Регулирование кислотности электролита также производится

с помощью специальных приборов.

Нашей промышленностью изготовляются приборы для автоматического регулирования температуры электролита и плотности тока.

Плотность тока регулируется автоматами АПТ-200, СПЗ-1, ПУРП-1, СПН-1, УРПГ-1 и другими устройствами.

## Технологические процессы химической обработки металлов

#### Химическое никелирование

При химическом никелировании процесс нанесения покрытия происходит без тока за счет восстановления никелевых солей с помощью гипофосфата натрия (NaH2PO2). Получающиеся осадки имеют высокую твердость и износостойкость (после термообработки), откладываются равномерно по всей поверхности и довольно хорошо поддаются обработке на притирочных и доводочных станках. Этот процесс с успехом может быть использован при восстановлении плунжеров и запорных игл топливной аппаратуры и других аналогичных деталей.

Химическое никелирование производят без тока в щелочных

или кислых растворах.

В табл. 124 приведены составы растворов и режим работы вани химического никелирования.

Таблица 124 Составы растворов и режим работы ванн химического никелирования

Состав раствора и режим работы	Щелочной раствор	Кислый раствор
Хлористый никель Сернокислый никель Хлористый аммоний Уксуснокислый натрий Лимоннокислый натрий Гипофосфат натрия Величина рН Рабочая температура Скорость осаждения никеля	45—55 г/л 40—50 г/л 10—20 г/л 8—9 80—85° C	20-80 г/л 10-12 г/л 8-10 г/л 4-4,5 90-92° С 8-10 мк/ч

#### Оксидирование черных металлов

Оксидирование применяется в целях защиты деталей от коррозии. Сущность этого процесса состоит в образовании на поверхности деталей прочных окисных пленок путем обработки деталей в специальных растворах.

Оксидирование черных металлов осуществляется в щелочных и кислых растворах или путем погружения нагретых деталей в льня-

ное масло,

В табл. 125 указаны составы растворов и режим работы ванн оксидирования черных металлов.

Таблица 125

#### Состав и режим работы ванн химического оксидирования черных металлов

8		Режим р	аботы		
№ раствора	Состав ванны, 2/л	температура, время, °С мин		Назначение	
1	Сода каустическая 600—650 Селитра натриевая 100—200	138—142	15—20	Для защитно-декоративной отделки стальных деталей. Углеродистые стали обрабатываются 15—20 мин, а легирован-	
2	Сода каустическая 550—600 Нитрит натрия 150— 200	135—145	15—20	ные до 120 <i>мин</i> . Оксидная пленка имеет толщину 0,6—0,8 <i>мк</i>	
3	Сода каустическая 600—700 Селитра натриевая 120—150 Калий хлористый 8—10	138—142	15—120		
4	Азотнокислый кальций 15—30 Ортофосфорная кислота 0,5—1,0 Перекись марганца 0,5—1,0	98—100	40—45	Пленка имеет повышенную коррозионную стойкость	
5	Гипосульфит натрия 80 Хлористый аммоний 60 Ортофосфорная кисло- та 5 мл/л Азотная кислота 2 мл/л	60—70	15—20		
6	Льняное масло		5—10	Детали нагревают до $460\pm10^{\circ}\text{C}$ и $4-6$ раз погружают в масло. Оксидная пленка плотная	
7	Натриевая селитра	310	8—10	Для оксидирования мелких деталей	
8	Перегретый пар	500550	30	Пленка обладает электроизоляционными свойствами, увеличивает износостойкость режущих инструментов	

		Режим ра	боты	
№ pacreopa	Состав ванны, г/А	температура, °С	время, <i>мин</i>	Назначение
9	Серная кислота 50% (по весу) Хромпик 11% (по ве- су) Вода 39% (по весу)	95	7	Для пассивирования полированных деталей из кислотоупорных сталей перед оксидированием в термостате при температуре 420° С в течение 55—60 мин
10	Сода каустическая 60% (по весу) Селитра 15% (по весу) Нитрит натрия 15 (по весу) Тринатрийфосфат 10 (по весу)		30—60	Для оксидирования с одновременным отпуском закаленных стальных деталей

### Оксидирование алюминия и его сплавов

Оксидирование алюминия и его сплавов осуществляется как химическим, так и электрохимическим способом. Растворы и режимы осветления сплавов алюминия с кремнием представлены в табл. 126.

Осветление перед оксидированием других сплавов алюминия производят в 10—15-% растворе азотной кислоты.

Составы и режимы работы ванн электрохимического и химического оксидирования приведены в табл. 127, 128 соответственно.

Таблица 126 Растворы и режимы осветления сплавов алюминия с кремнием

	Раствор				
Состав растворов и режимы осветления	№ 1	№ 2	№ 3		
Серная кислота, % (по весу) Азотная кислота, % ( по весу) Фтористоводородная кислота, % (по весу) Фтористый калий (аммоний), % (по весу) Температура раствора, °C	95—97 3—5 — 15—25 0,1—0,2	90—92 5—6 3—4 0,5—1 15—25 1—2	20—30 40—60 — 10—12 15—25 0,2—0,3		

После оксидирования детали промываются и могут быть подвергнуты пассивированию для улучшения антикоррозионных

Таблица 127 Составы и режимы рабогы ванн анодного оксидирования (анодирования)

93		F	ежим работ	ы		
Nº pacreopa	Состав раствора, гј.а	темпера- тура, °С	плотность тока, $\alpha/\partial m^2$	время,	Назначение	
1	Серная кислота 200 (напряжение тока от 11 до 28 в по мере увеличения содержания компонентов в алюминиевом сплаве)	15—23	0,8—3	20—50	Для защиты от коррозии с последующей обработкой хромпиком или нанесением лакокрасочного покрытия	
	Серная кислота 200 (электролит следует непрерывно помешивать, а напряжение постепенно повышать от 20 до 40 в в конце процесса)	10—16	2,5	20—30	Для глубокого изно- состойкого оксидирова- ния, а также для повы- шения жесткости тонко- стенных трубчатых дета- лей	
	Щавелевая кислота 1,2 Лимонная кислота 1,0 Борная кислота 8,0 Комплексная щавелевокислая соль титана 40 (напряжение от 80 в за 10 мин повышается до 120 в, после чего снижается)	55—60	2—3	30—40	Для эматалирования алюминиевых изделий. После оксидирования пленку закрепить кипячением в дистиллированной воде в течение 20—30 мин	
4	Шавелевая кислота 30—40 Уксусная кислота 0,1	20—40	От 1,5 в начале до 3—4 в конце процесса	60—120	Для получения оксидной пленки с высокими электроизоляционными свойствами	
5	Серная кислота 150 – Шавелевая кислота 20	-5 <del>∴</del> +2	10	3,5	Для получения оксидных пленок на сплавах АМГ с пробивным напряжением 1500—2000 в	
6	Ортофосфорная кисло- га 250—300	15—25	2—3		Наносится в качестве подслоя перед никелированием или меднением	
7	Хромовый ангидрид 30—100	40 –	От 0,01 до 0,3— 0,44		Для покрытия деталей, имеющих точные разме- ры	

свойств оксидной пленки. Состав раствора пассивирования: двухромовокислый калий 10  $\varepsilon/\Lambda$ , углекислый натрий 18  $\varepsilon/\Lambda$ . Температура раствора 90—95° С, выдержка 2—4 мин.

Составы и режимы работы ванн химического оксидирования

		Режим ра	боты		
№ раствора	Состав раствора, г/л	температура,	время, мин	Назначение	
1	Ортофосфорная кислота 40—50 Кислый фтористый калий 3—5 Хромовый ангидрид	15—25	5-7	Пленка имеет салатно зеленый цвет, непористал и не окрашивается красителями	
2	Хромовый ангидрид 3—5 Фторсиликат натрия 3—5	15—25	8—10	Пленка имеет оранже вый цвет и удовлетвори тельные свойства	
3	Двуххромовокислый натрий 200 Фтористоводородная кислота 1—2 мл/л	15—25	6—10	Пленка имеет радуж ную окраску. Напоситс на сплавы, не содержа щие меди	
4	Сода кальцинирован- ная 50 Хромовокислый натрий 15 (хромовокислый ка- лий 18) Сода каустическая 2,5		3—5	Для оксидировани крепежных деталей	

### Фосфатирование

Перед фосфатированием поверхность деталей должна быть отшлифована или очищена гидропескочисткой. Хорошие результаты дает также сухая галтовка с песком. Составы растворов и режимы фосфатирования представлены в

табл. 129.

Фосфатирование — это процесс создания на металлах пленок, состоящих из нерастворимых солей фосфорной кислоты. Толщина пленки 7—40 мк. Чистота поверхности после фосфатирования ухудшается в среднем на один класс, поэтому фосфатированию пе подвергают полированные детали, а также детали с точными резьбами. Для повышения противокоррозионных свойств фосфатированные детали промасливают. Фосфатные пленки нетвердые, но достаточно износостойкие. Они не разрушаются при температурах —70; +500° С.

Таблица 128

#### Составы растворов и режимы фосфатирования

8		Режим р	аботы		
№ раствора	Состав раствора, г/л	температура, °С	выдержка, <i>мин</i>	Назначение	
1	Фосфорнокислое закисное железо (или железная структура) 235 Углекислый натрий 1 Окись цинка 8 Ортофосфорная кислота 32—50	92—97	10	Для черного фосфатирования стальных и чугунных изделий с последующим фосфатированием в растворе № 2	
2	Препарат «Мажеф» 30 Азотнокислый цинк 150	50—60	10—15	Для черного фосфатирования стальных и чугунных изделий с последующим промасливанием	
3	Препарат «Мажеф» 30 Нитрит натрия 2—3	15—25	15—30	Для холодного фосфа- тирования	
4	Нитрит натрия 1—1,5 Монофосфат цинка 15—25	40—50	10—15	Для фосфатирования цинка	
5	Препарат «Мажеф» 34—45 Азотнокислый цинк 45—55	96—98	15—20	Для электроизоляционного фосфатирования статорного и трансформаторного железа	
6	Препарат «Мажеф» 30—35 Азотнокислый цинк 60—65	85—96	10—15	Для фосфатирования пружин	
7	Ортофосфорная кислота 10—15 Азотнокислый цинк 18—22 Борфтористоводород- ный цинк 10—15	75—85	0,5—4	Для фосфатирования алюминия и его сплавов после обычной подготовки к покрытию	
8	Препарат «Мажеф» 27—32 Фтористый натрий 0,2—0,33	96—98	30—40	Для фосфатирования магниевых сплавов после обезжиривания и декапирования	

#### Контроль качества гальванических покрытий

Оценка качества покрытия производится по внешнему виду, определением толщины и пористости покрытия, испытаниями на коррозионную стойкость покрытия и на прочность сцепления его с основой.

Внешним осмотром выявляются шероховатость, пористость, отслаивание, царапины и забоины, неоднородность оттенка и непокрытые участки.

ГОСТ 3003—58 устанавливаются химические и физические ме-

тоды контроля толщин покрытий.

А. Химические методы контроля толщин.

Метод I. Метод струи:

а) по продолжительности действия раствора;

б) по объему израсходованного раствора.

Метод II. Метод капли. Метод III. Метод снятия.

Б. Физические методы контроля толщин.

Метод IV. Взвешивание до и после покрытия.

Метод V. Магнитный метод.

Метод VI. Радиоактивный метод.

Метод I. a) По продолжительности действия раствора.

Сущность метода заключается в следующем. Участок покрытия растворяют под действием раствора, вытекающего с определенной скоростью на поверхность испытуемой детали в виде струи.

Применяемые растворы и реактивы приведены в табл. 130.

Расчет местной толщины покрытия производят по времени, затраченному на растворение покрытия на испытуемом участке. Признаком конца растворения покрытия является изменение цвета металла при наблюдении.

Таблица 130 Растворы для испытаний покрытий методом струи

ž.			Концен	трация	№ FOCT
№ pac- rsopa	Покрытие	Наименование компонентов раствора	г/л	мл/л	на реак- тивы
1 2	Медь и никель Медь	Железо хлорное (FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O) Медь сернокислая (CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O) Железо хлорное (FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O) Кислота соляная HCl (уд. вес 1,19) Кислота уксусная ледяная (CH <sub>3</sub> COOH)	300 100 150 —	- 150 250	4147—48 4165—48 4147—48 3118—46 61—51
3	Цинк	Сурьма треххлористая (SbCl <sub>3</sub> ) Аммоний азотнокислый (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ) Кислота соляная (HCl) 1н раствор Медь сернокислая (CuSO <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O)	7	70	3761—47 3118—46 4165—48
4	Кадмий	Аммоний азотнокислый (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ) Кислота соляная (HCl) Ін раствор	17,5	17,5	3761—47 3118—46

Местная толщина покрытия h в микронах определяется по формуле

$$h = h_i t$$

где  $h_t$  — толщина покрытия, снимаемая в 1  $ce\kappa$ , найденная в табл. 131;

t — число секунд, по истечении которых растворился слой покрытия.

Таблица 131

Зависимость скорости растворения покрытия от температуры при методе струи по продолжительности

		Толщина покры	ития $h_{t^{*}}$ снимае	мая в 1 сек, <i>мк</i>	
Температура, °С	медного при ког раствором			цинкового	
	I I I I I I I I I I I I I I I I I I I	№ 1	№ 2	ципкового	кадмиевого
5,0 7,5 10,0 11,0 12,0 13,0 14,0 15,0	0,236 0,262 0,294 0,333	0,538 0,568 0,662 0,641	0,333 0,389 0,416 0,443 0,470 0,498 0,526	0,427 0,461 0,493 0,500 0,515 0,530 0,542 0,560	0,180 0,185 0,190 0,195 0,201 0,207
16,0 17,0 18,0 19,0 20,0 21,0 22,0 23,0	0,376 0,424 0,467 0,493 0,521 0,546 0,575 0,606	0,685 0,735 0,794 0,862 0,926 0,980 1,042 1,099	0,560 0,594 0,629 0,664 0,699 0,734 0,768 0,802	0,571 0,589 0,610 0,630 0,645 0,670 0,690 0,715	0,211 0,217 0,223 0,229 0,235 0,241 0,247 0,253
24,0 25,0 26,0 27,0 28,0 29,0 30,0 31,0 32,0	0,641 0,671 0,709 0,741 0,769 0,800 0,833 0,862 0,893	1,163 1,220 1,266 1,333 1,389 1,429 1,471 1,515 1,587	0,836 0,870	0,740 0,752 0,775 0,790 0,808 0,824 0,833 0,850 0,870	0,260 0,265 0,272 0,279 0,286 0,294 0,302 0,310 0,318
33,0 34,0 35,0 36,0 37,0 38,0 39,0 40,0	0,923 0,953 0,983 — — —	1,658 1,729 1,800		0.883 0.900 0.917	0,326 0,334 0,343 0,353 0,359 0,367 0,374 0,385

Метод I. б) По объему израсходованного раствора.

Сущность метода заключается в следующем. Участок покрытия растворяется под действием раствора, вытекающего с определенной скоростью на поверхность деталей в виде струи. Расчет толщины покрытия производят по объему раствора, израсходованного на растворение покрытия на испытуемом участке.

h в микронах определяют по формуле

 $h = h_n V$ 

где V — объем раствора, затраченный на растворение покрытия,  $M\Lambda$ :

 $h_v$  — толщина покрытия, снимаемая 1 мл раствора, найденная по табл. 132.

Таблица 132

Зависимость скорости растворения покрытия от температуры при методе струи по объему

	Толц	цина покрытия	$h_v$ , снимаемая	в 1 мл гаствој	)а, мк
Температура, °С	никелевого	медного пр расти	и контроле зором	- цинков и о	кадмиевого
	никелевого	№ 1	№ 2	1000000	
5,0 7,5 10,0 11,0 12,0 13,0	0,995 1,091	2,268 2,370	1,406 1,587 1,682 1,777 1,872	1,241 1,331 1,403 1,432 1,465 1,501	0,857 0,871 0,886 0,900
14,0 15,0 16,0 17,0 18,0 19,0	1,211 1,355 1,510 1,681 1,832 1,908	2,481 2,604 2,747 2,915 3,115 3,344	1,967 2,062 2,173 2,284 2,396 2,507	1,540 1,597 1,610 1,645 1,688 1,740	0,914 0,929 0,943 0,957 0,971 0,986
20;0 21,0 22,0 23,0 24,0 25,0	1,996 2,070 2,151 2,242 2,347 2,433	3,546 3,717 3,906 4,065 4,255 4,425	2,618 2,726 2,834 2,941 3,048 3,155	1,776 1,845 1,895 1,945 1,990 2,033	1,000 1,014 1,029 1,043 1,057 1,071
26,0 27,0 28,0 29,0 30,0 31,0 32,0 33,0 34,0 35,0	2,520 2,620 2,720 2,820 2,920 3,020 3,120 3,220 3,320 3,420			2,080 2,126 2,173 2,219 2,266 2,312 2,359 2,405 2,452 2,498	1,086 1,100 1,114 1,129 1,143

Метод II. Метод капли. Сущность метода заключается в следующем. Участок покрытия растворяется последовательно наносимыми и выдерживаемыми в течение определенного промежутка времени каплями раствора. Расчет толщины покрытия производят по числу затраченных капель.

Составы растворов для контроля выбирают согласно табл. 133.

Таблица 133

Растворы для испытаний покрытий методом капли

% рас- твора	Покрытие	Наименование компонентов раствора	Концентра- ция, г/л	№ ГОСТ на реактивы
1	Никель	Железо хлорное (FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O) Медь сернокислая (CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O)	300 100	4147—48 4165—48
- 5	Медь	Серебро азотнокислое (AgNO <sub>3</sub> )	44	1277—63
6	Цинк и кадмий	Йод металлический (I) Калий йодистый (KI)	100 200	4159—48 4232—48

Местную толщину покрытия (h) в микронах рассчитывают по формуле

$$h = (n - 0.5) h_{\kappa},$$

где n — число капель раствора, которое требуется для обнажения сплошного участка основного металла;

 $h_{\rm K}$  — толщина покрытия, снимаемая одной каплей в течение заданного времени (берется по табл. 134).

Метод III. Метод снятия. Сущность метода заключается в следующем. Толщину покрытия определяют по разности веса изделия до и после снятия покрытия. Метод снятия применяют для очень мелких деталей, а для деталей больших размеров лишь при необходимости определить среднюю толщину покрытия.

Физические методы позволяют определять толщину покрытия без разрушения его и с меньшей затратой времени. Наибольшее распространение получили приборы ИТП-5, ЭТУ-2 и УМТ-3.

Пористость покрытия определяют по ГОСТ 3264—46, 3247—46 и 3265—46, а также с помощью фильтровальной бумаги, пропитываемой специальным раствором (табл. 135) и накладываемой на обезжиренную спиртом и высушенную поверхность детали. Раствор через поры покрытия проникает до основного металла, реагирует с ним, образуя ярко окрашенные продукты реакции, видимые снаружи покрытия.

Сцепляемость покрытия с основным металлом может быть определена одним их следующих трех способов; методом царапания, методом перегиба или методом нагрева.

Таблица 134 Зависимость скорости растворения покрытия от температуры при методе капли

	Толщина покрытия $h_{_{ m K}}$ в микронах, снимаемая одной каплей при выдержке							
Темпера- тура, °С	никелевого 30 сек	медного 1 жин	цинкового 1 мин	кадмиевого 30 сек				
10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	В пределах температур от 10 до 30°С—0,7	0,79 0,81 0,83 0,85 0,87 0,89 0,93 0,97 1,01 1,05 1,08 1,11 1,14 1,16 1,18 1,20 1,21 1,23 1,24 1,25 1,26	0,78 0,82 0,87 0,91 0,96 1,01 1,05 1,09 1,14 1,18 1,24 1,27 1,32 1,36 1,40 1,45 1,45 1,52 1,59 1,66 1,73 1,80	В пределах температу от 10 до 30°С—1,2				

Таблица 135

### Составы растворов и режимы испытаний при определении пористости покрытий

Покрытие	Основной металл или подслой	Компоненты растворов, г/л	Выдержка, мин	Окраска точек над порами покрытия
Медь Никель	Сталь	Железосинеродистый калий (красная кровяная соль) 40	20 3—5 3—5	Синяя
Хром Свинец Олово	Сталь	Натрий хлористый 15 Железосинеродистый	3—5 До 60	Синяя
Медь — ни- кель — хром	Clane	калий 10 Хлористый аммоний 30 Хлористый натрий 60		
Медь — никель	Сталь	Железосинеродистый калий 10	10	Синяя
Никель	Медь	Хлористый калий 20 Железосинеродистый калий 10	10	Красно-бура
	Латунь	Хлористый калий 20	10.	

Способы снятия недоброкачественных покрытий

	Материал			Режим снятия		Материал
покрытия	нэделия	Способ снятня	Состав растворов, % (по весу)	температура,	naothocth roks, a/0382	подвесоч- ных при- способле- ний
Медь	Сталь	Химический	Хромовый ангидрил 25—35 Сернокислый аммоний 10—12	18-20		Железо
Медь	Сталь	Электрохимиче- ский, на аноде	Серная кислота 1—2 Хромовый ангидрид 10—15	18—20 3-	3—8 Железо и свинец	Медь
Никель	Сталь, латунь, медь	Электрохимиче- ский, на аноде	Серная кислота 80 Глицерин 6 г/л	18-20 3	3—8 Свинец	Медь
Гликель	Сталь, латунь, медь	Электрохимиче- ский, на аноде	Соляная кислота 5 Хлористый натрий 3	18-20 5-	5—8 Бронза	Бронза
Хром	Сталь, никель	Электрохимиче- ский, на аноде	Едкий натрий 10—15	50—70 5-	5—10 Железо	Железо
Хром	Медь, латунь	Химический	Соляная кислота 50	18-20	1	ı
Цинк	Сталь	Химический	Серная кислота 5—10 или соляная кислота 5—10	18—20 18—20	-v1-2	1
Кадмий	Сталь	Химический	Азотнокислый аммоний 10—15	18-20	1	ı
Серебро	Медь и ее спла- вы	Электрохимиче- ский, на аноде	Электролит серебрения	20—30 0,5	5 Медь, латунь	Железо

В первом случае покрытие покрывается рядом пересекающихся между собой глубоких царапин. Место пересечения царапин рассматривается в лупу. Отслаивание покрытия не допускается.

Метод перегиба применим для листовых изделий или изделий из проволоки. С помощью специального приспособления производят многократное перегибание изделия до перелома. В месте перелома не должно быть отслаивания покрытий более чем на 5% длины излома.

Прочность сцепления покрытия с поверхностью алюминиевых или цинковых изделий можно определять путем нагрева их до температуры 200—250° С. После нагревания покрытие не должно вспучиваться.

Недоброкачественное покрытие или покрытие на ремонтируемой детали может быть растворено одним из указанных в табл. 136 способом.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1. Алов А. А. Основы теории процессов сварки и пайки. Машиностроение, 1964.
- 2. Кулишенко Б. А. и др. Наплавка металлов (справочник). Машиностроение, 1964.
- 3. Лашко Н. Ф., Лашко С. В. Некоторые проблемы свариваемости ме-
- 4. Лакедемонский А. В., Хряпин В. Е. Паяние и припои. Металлург-
- 5. Лакедемонский А. В., Хряпин В. Е. Справочник паяльщика. Машгиз, 1963.
- 6. Липатов С.И., Толстой В.М. Сульфоцианирование гильз двигателей внутреннего сгорания. Вестник машиностроения, № 7, 1959.
- 7. Сальн и ков Г. П. Справочник машиностронтеля. Госиздат технической литературы УССР, Киев, 1963.
  - 8. Справочник авиационного техника. Воениздат, 1964.
- 9. Справочник автомобильного механика, под редакцией Афанасьева Л. Л., Гос. издательство машиностроит. лит., 1959.
- 10. Справочник металлиста, т. 3, под общей редакцией профессора, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР Ачеркана Н. С.. Машиностроение. 1966.
- 11. Справочник металлиста, том 3, под ред. проф. Владиславлева В. С., Гос. издательство машиностроит. лит., 1959.
  - 12. Справочник машиностроения, том 7, Машгиз, 1949.
  - 13. Справочник машиностроения, том 5, кн. 1, Машгиз, 1963.
- 14. Справочник сварщика, под ред. Степанова В. В., изд. второе. Машиностроение, 1967.
- 15. Стеренбоген Ю. А. и др. Сварка и наплавка чугуна. Наукова Думка. 1966.
- 16. Указатель государственных стандартов, издание официальное, издательство стандартов, 1967.
- 17. Яковлева Т. Ф., Рыстенко А. Т. Краткий справочник по гальваническим покрытиям. Маштиз, 1963.
- 18. Ямпольский А. М., Ильин В. Л. Краткий справочник гальванотехчика, Машгиз, 1962.

#### ОГЛАВЛЕНИЕ

	$C\tau p$ .
— Предисловие . т	3
лава 1. Классификация способов ремонта деталей	5
Глава 2. Ремонт деталей сваркой и наплавкой	7
Ручная электродуговая сварка стальных деталей Выбор режима сварки Электроды для ручной сварки Оборудование для электродуговой сварки постоянным током Оборудование для электродуговой сварки переменным током Электродуговая автоматическая и полуавтоматическая сварка стальных деталей под слоем флюса Сущность и преимущества сварки под слоем флюса Флюсы и электродная проволока для сварки под слоем флюса Дуговая сварка в среде защитных газов Ацетилено-кислородная сварка Ремонт деталей наплавкой Особенности сварки алюминия и алюминиевых сплавов Особенности сварки чугуна Особенности сварки жаропрочных и нержавеющих сталей и сплавов при ремонте Контроль качества сварки Магнитный метод контроля Рентгеновское просвечивание Техника безопасности при выполнении сварочных работ	32 32 34 41 44 52 54
Глава 3. Ремонт деталей пайкой	58
Пайка мягкими припоями	63 69 70
Глава 4. Ремонт деталей давлением	76
Антифрикционные сплавы и их свойства	_
подшипников баббитом	77 81
Восстановление вкладышей, залитых свинцовистой бронзой, на-	83
Глава 6. Ремонт деталей способом механической и слесарной обработки	85
Обработка деталей под ремонтный размер	89 90 99
Токарные резцы Спиральные сверла Метчики и плашки Фрезы Абразивный инструмент Притирка	103 108 110 113 119

159

ва 7. Ремонт деталей гальваническим наращиванием и химической работкой	
Основные сведения о гальваническом осаждении металлов	
Оборудование для гальванических работ	
Оборудование для подготовительных операций	
Оборудование для нанесения покрытий	
Подвесные приспособления	
Подготовка деталей к гальваническому наращиванию	
Шлифование и полирование	1
Галтовка	•
Обезжиривание органическими растворителями	
Уиминоское обестививание	
Химическое обезжиривание	54
Обезжиривание венской известью	
Химическое травление ,	
Электрохимическое травление	
Декапирование	
Технологические процессы гальванического осаждения металлов .	
Хромирование	
Пористое хромирование	
Железнение	
Меднение	41
Никелирование	
Никелирование	
ронзирование	
Интенсификация гальванических процессов	F.
Автоматическое пегулирование режима гальванических процессов	3
Технологические процессы химической обработки металлов	ч
Химическсе никелирование	
Оксидирование черных металлов	
Оксилирование алюминия и его сплавов	
Фосфатирование	
Контроль качества гальванических покрытий	
Литература	

#### СПРАВОЧНИК РЕМОНТНИКА

Редактор Чернов В. П.

Технический редактор Медведева Р. Ф.

Корректор Иванова О. И.

Сдано в набор 28.7.70 г.

Γ-81006

Подписано в печать 27.1.71 г.

Формат бумаги  $60 \times 90^{4}/_{16} - 10$  печ.  $\pi_{*} = 10$  усл. печ.  $\pi_{*} = 9,503$  уч.-изд.  $\pi_{*}$ 

Бесплатно Изд. № 6/4065

Зак. 241

CTD.



Ордена Трудового Красного Знамени Военное издательство Министерства обороны СССР Москва, К-160 2-я типография Воениздата Ленинград, Д-65, Дворцовая пл., 10

Бесплатно ☆