

НКАП * СССР

Справочник

ПО ЗАМЕНИТЕЛЯМ
ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ,

ПРИМЕНЯЕМЫХ
ПРИ РЕМОНТЕ
ОБОРУДОВАНИЯ

ОБОРОНГИЗ 1943

СПРАВОЧНИК

ПО ЗАМЕНИТЕЛЯМ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РЕМОНТЕ ОБОРУДОВАНИЯ

1/282179
M-10494

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Москва 1943

Редактор *М. С. Румянцева*

Л76068	Подп. в печать 22/X 1943 г.	Печ. л. 4.
Уч.-авт. л. 4,6.	Тип. зап. в печ. л. 40.500.	Бесплатно. Зак. 653/7539.

Типография Оборонгиза.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В годы отечественной войны вопрос экономии дефицитных металлов (олова, меди, вольфрама, молибдена, ванадия, никеля и др.) имеет актуальное значение.

Перед работниками заводов авиационной промышленности стоит ответственная задача—заменить оловянистые баббиты, медные сплавы и, в частности, оловянистые бронзы, а также легированные стали другими, более дешёвыми и менее дефицитными материалами. Особенно важна замена меди и оловосодержащих сплавов. Эта задача в настоящее время разрешается благодаря опыту, накопленному в промышленности, и достижениям научно-исследовательских институтов.

В настоящем справочнике, составленном по заданию одного управления, рассмотрены заменители баббитов, вискооловянистых бронз и легированных сталей, которые в определенных эксплуатационных условиях с успехом можно использовать для изготовления деталей при ремонте металло-режущих станков.

В первой части справочника приведены: химический состав, физико-механические свойства, условия и область применения, правила приемки, а также технология изготовления рекомендуемых заменителей баббитов и оловосодержащих бронз.

Во второй части приведены: химический состав, режимы термической и термохимической обработок, механические свойства и области применения основных марок углеродистых и легированных сталей, обеспечивающих хорошее качество ремонта станков, а также аналогичные данные о других сталях, которые могут служить полноценными заменителями применяемых марок сталей.

В книге приведены данные о заменителях, которые проверены в производстве на ряде заводов ИКАП и других от-

раслей промышленности (ГРПЗ, автозавод им. Сталина и др.).

Рекомендуемые в справочнике материалы были утверждены на конференции главных механиков НКАП в качестве руководящих материалов для всех заводов НКАП.

Работа, проводимая по применению заменителей на заводах, позволит шире использовать заменители для изготовления деталей станочного оборудования и тем расширить и дополнить настоящий справочный материал.

Справочник составлен бригадой в следующем составе: инж. Б. И. Тух, инж. Л. А. Слепц, инж. В. С. Ржезников, канд. техн. наук О. Е. Кестнер.

Начальник Технического отдела НКАП

А. ТУМАНОВ.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ПУТИ ЭКОНОМИИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Экономии цветных металлов можно достигнуть сокращением норм удельного расхода цветных металлов и применением соответствующих заменителей.

Использование биметалла (например, изготовление биметаллических втулок способом центробежной заливки антифрикционным металлом стальной заготовки или нанесение антифрикционных сплавов металлизацией), восстановление изношенных втулок и вкладышей электрической и газовой наплавкой, целесообразное расходование цветных металлов в литейных и механических цехах (в частности, изготовление втулок и подшипников из трубных заготовок, а не из цельных болванок), применение кокильного и центробежного способов литья вместо отливки в землю — все это дает большую экономию цветных металлов.

Рациональный сбор, хранение и переработка металлической стружки, а также использование вторичных металлов и сплавов дают возможность получить десятки и сотни тонн цветных металлов.

Введение технических нормативов расхода цветных металлов на единицу изделия также должно способствовать сокращению потребления цветных металлов.

Наряду с широким внедрением заменителей необходимо улучшить методы обработки поверхности трущихся деталей, что увеличивает срок службы антифрикционных материалов.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ ЗАМЕНИТЕЛИ

Из заменителей дефицитных цветных металлов с наибольшей гарантией можно рекомендовать те, которые в достаточной степени опробованы в производстве и работают в качестве антифрикционных материалов в различных узлах трения ряда агрегатов на многих заводах. К такого рода заменителям можно отнести антифрикционный чугуны, алюминиевые и цинковые сплавы, свинцовистую и алюминийсодержащую бронзу, кремнесвинцовистую латунь и вторичную оловянистую бронзу. В определенных условиях эксплуатации ука-

занные заменители по антифрикционным свойствам не уступают оловянистой бронзе и баббиту. Компоненты, входящие в их состав, в большинстве случаев недефицитны, а технологический процесс изготовления в большинстве случаев нетруден.

В качестве заменителей бронзы и латуни наиболее широко применяются антифрикционные чугуны — качественный материал, простой в изготовлении и надежный в определенных условиях эксплуатации. О степени распространенности антифрикционных чугунов можно судить по тому факту, что свыше 300 заводов являются потребителями чугунов различных марок (завод «Красный пролетарий», Горьковский завод фрезерных станков им. Л. М. Кагановича, 1 ГПЗ, автозавод им. Сталина, завод «Калибр», Горьковский завод им. Молотова, Сталинградский тракторный завод, Челябинский тракторный завод и ряд заводов авиапромышленности).

Из цветных металлов наименее дефицитным в настоящее время является низкосортный цинк. Поэтому применение в качестве антифрикционного материала сплавов на цинковой основе весьма целесообразно и экономически выгодно. Цинковые сплавы, проверенные в эксплуатационных условиях на ряде заводов (1 ГПЗ, «Фрезер», «Калибр» и др.), широко применяются в качестве антифрикционного материала в различных станках для подшипников и втулок, работающих при относительно высоких удельных давлениях и скоростях. Вполне допустимо применять цинковые сплавы и при ударном характере нагрузки, но при небольших скоростях скольжения.

Заменителями баббитов и бронз для подшипников самого разнообразного назначения являются алюминниевомедные (АМ8), алюминниевомеднокремниевые (алькусин) и алюминниевожелезные (АЖ6) сплавы, применяемые на заводах ИКАП, «Красный пролетарий», Кировском заводе, Уралмаше, заводе им. Ф. Энгельса, заводе им. Ф. Э. Дзержинского и др.

Высококачественным антифрикционным материалом является свинцовистая бронза, отличающаяся высокой износостойчивостью в эксплуатации при больших скоростях и удельных давлениях, что позволяет применять этот материал для изготовления втулок и подшипников станков, к которым предъявляются требования высокой точности.

В наиболее ответственных случаях баббит с большим содержанием олова можно заменить малооловянистым кадмиевым баббитом марки БМН, если отсутствует специальное оборудование, необходимое при изготовлении свинцовистой бронзы.

Для червячных колес, дисков, фрикционных и тому подобных деталей очень хорошим материалом являются бронзы: алюминнижежелезная (БРАЖ 9-4) и алюминнижежелезомарганцовистая (БРАЖМЦ 10-3-1,5), обладающие высокой прочностью и высокими антифрикционными и антикоррозийными свойствами.

Для трущихся пар, работающих при невысоких удельных давлениях и скоростях скольжения, может широко применяться кремнистая латунь (ЛКС 80-3-3).

В ряде случаев может быть допущено применение дефицитной вторичной малооловянистой бронзы марки БрОЦС 6-6-3.

Дефицитные антифрикционные металлы следует заменять перечисленными выше материалами, но применение заменителей не должно снижать эксплуатационных качеств изделий. При выборе того или иного заменителя эксплуатационные условия являются решающим фактором.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ

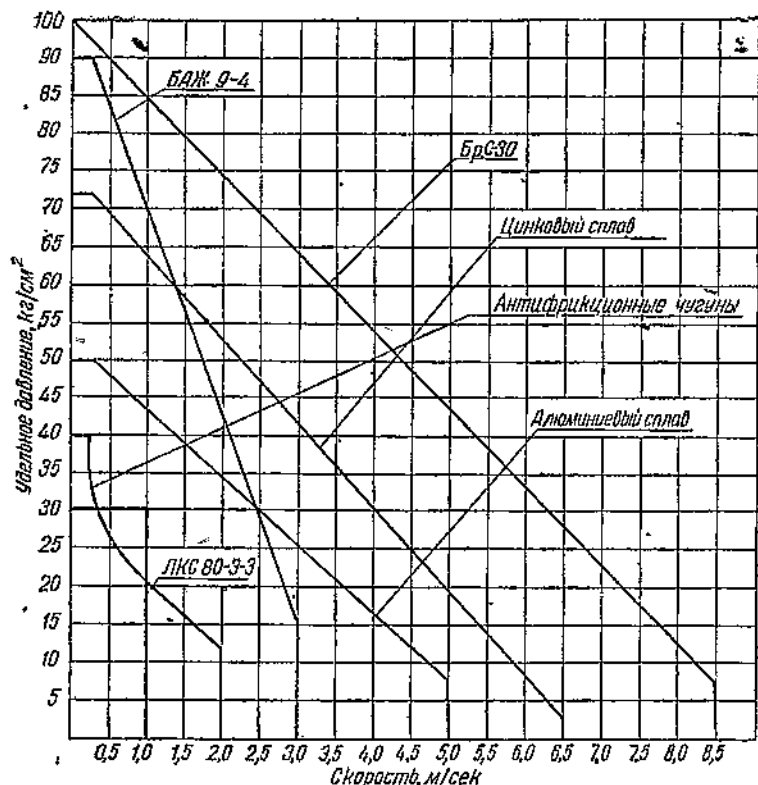
Каждый антифрикционный материал имеет свой максимум скорости и удельного давления. Обычно при увеличении скорости необходимо снижать удельное давление и, наоборот, при малых скоростях можно допускать более высокое удельное давление. Из этого следует, что сплавы-заменители можно применять только при определенных соотношениях скорости и удельного давления, т. е., иначе говоря, для каждого заменителя существует определенная область его применения.

Рекомендуемые области применения заменителей оловянистых бронз и баббитов при ремонте станочного оборудования приведены на фиг. 1. Необходимо отметить, что указанные области применения различных заменителей несколько ограничены. Это объясняется тем, что при построении кривых, ограничивающих возможность применения заменителей, были использованы не лабораторные данные, а производственные, т. е. данные различных заводов, на которых успешно применяются указанные заменители в деталях станков.

Согласно данным лабораторных исследований области применения заменителей можно значительно расширить, но рекомендовать их без тщательной производственной проверки преждевременно. Кроме того, следует учитывать, что на фиг. 1 указаны области применения заменителей оловянистых бронз и баббитов, рекомендуемых при ремонте станочного оборудования. При ремонте другого вида оборудования, на-

пример кузнечно-прессового, области применения можно значительно расширить.

Приведенной на фиг. 1 диаграммой можно пользоваться при выборе и назначении сплавов-заменителей при ремонте станочного оборудования.



Фиг. 1. Условия применения заменителей антифрикционных сплавов.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ЧУГУНЫ

Антифрикционные чугуны применяют в качестве заменителей бронзовых втулок и вкладышей подшипников для средних скоростей скольжения и сравнительно спокойных нагрузок в условиях хорошей смазки и при наличии хорошо обработанных рабочих поверхностей.

Для изготовления втулок и подшипников можно применять антифрикционные чугуны марок Ц-1, Ц-2, ЧМ-1,8 и ЧМ-1,3 следующего химического состава (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав антифрикционных чугунов

Марка чугуна	Химический состав, %								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Al
Ц-1	3,2-3,4	2,2-2,4	0,6-0,9	0,15-0,2	до 0,12	0,2-0,35	0,3-0,4	0,2-0,3	0,1-0,15
Ц-2	3,2-3,4	2,2-2,4	0,6-0,9	0,15-0,2	до 0,12	0,2-0,35	0,3-0,4	—	—
ЧМ-1,8	2,7-3,0	1,6-1,9	0,8-1,1	до 0,3	≤ 0,08	0,2-0,4	≤ 0,5	1,5-2,0	—
ЧМ-1,3	2,7-3,0	0,6-1,0	0,6-0,9	≤ 0,2	≤ 0,06	≤ 0,05	≤ 0,5	1,0-1,5	—

Величина износа и коэффициент трения (при работе со смазкой) при $v=1,27$ м/сек для антифрикционных чугунов марок Ц-1 и Ц-2 и сравнительные данные для бронзы БрОФ 10-1 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Износ и коэффициент трения антифрикционных чугунов

Материалы	p кг/см ²	Износ за 3 ч. 40 м мг	Коэффициент трения (крайние значения для данных нагрузок)	Температура, °C
Антифрикционный чугун Ц-1	5	0,4	0,0066—0,038	32—45
	10	1,6		
	15	2,2		
	20	3,0		
	25	3,8		
Антифрикционный чугун Ц-2	5	3,2	0,0074—0,0141	25—40
	10	5,6		
	15	6,2		
	20	7,2		
	25	7,6		
Бронза БрОФ 10-1	5	8,8	0,0084—0,014	35—37
	10	40,5		
	15	47,6		
	20	83,0		
	25	133,8		

Теплопроводность антифрикционного чугуна равна 0,11—0,14 кал/см²/сек°С (теплопроводность бронз 0,11—0,23 кал/см²/сек°С; баббита 0,06—0,09 кал/см²/сек°С).

Коэффициент линейного расширения антифрикционного чугуна (в пределах до 100°), равный 0,0000111, мало отличается от коэффициента линейного расширения стали, равного 0,00001076.

Характеристикой предела применения литых деталей из антифрикционного чугуна (табл. 3) является произведение pv (p — удельное давление в кг/см², v — скорость скольжения в м/сек):

Таблица 3

p кг/см ²	v м/сек	pv кгм/см ² сек
2,5	5,0	12,5
5,0	3,5	17,5
10,0	2,5	25,0
20,0	1,0	20,0
25,0	0,5	12,5
40,0	0,25	10,0

Для изготовления кузнечно-прессового оборудования применять антифрикционный чугун можно при более высоких показателях pv . Например, в эксцентриковом прессе мощностью 15 т подшипник коренного вала работает при $pv=50,75$ кгм/см² сек ($p=175$ кг/см²; $v=0,29$ м/сек). В эксцентриковом прессе Блисс мощностью 30 т для вкладыша коренного подшипника $pv=54,9$ кгм/см² сек ($p=112$ кг/см²; $v=0,49$ м/сек), а для вкладыша шатуна $pv=130,6$ кгм/см² сек ($p=195$ кг/см²; $v=0,67$ м/сек).

В эксцентриковом прессе завода им. Калинина мощностью 35 т втулка шатуна работает при $pv=207$ кгм/см² сек ($p=230$ кг/см²; $v=0,9$ м/сек).

При $pv=10$ кгм/см² сек можно применять не только термически обработанные, но и сырые валы.

Основным требованием, предъявляемым к подшипникам из антифрикционного чугуна, является тщательная отделка трущихся поверхностей. Обработка втулок по внутреннему диаметру (шабровка, шлифовка) должна быть тщательной, обозначаемой тремя треугольниками. Рекомендуемая точность шабровки — 10—14 микрон на 25×25 мм².

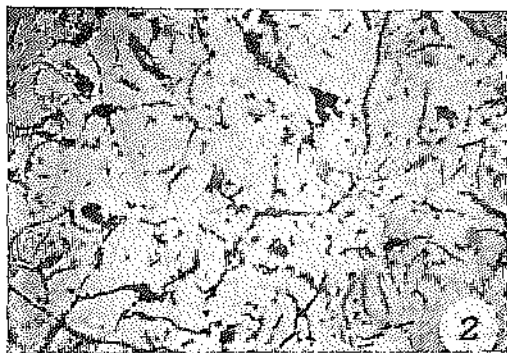
При монтаже подшипников необходимо следить за пра-

вильностью расположения смазочных канавок, обеспечивающих нормальное поступление смазки. Края смазочных канавок и края поверхности подшипника должны быть закруглены. В качестве смазочного материала желательно применять менее вязкое масло. Зазор между подшипником и валом должен быть увеличен (по сравнению с бронзовым подшипником на данном агрегате) на величину от 25 до 50%.

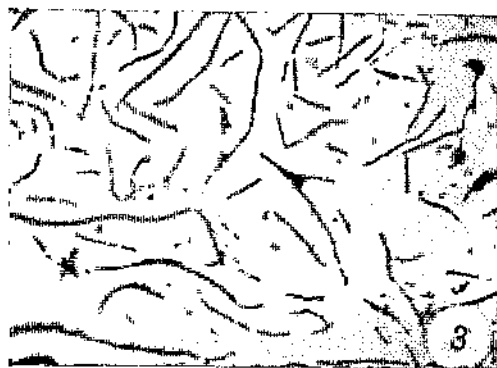
Предварительно сопряженные детали прирабатываются на малых скоростях и при малых нагрузках с обильным применением смазки. Подшипниковые втулки желательно прирабатывать на смазке с примесью графита, или на графитовой пасте. Время приработки зависит от сложности агрегата и сопряженных деталей и колеблется от 6 до 12 час. По окончании срока приработки узлы трения промывают керосином и заправляют свежим смазочным материалом, после чего агрегат сдают в эксплуатацию.

Микроструктура чугунов Ц-1 и Ц-2 должна представлять собой перлит с включениями графита и фосфидной эвтектики. Свободный феррит допускается в количестве не более 15% в поле шлифа.

Включения графита должны быть мелкими (фиг. 2) или средними (фиг. 3), завихренными и равномерно распределен-

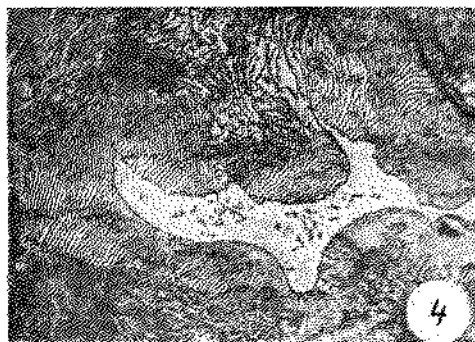


Фиг. 2. Нетравленный шлиф антифрикционного чугуна. Мелкие включения графита. $\times 100$.



Фиг. 3. Нетравленный шлиф антифрикционного чугуна. Включения графита средней величины. $\times 100$.

ными по всему сечению. Фосфидная эвтектика должна быть в виде мелких включений. Присутствие структурно свободного цемента не допускается. Структура антифрикционного чугуна после травления изображена на фиг. 4.



Фиг. 4. Микроструктура антифрикционного чугуна. Перлит, графит и фосфидная эвтектика. $\times 600$.

Твердость по Бринеллю антифрикционного чугуна марок Ц-1 и Ц-2 может колебаться в пределах от 160 до 230 кг/мм^2 . Для вкладышей и втулок при сырых валах твердость по Бринеллю ограничивается пределами от 160 до 190 кг/мм^2 , а при термически обработанных валах (закаленных или цементированных) от 180 до 260 кг/мм^2 .

Рекомендуемая разница в твердости по Бринеллю шейки вала

и вкладыша колеблется от 30 до 50 кг/мм^2 .

Микроструктура антифрикционного чугуна ЧМ-1,8 в литом виде: пластинчатый перлит и небольшое количество двойной фосфидной эвтектики; графит пластинчатый и завихренный, равномерно расположенный. Твердость по Бринеллю чугуна ЧМ-1,8 равна 200—260 кг/мм^2 .

Микроструктура чугуна марки ЧМ-1,3 в литом виде: перлит + ледебурит; после отжига — пластинчатый перлит + коагулированный углерод отжига + отдельные включения двойной фосфидной эвтектики + феррит (не более 10% в поле шлифа). После закалки и отпуска пластинчатый перлит переходит в зернистый перлит. Твердость чугуна ЧМ-1,3 после термической обработки равна 190—240 кг/мм^2 по Бринеллю.

Изготовление чугунов марок Ц-1 и Ц-2

Чугуны марок Ц-1 и Ц-2 можно отливать в любой литейной, в которой имеется вагранка.

Особенности шихтовки. Получение необходимой перлитной структуры без карбидов при ограниченном содержании феррита (5—10%) и повышенном количестве пластинчатого графита значительно облегчается присадкой в шихту елизаветинских природно легированных древесноугольных чугунов. Возможна также работа на смеси халиловского и елизаве-

тинского чугунов или же присадка в шихту только халиловского чугуна.

Присадка меди (чугун Ц-1) улучшает антифрикционные свойства чугуна. Медь лучше всего давать в горячий ковш (наполненный на одну треть металлом) в виде стружки или кусочков толщиной 5—10 мм и длиной до 50 мм, предварительно сильно нагретых. Потери меди при плавке практически равны нулю. Алюминий в виде кусочков дают в жолоб. Алюминий действует, главным образом, как раскислитель. Надо предостеречь против повышенной его присадки, особенно в зимнее время, так как это может привести к газовым раковинам.

Полезна присадка в шихту до 10—15% карботитана, так как титан является активным раскислителем и дегазатором.

Наиболее рациональный состав шихты, применяемый ЦНИИТМАШ, следующий (в процентах):

Елизаветинский чугун	35—40
Литейный чугун	25
Отходы лома нелегированного	30
Сталь	5
Зеркальный чугун	2
Ферросилиций	1

Состав шихты с присадкой халиловского чугуна приведен в табл. 4 (по данным Мытищинского вагоностроительного завода).

Таблица 4

№ по пор.	Состав шихты, %			
	халиловский чугун	гематитовый чугун	кремнистый чугун	зеркальный чугун
1	49,5	49,5	—	1,0
2	48,5	48,5	2,0	1,0
3	50,0	50,0	—	—

Особенности плавки. Получать чугун с повышенным содержанием пластинчатого графита на шерлитовой основе лучше всего ваграночным способом. При плавке в электропечи в чугуне того же химического состава часто получается мелкий, точечный, эвтектический графит и включения феррита. От правильного режима плавки в вагранке зависят по-

стоянство химического состава и возможность получения горячего чугуна. Плавка в вагранке проводится нормально, с выпуском чугуна, перегретого до 1380—1420°. Для получения чугуна с наивысшей температурой (1420°) и постоянного химического состава необходимо соблюдать следующие условия.

1. Применять габаритную металлическую шихту с кусками размером не более $\frac{1}{3}$ диаметра вагранки.

2. Использовать крупный кокс кусками не менее 75 мм и не более 150 мм в поперечнике, с содержанием влаги в коксе не выше 6% и золы 11—12%.

3. Правильно устанавливать высоту холостой колоши.

4. Соблюдать правильное соотношение величины между топливной и металлической колошами.

5. При повышенном давлении и понижении температуры делать пересыпку кокса до восстановления нормального хода вагранки.

6. Иметь жидкотекучий шлак.

7. Правильно набивать подину без углублений и ямок, в которых образуются болотца холодного чугуна.

Особенности формовки. Заливка производится в земляные сырые формы. Формовочная земля должна иметь влажность 4—5%, крепость на сжатие 0,15—0,26 кг/см², газопроницаемость 67—70 см/мин.

Для лучшего удаления газов рекомендуется заливать втулки и болванки сифонным способом снизу (в открытые формы). Стержень (при отливке втулки) крепить сверху специальными державками. Вкладыши заливать обрабатываемой стороной книзу.

Однородную структуру легче получить во втулках, чем в болванках. Тем не менее в массивном литье процессы образования графита и перлита протекают благоприятно, выделения же феррита предотвращаются наличием хрома, никеля и меди.

С экономической стороны выгоднее всего втулочное литье с минимальными припусками.

Микроструктура чугуна зависит от скорости его охлаждения; следовательно, литье всегда должно остывать в течение определенного времени и с одинаковой скоростью. Рекомендуется учитывать близость расположения болванок друг к другу в опоке (толщину слоя земли), время выбивки и т. п.

Изготовление чугунов марок ЧМ-1,8 и ЧМ-1,3

Антифрикционный чугун марки ЧМ-1,8 плавится в вагранке и отливается в сырую землю. Шихта состоит из 60—70% чушкового чугуна и 30—40% стальных обрезков. В ковше чугун марки ЧМ-1,8 модифицируется графитом или силикокальцием из расчета 0,1—0,2%. Модификатор применяют в измельченном виде с зернами размером до 1 мм. Модификатор дают на дно разогретого докрасна ковша. Температура заливки форм 1370—1390°.

Излом чугуна марки ЧМ-1,8 должен быть плотным, мелкозернистым, матовосерым, без признаков отбела.

Антифрикционный серый чугун марки ЧМ-1,8 предназначен для изготовления всевозможных ступок, вкладышей и других деталей, работающих на износ со смазкой при статической нагрузке.

Антифрикционный ковкий чугун марки ЧМ-1,3 плавится в электропечи или дуплекс-процессом: вагранка — электропечь. Допускается также плавка в вагранке. Шихта состоит из 60—65% малофосфористого литейного чугуна и 35—40% стали марки 1010-1040, а также зеркального чугуна или ферромарганца. При температуре 1360—1400° чугун отливается в сырую землю, а при температуре 1340—1380° — в обычные чугунные открытые кокили, т. е. сверху. При отливке в зависимости от диаметра прутков можно применять кокили на несколько прутков с общим литником в верхней части. Отливки вынимают из кокилей при температуре 700—750° и охлаждают на воздухе до комнатной температуры. В дальнейшем по технологическому процессу отливки помещают в печь с температурой не более 600° и в течение 1,5—3,0 часов нагревают в восстановительной атмосфере до температуры 1020—1050°, выдерживая при этой температуре в течение 2—5 часов в зависимости от толщины отливки и содержания в чугуне углерода и кремния. Затем отливки охлаждают в печи до 500° и ниже.

Отжигать отливки можно в соляной ванне из хлористого бария. Отливки должны быть предварительно подогреты до температуры 600—800°. Время выдержки при 1020—1050° составляет 1,5—3,0 часа.

Для деталей, подверженных ударным нагрузкам, рекомендуется после отжига проводить закалку и отпуск. Для закалики отливки помещают в печь с температурой 880—900° и выдерживают в течение 30—60 мин., не считая времени прогрева, после чего их закаливают в соляной ванне при температуре 260—280°. Отпуск проводят в течение 8 час. при температуре 700°, охлаждение — на воздухе или с печью.

Химический состав, микроструктура, твердость и внешнее состояние отливок из антифрикционного чугуна должны удовлетворять указанным выше требованиям.

ЦИНКОВЫЕ СПЛАВЫ

Подшипниковые сплавы на цинковой основе представляют собой тройные сплавы цинка, алюминия и меди (1,5% меди, 10% алюминия, остальное цинк, а также 5% меди, 10% алюминия, остальное цинк; или 10% меди, 5% алюминия, остальное цинк). Структура цинковых сплавов состоит из кристаллов твердых растворов, двойной и тройной эвтектики (фиг. 5 и 6). Гетерогенность структуры обеспечивает цинковым сплавам антифрикционные свойства.

Цинковые сплавы обладают низкой температурой плавления, высокими литейными и антифрикционными свойствами. По значениям коэффициента трения и износа цинковые сплавы являются одним из лучших заменителей дефицитных подшипниковых сплавов. Их механические свойства близки к механическим свойствам оловянистых бронз.

Цинковые сплавы применяются в качестве заменителей оловянистых бронз и баббитов и с успехом работают в узлах трения при сравнительно больших скоростях и высоких удельных давлениях.

Цинковые сплавы должны иметь следующий химический состав в процентах (табл. 5).

Таблица 5

Химический состав цинковых сплавов

Наименование сплава	Медь	Алюминий	Цинк
Цинковый сплав ЦАМ 9-1,5	$1,5 \pm 0,5$	$9 \pm 1,0$	Остальное
Цинковый сплав ЦАМ 10-5	$5 \pm 0,5$	$10 \pm 0,5$	„
Цинковый сплав ЦАМ 5-10	$10 \pm 0,5$	$5 \pm 0,5$	„

Физико-механические свойства сплавов приведены в табл. 6.

В прессованном состоянии цинковые сплавы имеют сопротивление разрыву 30—40 кг/мм², а удлинение не менее 15%.

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

Таблица 6

Физико-механические свойства цинковых сплавов

Наименование сплавов	Температура плавления, °C	Удельный вес	Твердость по Бринеллю, кг/мм², при температуре			Сопротивление разрыву, кг/мм²	Удлинение, %	Коэффициент трения при $v=75$ кг/см², $\mu=0,4$ м/сек	Коэффициент линейного расширения $\alpha=10^{-6}$	Линейная усадка
			20°	75°	125°					
Цинковый сплав ЦАМ 9-1,5 . .	405	6,3	90	—	—	22	1,0	0,008	29,7	1,2
Цинковый сплав ЦАМ 10-5 . . .	395	—	100	78	42	27	1,0	0,008	29,7	1,2
Цинковый сплав ЦАМ 5-10 . . .	504	6,4	117	84	46	28	1,0	0,008	29,7	1,2
Баббит В-83 . . .	370	7,4	28	18	12	8	6	0,009	20,0	0,5
Бронза БрОФ-10-1	1000	8,8	100	100	100	25	3	0,010	19,0	1,0

Изготовление цинковых сплавов

Изготовление цинковых сплавов несложно, и его можно осуществить на любом заводе, где имеется небольшой горн или плавильная печь.

При изготовлении цинковых сплавов применяются следующие материалы.

а) Цинк первичный всех марок включительно по Ц-4 и вторичный цинк марки ЦВ-1, нарубленный в виде кусков, удобных для загрузки.

б) Алюминий первичный всех марок; вторичный применяется при условии содержания в нем не более 1,5% Fe и 3% Si.

в) Медь электролитическая всех марок (ГОСТ 859-41), а также медный лом.

г) Обороты литейной (чистые прибыли, слески цинковых сплавов).

д) Стружка, получаемая после механической обработки слитков и деталей.

е) Обрезки, бракованные и отработавшие детали.

Для удобства работы медь целесообразно вводить в виде лигатуры алюминий-медь (50:50).

Изготавливать лигатуру можно в тех же печах, в которых приготавливают алюминиевые сплавы.

При пользовании лигатурами шихтовку сплава производят по среднему химическому составу.

Обороты разрешается шихтовать без ограничения. Стружку, предварительно переплавленную и проанализированную, допускается вводить до 90%. Если стружка вводится рассыпью, то количество ее по шихте не должно превышать 50%.

При изготовлении лигатуры алюминий-медь в тигель сначала загружают весь алюминий и после расплавления нагревают до 800—850°. Затем постепенно отдельными порциями вводят подогретые куски меди. После растворения каждой порции меди сплав перемешивают. После введения всей рассчитанной по шихте меди и ее растворения, что должно быть проверено тщательным перемешиванием, сплав вынимают из печи, еще раз перемешивают и после снятия шлака разливают по горизонтальным изложницам, подогретым до 100°. После охлаждения слитки лигатуры выбивают из кокилей и берут пробу на химический анализ. Слитки алюминиевомедной лигатуры отмечают черной краской.

Можно также готовить лигатуру алюминий-медь, расплавляя первой медь и вводя в нее отдельными порциями подогретый алюминий.

Для изготовления сплава, содержащего больше меди, чем алюминия, необходимо иметь еще лигатуру цинка с содержанием 20—25% меди.

Для изготовления медноцинковой лигатуры в графитовом тигле расплавляют цинк под слоем древесного угля, нагревают до 750—800° и вводят в него мелкими частями медь. После растворения всей меди сплав перемешивают, снимают с поверхности уголь и шлак и отливают в слитки.

При изготовлении сплава в тигель загружают все рассчитанное по шихте количество алюминиевомедной лигатуры, отходы и половину всего количества цинка.

Засыпав с поверхности древесным углем, металл нагревают в печи до расплавления.

Затем в сплав загружают алюминий, а после его расплавления — остальной цинк, снижая температуру до 450°. После расплавления сплав хорошо перемешивают, снимают уголь и шлак и при температуре 440—470° отливают в изложницы, подогретые до 100°.

При изготовлении сплава, содержащего большее количество меди, чем алюминия, одновременно с алюминиевомедной лигатурой загружают также и требуемое по шихте количество медноцинковой лигатуры. Плавку ведут так же, как и

в случае изготовления других цинковых сплавов. По изложницам разливают при 550—560°.

Стружка добавляется в сплавы перед введением оставшейся части цинка.

При отливке крупных слитков сверху рекомендуется применять стальные разъемные надставки, подогреваемые перед началом литья, или песчаные воронки с отверстием 15—20 мм.

Отливка втулок

Для литья втулок изготовленный цинковый сплав с 9—10% алюминия и 1,5—5% меди расплавляют в тигле под слоем древесного угля, перепревают на 50—80° и после удаления с поверхности шлаков и угля разливают в подогретые до 80—100° металлические изложницы. При изготовлении сплава с 10% меди и 5% алюминия расплав нагревают до 560—580°. Изложницы в соответствии с размерами отливаемой втулки должны иметь диаметр с припуском на обработку 2—3 мм на сторону. Стенки изложницы должны быть толщиной 20—40 мм. Желательно, чтобы сплав возможно быстрее терял тепло и структура его получилась мелкозернистой.

Для того чтобы отлитые втулки можно было свободно вынимать из изложницы, последние должны быть разъемными или изготовленными на конус. В последнем случае внутренние стенки изложницы должны иметь гладкую и чистую поверхность. В том случае, когда во втулке необходимо получить отверстие нужного диаметра (соответственно шейке вала с припуском на обработку 2—3 мм), в изложницу вставляют конусный металлический стержень, который должен иметь гладкую отшлифованную поверхность, так как иначе его будет трудно извлечь из изложницы. Смазывать изложницы не следует. Стержень надо выбивать после того, как сплав застынет, но еще не охладится до температуры окружающей среды, так как в этом случае стержень может оказаться сильно зажатым.

Применять земляные стержни, а также отливать втулки в земляные формы не рекомендуется, так как при таком способе отливки сплав получается недостаточно качественным.

Заливка подшипников

Цинковые сплавы вследствие большой усадки их при застывании отрываются от тела вкладыша, покрытого обычной свинцовистоловянистой полудой. Ввиду этого сцепления сплава с телом вкладыша необходимо добиваться другими способами: механически креплением или посредством оцинковки. При первом способе в теле вкладыша делают про-

дольные и поперечные канавки, сверлят отверстия или прикрепляют сплав к телу вкладыша шурупами (в последнем случае головки шурупов должны быть утоплены в гнездах сплава на 1—2 мм). Канавки должны иметь прямоугольное сечение, без острых углов. Поверхность вкладышей перед заливкой следует очищать от грязи, окислов и жирных пятен. Перед заливкой вкладыши подогревают до 150—200°.

Сцепление цинкового сплава с телом вкладыша посредством оцинковки осуществляют следующим образом. Старые подшипники после выплавления баббита тщательно очищают от грязи и ржавчины стальной щеткой, шабером или путем травления 10—15%-ным раствором серной или соляной кислоты и промывают в горячей воде.

Затем подшипники обезжиривают 10%-ным раствором едкого натра, едкого калия или содовым раствором, промывают горячей водой и просушивают. Когда подшипник просохнет, поверхность, подлежащую оцинковке, при помощи волосной щетки покрывают флюсом — раствором хлористого цинка с добавкой 5—10% хлористого аммония. Если при покрытии поверхности подшипника (вкладыша) остаются несмоченные места, обезжиривание следует повторить.

После покрытия флюсом подшипники подсушивают при температуре 120—150°, снова покрывают флюсом и вновь просушивают при указанной температуре. Подготовленные (просушенные) подшипники опускают в тигель с расплавленным цинком, температура которого должна быть не ниже 450—460°, и выдерживают в течение 2—3 мин. К началу заливки цинковая полуда должна быть жидкой, в противном случае цинковый сплав не пристанет к телу вкладыша. Время от конца оцинковки до начала заливки подшипника должно быть минимальным (не должно превышать 5—10 сек.).

Еще лучше проводить оцинковку не чистым цинком, а цинком с добавкой 7% алюминия и 4% меди (температура плавления такого сплава 378°) или цинком с добавкой 1—2% алюминия. При оцинковке этими сплавами подшипниковый сплав несколько лучше сцепляется с телом вкладыша. Условия плавления и заливки подшипников цинковым сплавом те же, что и при отливке втулок.

При литье втулок и заливке подшипников цинковым сплавом на центробежной машине необходимо соблюдать следующие условия: температура сплава при заливке должна быть 430—450°, температура заготовки 120—150°, линейная скорость (на периферии) 6—8 м/сек, скорость литья 2—2,5 кг/сек.

Цинковые сплавы, отлитые центробежным способом, по сравнению со сплавами, отлитыми в кокиль, имеют более

плотное строение и обладают лучшими механическими свойствами.

К отливкам цинковых сплавов предъявляются следующие требования.

По размерам и весу отливки цинковых сплавов должны соответствовать данным, указанным в принятых к исполнению чертежах.

Поверхность отливок должна быть чистой и гладкой. Засусенцы, наплывы и другие дефекты должны быть тщательно удалены.

На рабочей поверхности отливок не должно быть трещин, утяжики, сепрегации, раковин, пузырей и пористости.

Все изготовленное литье должно быть предварительно принято ОТК цеха, и каждая отливка должна быть замаркирована номером плавки.

Условия приемки

Поступающее литье из цинковых сплавов принимается по внешнему виду, химическому анализу и твердости. Наличие в отливках перечисленных выше дефектов служит основанием для забракования, независимо от результатов других испытаний.

Для проведения химического анализа отбирается одна проба от плавки.

От каждой сдаваемой партии литья одной плавки испытанию на твердость подвергается 10% неответственных отливок и 100% отливок ответственного литья.

В случае неудовлетворительного результата химического анализа или испытаний на твердость проводится повторное испытание удвоенного количества отливок. При вторичном несоответствии химического состава партию бракуют. При нормальном химическом составе, но при вторичном несоответствии твердости испытывают все 100% отливок, включая и неответственные, после чего отливки сортируются для предъявления ОТК.

Твердость определяют на прессе Бринеля шариком диаметром 10 мм при нагрузке в 1000 кг.

Особенности применения

При механической обработке и подгонке цинковых подшипников к шейке вала необходимо учитывать коэффициент линейного расширения сплава при нагревании во время работы. Коэффициент линейного расширения цинкового сплава в пределах температур 20—100° выше, чем у бронз и баббитов.

Следовательно, зазор между втулкой или цинковым подшипником и шейкой вала должен быть больше, чем в случае подшипника из бронзы или из оловянистого баббита. Этот зазор для цинковых подшипников следует брать равным 0,0012—0,0015 диаметра вала.

Прессовая посадка втулок и подшипников также должна быть наименьшей. Рекомендуется делать натяг не более 0,02—0,03 мм и применять механическое крепление.

В отношении скорости, глубины резания и подачи цинковые сплавы при обработке их на металлорежущих станках ведут себя так же, как обычные бронзы. Цинковые сплавы шабрятся значительно лучше и в 1,5—2 раза быстрее, чем бронзы.

Расположение отверстий и канавок для смазки у втулок из цинковых сплавов, а также род смазки могут быть такие же, как и для втулок из бронзы и оловянистых баббитов. Необходимо обеспечивать бесперебойное поступление смазки в подшипник, так как при недостаточном поступлении смазки в цинковые подшипники они быстро нагреваются и вследствие уменьшения зазора при расширении детали может произойти заедание.

Подшипники из цинковых сплавов работают удовлетворительно и с термически обработанными и с сырыми валами.

АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Алюминиевомедный сплав АМ-8 (8% меди, остальное алюминий) и алюминиевомеднокремниевые сплавы алькусин (8% меди, 1,0—1,25% кремния, остальное алюминий) и алькусин Д (7,5—9% меди, 1,5—2,5% кремния, до 1,8% железа, до 0,4% цинка, остальное алюминий) удовлетворяют требованиям, предъявляемым к подшипниковым материалам. Избыточное количество CuAl_2 находится в сплаве в виде равномерно распределенной твердой составляющей, вкрапленной в мягкую основу, представляющую собой твердый раствор меди и кремния в алюминии. Эти сплавы обладают сравнительно небольшой усадкой, удовлетворительной жидкотекучестью и лучшей обрабатываемостью, чем чистый алюминий, а также хорошей теплостойкостью. Преимущество алькусина Д по сравнению с алькусином в том, что алькусин Д изготавливается из недефицитного вторичного алюминия. Сплав АМ-8 надо применять лишь как исключение, вследствие дефицитности алюминия.

При работе трения температура алюминиевых подшипников повышается незначительно.

Данные об алюминиевых сплавах приведены в табл. 7 и 8. Коэффициенты трения указанных сплавов близки и при испытании на машине Амслера в условиях $p=75 \text{ кг/см}^2$, $v=0,4 \text{ м/сек}$ имеют значение 0,010—0,011.

Таблица 7

Химический состав алюминиевых сплавов
(в процентах)

Сплав	Cu	Si	Al	Примеси не более				
				Fe	Mg	Si	Zn	Mn
АМ-8	7—9	—	Остальное	1,0	0,30	1,0	0,30	0,3
Алькусин	7—9	1,0—1,25	„	1,0	0,30	—	0,30	0,3
Алькусин Д	7,5—9,5	1,5—2,5	„	1,8	0,70	—	0,50	0,7

Таблица 8

Механические свойства алюминиевых сплавов

Сплав	Условия отливки	Сопротивление разрыву кг/мм^2	Удлинение %	Твердость по Бринеллю кг/мм^2
АМ-8	В землю	8—12	1—2	60
	В кокиль	10—12	0—1	60—70
Алькусин	В землю	8—12	1—2	60
	В кокиль	10—12	0—1	60—70
Алькусин Д	—	16	0—2	75

Изготовление сплавов

Алюминиевые сплавы можно изготовлять в любой печи (газовые и нефтяные горны, печь Колемана, печи сопротивления и др.).

При изготовлении алюминиевых сплавов применяются следующие материалы.

а) Алюминий первичный всех марок и вторичный марки АМК (ГОСТ 1583-42), нарубленные в виде кусков, удобных для загрузки.

б) Сплав алыксия Д может быть целиком изготовлен из вторичного алюминия марки АМК-2.

в) Медь электролитическая всех марок (ГОСТ 859-41), а также медный лом.

г) Отходы листового дуралюмина.

д) Чупиковый силумин или лигатура алюминий-кремний.

е) Отходы алыксия и сплава АМ-8 (обрезки, бракованные и отработанные детали, переплавленная стружка).

Медь вводится в сплав или в виде медьсодержащих сплавов или в виде алюминиевомедной лигатуры 50:50 (условия ее изготовления см. в разделе «Цинковые сплавы»).

Шихтовку сплава производят по среднему химическому составу. Отходы сплавов (АМ-8, алыксия и алыксия Д) и переплавленную и проанализированную стружку можно вводить до 90%. Если стружка вводится россыпью, то количество ее по шихте не должно превышать 50%.

Все исходные материалы не должны иметь на своей поверхности каких-либо загрязнений (влаги, масла, земли). При изготовлении сплава в тигель загружают все рассчитанное по шихте количество лигатур, отходов и алюминия и нагревают в печи до расплавления. После расплавления сплав хорошо перемешивают, снимают шлак и вводят (если имеется в шихте) стружку в виде россыпи и вновь выдерживают сплав некоторое время в печи. При температуре 700—750° после перемешивания и снятия шлака сплав рафинируют хлористым цинком или хлористым алюминием, добавленным в количестве 0,1—0,15% от веса металла. Можно также рафинировать газообразным хлором. При рафинировании солями хлористый цинк или алюминий закладывают в колокольчик, предварительно подогретый до 150—200°. Во время рафинирования колокольчик опускают на дно и энергично перемешивают сплав. Продолжительность рафинирования 3—5 минут. После этого поверхность ванны тщательно очищают от шлака и при температуре 680—720° сплав отливают в подогретые до 100° ковши или в землю.

Все заготовки из одной плавки клеймят номером данной плавки.

К отливкам из алюминиевых сплавов предъявляют следующие требования.

По размерам и весу отливки алюминиевых сплавов должны соответствовать требованиям принятых к исполнению чертежей.

Поверхность отливок из алюминиевых сплавов должна быть чистой. Заусенцы, наплывы и пр. должны быть удалены.

Отливки не должны иметь трещин, утяжинок, сегрегаций, раковин и пористости.

На поверхностях, не работающих на трение, допускаются незначительные раковины, если они не нарушают прочности изделий.

Все изготовленное литье должно быть принято ОТК цеха.

Условия приемки

Отливки из алюминиевых сплавов принимают по внешнему виду, химическому анализу и твердости. Для определения химического состава отливок от плавки отбирают одну пробу. На твердость испытывают 10% от каждой сдаваемой партии неответственных отливок и 100% отливок ответственного литья.

Твердость определяют на прессе Бринеля при нагрузке 500 кг и диаметре шарика 10 мм.

Таким образом основанием для забраковки отливок служит:

- а) наличие внешних пороков, трещин и пр.,
- б) несоответствие химическому составу после вторичной проверки удвоенного количества проб,
- в) несоответствие требуемой твердости отливок.

Термическая обработка алькусина

Заготовки и детали из алькусина, заклепанные по номеру плавки и зачищенные, сдают на термическую обработку.

Термическая обработка состоит из:

- а) закалки в воде после выдержки при $525 \pm 5^\circ$ в течение 5 час.,
- б) отпуска при температуре $170-180^\circ$ в течение 4—5 час.

Особенности применения алюминиевых сплавов

При изготовлении подшипников из алюминиевых сплавов зазор между шейкой вала и подшипником необходимо делать несколько больше, чем обычно, — 0,0012—0,0014 диаметра вала.

При запрессовке втулок не следует допускать большого натяга, так как при работе вследствие нагрева и расширения детали натяг увеличится.

Рекомендуемый натяг 0,02—0,04 мм.

Сплавы АМ-8 и алькусины легко обрабатываются на металлорежущих станках в тех же условиях, что и латунные бронзы.

Алюминиевые подшипниковые сплавы применяют при удельном давлении до 50 кг/см^2 и скорости до 5 м/сек и при обильной смазке чистым, отфильтрованным маслом.

Валы желательно иметь в термообработанном состоянии.

АЛЮМИННЕВОЖЕЛЕЗНАЯ БРОНЗА БраЖ 9-4

Алюминиевожелезная бронза БраЖ 9-4 является хорошим подшипниковым сплавом, обладающим высокими механическими антифрикционными и антикоррозионными свойствами, а также высокой прочностью при повышенных температурах.



Фиг. 7. Микроструктура алюминиевожелезной бронзы БраЖ 9-4. Видны светлые кристаллы α -фазы, эвтектика $\alpha + \delta$ и мелкие включения железистой составляющей. $\times 400$.

Бронза БрАЖ 9-4 имеет гетерогенную структуру, состоящую из кристаллов твердого раствора α - и β -фаз и мелких кристаллов железистой составляющей. При относительно медленном охлаждении сплава β -фаза распадается на эвтектоид $\alpha + \delta$. Структура алюминийжелезной бронзы показана на фиг. 7.

Бронза БрАЖ 9-4 служит для изготовления червячных колес, работающих в особо тяжелых условиях (при наличии толчков и ударов), а также для втулок и подшипников, работающих при ударных и вибрационных нагрузках.

Химический состав бронзы БрАЖ 9-4 приведен в табл. 9.

Таблица 9
Химический состав бронзы БрАЖ 9-4 (в %)

Al	Fe	Cu	Примеси							
			As	Sb	Sn	P	Si	Pb	Zn	Mn
8,5—10,5	2—4	Остальное	0,05	0,05	0,20	0,10	0,30	0,10	1,0	0,5

Содержание в сплаве никеля допускается до 1,0%.

Сплав БрАЖ 9-4 в зависимости от условий отливки должен обладать механическими свойствами, приведенными в табл. 10.

Таблица 10
Механические свойства сплава БрАЖ 9-4

Условия отливки	Сопротивление разрыву кг/мм^2 не менее	Удлинение ($l=10 d$), % не менее	Твердость по Бринеллю H_B , кг/мм^2 , не менее
В землю	40	10	} 120
В кокиль	50	12	

Наряду с высокими механическими свойствами бронза БрАЖ 9-4 имеет низкий коэффициент трения, что видно из сравнения с коэффициентом трения бронзы БрОФ 10-1 (табл. 11).

Шестерни, втулки и другие детали из алюминиевожелезной бронзы БрАЖ 9-4 изготавливают отливкой центробежным способом или в кокиль (в виде болванок или втулок).

Таблица 11

Коэффициенты трения бронз БрОФ 10-1 и БрАЖ 9-4

Удельное давление кг/см ²	Скорость скольжения м/сек	Коэффициент трения	
		оловянистая бронза БрОФ 10-1	алюминиевая бронза БрАЖ 9-4
10	2,5	0,0235	0,0228
20	2,5	0,0242	0,0264
30	2,5	0,0200	0,0190
40	2,5	0,0152	0,0070

При использовании деталей из бронзы БрАЖ 9-4 в условиях трения при $pv=60-75$ кгм/см² сек и при скоростях 2,5 м/сек и выше требуется применение термически обработанных валов или других сопряженных деталей (твердостью $R_c > 45$) при смазке, обычной для оловянистой бронзы.

Изготовление алюминиевожелезной бронзы

Алюминиевожелезную бронзу БрАЖ 9-4 можно изготавливать в индукционных электропечах типа «Аякс» и др., в дуговых электропечах «Детройт», в нефтяных печах типа Колеман и в горнах (нефтяных, газовых и коксовых), в графитовых тиглях. Допускается также плавка бронз в пламенных печах типа Зеленского, «Мечта», Георгадзе.

Исходными материалами для приготовления сплава являются:

а) медь — электролитическая или огневой рафинировки, нарубленная на куски, удобные для загрузки, а также медный лом;

б) железо в виде обрезков или дробленой стружки, очищенное от масла, эмульсии и пр.;

в) алюминий любой марки, а также вторичный алюминий марок АМК-1 и АМК-2 (при условии, что содержание кремния в готовом сплаве не превышает установленного техническими условиями);

г) обороты производства (чистые литники, выпоры, сплески);

д) стружка, получаемая после механической обработки слитков и деталей.

Допускается также применение медной стружки соответствующего химического состава, предварительно переплавленной в чушки.

Железо и алюминий рекомендуется вводить в сплав в виде лигатуры медь-алюминий-железо с содержанием 20% Fe, 20—40% Al, остальное — медь. При изготовлении лигатуры железо допускается вводить в виде отходов биметалла (медь-железо) известного и постоянного состава.

Изготавливать лигатуру можно в тех же печах, в которых изготавливают алюминиевую бронзу.

При пользовании лигатурой шихтовку сплавов делают по среднему химическому составу, добавляя лишь 0,2—0,3% Al на угар, имея в виду, что получаемое в сплаве содержание железа обычно мало отличается от заданного по шихте.

Если железо вводят в виде стружки, то его надо шихтовать на 0,2—0,3% ниже верхнего предела, особенно при плавке в пламенных печах или печах Детройт.

Алюминий почти полностью вводят в сплав через указанную тройную лигатуру. Остаточную часть алюминия вводят или в чистом виде или посредством медноалюминиевой лигатуры (Cu : Al = 50 : 50). Если тройная лигатура не применяется, то алюминий следует вводить, пользуясь двойной лигатурой медь-алюминий.

Обороты разрешается шихтовать в неограниченном количестве. Стружка должна быть предварительно переплавлена и проанализирована. В этом случае допускается вводить в шихту до 80% стружки.

Если стружку вводят в печь россылью, то содержание ее по шихте не должно превышать 50%.

Приготовление лигатур

При изготовлении лигатуры Cu-Fe-Al в тигель загружают медь и покрывают слоем просушенного древесного угля или битым стеклом (в случае отсутствия угля).

В печах «Аякс» и Детройт или в графитовых тиглях допускается ведение плавки без покровной защиты.

Медь перегревают до 1300° и небольшими порциями вводят половину навески железа, тщательно перемешивая сплав и следя за полнотой растворения каждой предыдущей порции металла. Затем вводят всю навеску алюминия, а после перемешивания — оставшуюся часть железа, также небольшими порциями.

Для удаления конденсированной влаги все металлы перед введением в расплавленную медь необходимо подогреть.

Когда все железо растворится, снимают шлак и лигатуру при температуре 1200° отливают в чугунные горизонтальные изложницы, предварительно подогретые до $120-150^{\circ}$.

Технология приготовления лигатуры медь-алюминий описана в разделе «Цинковые сплавы».

Приготовление сплава

Если в печи до приготовления алюминиевых бронз выплавлялись другие сплавы, содержащие олово, свинец, кремний или цинк, то делают промывную плавку медью.

Сначала в печь (тигель) загружают медь (полностью или только часть ее). В качестве покрытия рекомендуется хорошо просушенный березовый уголь, который засыпают в тигель (печь) после загрузки меди и добавляют в процессе плавки с тем, чтобы зеркало металла не было открыто.

Вместо древесного угля (при его отсутствии) можно применять флюс, состоящий из 90% битого стекла и 10% полевого шпата. При плавке в печах «Аякс» и Детройт или графитовых тиглях покровная защита необязательна.

В расплавленную и перегретую до 1200° медь вводят лигатуру медь-железо-алюминий (или железную стружку), а после ее расплавления — медноалюминиевую лигатуру.

Возвраты и переплавленную стружку можно загрузить одновременно с медью: стружку россыпью вводят в сплав перед добавкой медноалюминиевой лигатуры.

Основное внимание во время плавки должно быть обращено на полноту растворения лигатур и чистых металлов, для чего:

а) лигатуры и чистые металлы вводят порциями в несколько приемов; новую порцию вводят только после растворения предыдущей порции;

б) систематически железными прутками проверяют полноту растворения каждой добавки;

в) вводя в сплав порцию металла или лигатуры, следят за полным погружением ее в жидкий сплав (это указание особенно важно по отношению к стружке, загружаемой россыпью);

г) в печи Детройт расплавление лигатур и чистых металлов ведут при покачивании печи.

После растворения всех составляющих сплав подогревают до $1150-1200^{\circ}$, снимают шлак и начинают розлив при температуре $1100-1130^{\circ}$. Если слитки отливают методом сифонного заполнения, то температуру розлива повышают на $30-50^{\circ}$.

Температуру замеряют хромель-алюмелевой или платино-платинородиевой термпарой непосредственно в ковше перед заливкой.

Литье слитков можно осуществлять двумя способами:

- а) литье сверху,
- б) сифонное заполнение кокиля.

Сифонный метод литья как более дорогой, рекомендуется применять только для крупных слитков диаметром от 70 мм и выше. Этим методом можно получить минимальный припуск на обработку и лучшее качество металла. При наличии специально изготовленных кокилей сифонную заливку можно применять для литья слитков любых размеров.

Заливку сверху делают через сухие песчаные чаши с отверстием, площадь сечения которого составляет $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{12}$ площади сечения слитка.

Для крупных слитков, отливаемых сверху, рекомендуется применять стальные разъемные наставки, подогреваемые докрасна ($\sim 600^\circ$) перед началом литья.

Заливку сверху можно также делать в кокиль со щелевым литником, обеспечивающим более спокойное поступление металла и лучшее качество слитков в сравнении с заливкой сверху в обычный кокиль.

Подготовка и сборка кокилей. Холодные кокили очищают стальной щеткой и подогревают до $\sim 120^\circ$. Рекомендуется покрывать кокили краской следующего состава:

Фарфора молотого	75 г
Окиси цинка	5 .
Жидкого стекла	62 .
Воды	1 л

Кокили красят один раз в смену, наносят краску пульверизатором при температуре кокиля $> 100^\circ$.

Особенное внимание следует обращать на соблюдение температурного режима кокилей. Оптимальная температура нагрева кокилей 120 — 200° .

Так как после отливки нескольких слитков кокили слишком нагреваются, их следует охладить в разобранном виде (кокили можно охлаждать сжатым воздухом).

Разливка сплава. Сплав разливают при помощи графитовых тиглей или ковшей, изготовленных из листового железа и обмазанных изнутри огнеупорной смесью, состоящей из 40% шамотной глины и 60% кварцевого или речного песка.

Футерованный ковш необходимо хорошо просушить при температуре $> 100^\circ$ (желательно в течение нескольких суток)

для полного удаления влаги, а перед розливом прокалить до 600—700°.

Приступив к разливу, металл перемешивают в печи и снимают шлак. После заполнения ковши с поверхности металла снова снимают шлак и начинают розлив, замерив предварительно температуру сплава.

Лить металл надо непрерывной струей, следя за тем, чтобы уровень металла в литниковой чаше был постоянным.

При литье сифоном или в кокили с тепловыми наставками (когда скорость подачи металла не регулируется отверстием в прибыльной чаше), надо следить за тем, чтобы подача металла не была чрезмерно быстрой и не превышала 1 кг/сек.

В случае сифонного литья скорость подачи металла перед окончанием заполнения кокилей постепенно уменьшают.

При сифонном литье металл подают в литниковый стояк примерно до половины уровня литниковой чаши. После этого литниковые чаши осторожно доливают сверху.

Во всех случаях надо тщательно следить за состоянием металла в литниковой чаше или тепловой наставке, своевременно доливая металл для устранения усадочных дефектов.

Когда слиток затвердеет и достигнет температуры 600—650°, кокили разбирают и слитки охлаждают на воздухе.

Ковка слитков. Алюминиевые бронзы при высоких температурах обладают хорошей пластичностью и легко поддаются деформации. Нагрев слитков дляковки можно производить в печи: нефтяной, газовой, электрической, если гарантируется соблюдение интервала нагрева 850 ± 25°.

Продолжительность нагрева перед ковкой 0,5—2 часа в зависимости от размера слитка. Если в процессековки слиток охлаждается ниже 700°, поковку необходимо нагреть вторично.

Готовые слитки или трубные заготовки принимают по результатам внешнего осмотра, проверки химического анализа и механических свойств.

СВИНЦОВИСТАЯ БРОНЗА БрС-30

Свинцовистая бронза БрС-30 представляет собой бинарный сплав меди и свинца (69—73% меди и 27—31% свинца), обладающий хорошими антифрикционными свойствами, высоким пределом усталости и хорошей теплопроводностью. Свинцовистая бронза имеет гетерогенную структуру, состоящую из основной массы меди и включений свинца (фиг. 8). В связи с тем, что свинцовистая бронза обладает невысокой прочностью на сжатие, ее применяют для втулок и подшипников

только в виде биметалла (слой бронзы, залитый на более прочную основу — сталь).

По химическому составу свинцовистая бронза БрС-30 должна соответствовать данным, приведенным в табл. 12.

Таблица 12
Химический состав бронзы БрС-30 (в %)

Cu	Pb	Примеси (не более)								
		As	Sb	Sn	Si	Al	P	Ni	Fe	Zn
69—73	27—31	0,10	0,3	0,1	0,02	0,01	0,10	0,5	0,25	0,1

Свинцовистая бронза БрС-30 должна иметь механические свойства, приведенные в табл. 13.

Таблица 13
Механические свойства бронзы БрС-30

Условия отливки	Сопротивление разрыву кг/мм ² (не менее)	Удлинение ($l=10 d$), % (не менее)	Твердость по Бринеллю (при $p=500$ кг и диаметре шари- ка 10 мм) кг/мм ²
В кокиль	6	4	25

При повышенных температурах (в пределах до 200°) твердость свинцовистой бронзы по Бринеллю падает сравнительно мало.

Свинцовистую бронзу БрС-30 применяют для подшипников и втулок, работающих при больших скоростях ($V \geq 2,5$ м/сек и при $p_v = 75$ кг/см² сек). Сопрягаемый вал должен быть термически обработан до твердости $R_{c} > 45$, а поверхность его должна быть тщательно отделана.

Применение подшипников и втулок из свинцовистой бронзы требует очищенной смазки (желательна принудительная смазка под давлением). Подшипники, залитые свинцовистой бронзой, не принабиваются, а отделяются чистой расточкой типа алмазной.

Подшипники и втулки из свинцовистой бронзы особенно рекомендуются в тех случаях, когда предъявляются повышенные требования к точности изготавливаемых деталей. Следует отметить, что вследствие ликвации свинцовистой бронзы заливать крупные вкладыши трудно.

К подшипникам и втулкам, залитым свинцовистой бронзой, предъявляются следующие требования.

1. Подшипники и втулки должны иметь заданные геометрические размеры в соответствии с указанными допусками.

2. Толщина слоя заливки должна быть равна 4—5 мм. После обработки слой бронзы должен быть равен 0,8—1,0 мм. Минимально допустимый слой бронзы может быть равен 0,50 мм.

3. Поверхность подшипника должна быть гладкой, без раковин, включений флюса, свинцовых пятен и заметной пористости. Дефекты бронзового слоя хорошо выявляются после макротравления (травитель — 8%-ный раствор медного купороса в аммиаке).

4. Микроструктура залитого слоя свинцовистой бронзы должна характеризоваться равномерным распределением свинца, без наличия отдельных крупных включений.

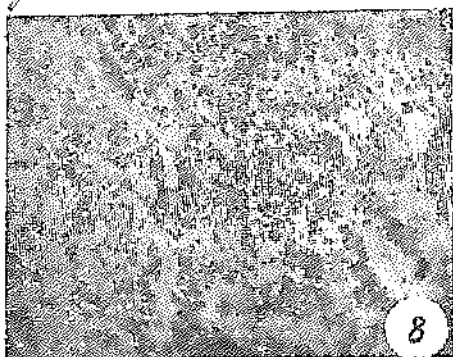
Правила приемки литья из свинцовистой бронзы следующие.

1. Все изготовленное литье должно быть предварительно принято ОТК завода или цеха, и каждая деталь должна быть замаркирована номером плавки.

2. Все предъявляемые отливки подвергать наружному осмотру и химическому анализу (один вкладыш из залитой партии), обмеру и внешнему осмотру.

3. Микроструктуру проверять на двух образцах из партии отливок.

4. В случае каких-либо сомнений, возникших при внешнем осмотре, проверять на микроструктуру удвоенное количество подшипников.



Фиг. 8. Нетравленный шлиф свинцовистой бронзы. Нормальное распределение свинца. $\times 100$.

5. Основанием для бракования служат дефекты бронзового слоя (по наружному виду) и неудовлетворительное распределение свинца, обнаруженное микроскопическим анализом.

Технология изготовления подшипников из свинцовистой бронзы относительно сложна и требует наличия специально оборудованной мастерской. Поэтому лишь в том случае, когда завод располагает уже налаженным технологическим процессом, можно широко применять свинцовистую бронзу для изготовления подшипников при ремонте станков.

КРЕМНИСТОСВИНЦОВИСТАЯ ЛАТУНЬ ЛКС 80-3-3

Кремнистосвинцовистая латунь ЛКС 80-3-3 представляет собой сплав меди, цинка, кремния и свинца (см. табл. 14), обладающий хорошими литейными свойствами, в том числе высокой жидкотекучестью. Резанием сплав обрабатывается так же хорошо, как и оловянистая бронза.

Таблица 14

Химический состав кремнистосвинцовистой латуни ЛКС 80-3-3 (в %)

Cu	Si	Pb	Zn	Примеси не более								Примесей всего не более, %
				As	Sb	Sn	Al	Mn	P	Bi	Fe	
80±1	3,5±0,5	3,5±0,5	Остальное	0,08	0,05	0,05	0,10	0,20	0,10	0,002	0,30	0,75

Кремнистосвинцовистая латунь ЛКС 80-3-3 в зависимости от условий отливки должна иметь следующие механические свойства (табл. 15).

Таблица 15

Механические свойства кремнистосвинцовистой латуни ЛКС 80-3-3

Условия отливки	Сопротивление разрыву кг/мм ²	Удлинение $l=10d$ % не менее	Твердость по Бринеллю H_B кг/мм ² не менее
В землю	25	7	90
В кокиль	30	15	100

Она предназначена для изготовления деталей способом отливки в землю, в кокиль или центробежным способом.

Условия смазки деталей из кремнистосвинцовой латуни те же, что и деталей из оловянистых бронз. Эту латунь можно применять для изготовления подшипников и втулок станков при $pv=25\div30 \text{ кг/см}^2 \text{ сек}$ ($p \leq 30 \text{ кг/см}^2$; $v=1 \text{ м/сек}$).

При $p \leq 10 \text{ кг/см}^2$ детали из кремнистосвинцовой латуни ЛКС 80-3-3 могут работать с термически необработанными валами.

БРОНЗА БрОЦС 6-6-3

Бронза БрОЦС 6-6-3 представляет собой вторичный сплав с невысоким содержанием олова, обладающий хорошими антифрикционными и литейными свойствами и отлично обрабатывающийся резанием.

По химическому составу бронза БрОЦС 6-6-3 должна удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 16.

Таблица 16
Химический состав (в процентах) бронзы БрОЦС 6-6-3

Sn	Zn	Pb	Cu	Sb	Fe	Al	Всего примесей не более %
6 (± 1)	6 (± 1)	3 (± 1)	Остальное	0,5	0,4	0,5	1,30

Бронза БрОЦС 6-6-3 в зависимости от условий отливки должна обладать механическими свойствами, приведенными в табл. 17.

Таблица 17
Механические свойства бронзы БрОЦС 6-6-3

Условия отливки	Сопротивление разрыву кг/мм^2	Удлинение %	Твердость по Бринеллю H_B кг/мм^2
В землю	15	8	60
В кокиль	18	4	60

Рекомендуемая область применения заменителей оловянистых бронз¹

Класс	Наименование узла	Наименование деталей в узлах	Рекомендуемые антифрикционные сплавы
1	Узел шпинделя	Токарные станки Подшипники шпинделя передний и задний	При скорости скольжения до 3 м/сек — алюминивый сплав, свыше 3 м/сек — цинковый сплав и ОЦС 6-6-3
2	Узел шпинделя	Втулки ступенчатого шкива, втулки шестерен	Алюминиевые и цинковые сплавы
2	Коробка скоростей	Втулки подшипников промежуточных валов, втулки шестерен	Алюминиевые и цинковые сплавы
3	Фрикцион	Диски фрикциона	БРАЖ 9-4
3	Трэнзель	Втулки трэнзельных и промежуточных шестерен, втулки валиков, сухари переключения	Крепнистая латунь, антифрикционный чугун Ц-1 и ЦМ 1,8
3	Перебор	Втулки переборных шестерен	То же
3	Контрпривод	Втулки валов контрпривода	То же
4	Коробка подачи	Все втулки валиков и шестерен, концевые втулки ходового винта и ходового валика, сухари переключения	Антифрикционные чугуны
4	Гитара	Втулки шестерен	То же
4	Фартук	Все втулки валиков, шестерен, фрикционов, червячных шестерен, втулки червяков продольной и поперечной подач, маточные гайки, сухари переключения	" "

¹ Предписанные станки в данную таблицу не включены.

Класс	Наименование узла	Наименование деталей в узлах	Рекомендуемые антифрикционные сплавы
4	Вал перебора	Сушари переключения	То же
4	Коробка скоростей	Сушари переключения	" "
4	Супорты	Втулки и гайки винтов поперечного и верхнего супортов	" "
4	Задняя бабка	Гайка винта пиноля	"
4	Люнет неподвижный	Наконечники неподвижного люнета	Антифрикционные чугуны
4	По всему станку	Масленки	"
1	Узел шпинделя	Револьверные станки	Цинковый сплав, свинцовистая бронза
1	Узел шпинделя	Подшипники шпинделя передний и задний	Цинковый сплав, ОЦС 6-6-3
2	Коробка скоростей	Втулки шестерен ступенчатого шкива	Кремнистосвинцовая латунь
3	Фрикцион	Подшипники, втулки валов шестерен, фрикционов	БРАЖ 9-4
3	Трензель	Диски фрикциона	Кремнистосвинцовистая латунь, цинковые сплавы
3	Коробка подач и фартук станков, дегающих шмеше 1500 об/мин.	Втулки валиков, шестерен, втулки паразитных шестерен	Кремнистая латунь БРАЖ 9-4
4	Гитара	Втулки валиков, шестерен, фрикционов, колеса червячные	
4	Коробка подач	Втулка шестерен	
4	Фартук	Все втулки валиков, шестерен, сушари переключения	Антифрикционные чугуны
		Все втулки валиков, шестерен, червяков, червячные колеса, концевые втулки ходового валика, валика ускоренного хода	

Класс	Наименование узла	Наименование деталей в узлах	Рекомендуемые антифрикционные сплавы
4 4	Каретка Резольверная головка	Втулки валиков подачи каретки Втулки валиков шестерен цепи кру- товой подачи, червячные колеса, втулки рукояток управления	Антифрикционные чугуны
4	Супорт	Втулки и гайки винтов отрезного супорта	
1	Узел шпинделя	Фрезерные станки	Бронза БрОЦС 6-6-3, цинковый сплав, алюминиевый сплав Кремнистосвинцовистая латунь, алю- миниевый сплав, цинковый сплав Кремнистая латунь
2	Коробка скоростей бы- строходных станков (> 500 об/мин.)	Подшипники шпинделя передний и задний Втулки валиков, шестерен и фрик- ционных	
3	Коробка скоростей тихо- ходных станков (до 500 об/мин.)	Втулки валиков, шестерен и фрик- ционных	
3 4	Фрикцион Передача на коробку подач	Диски фрикциона Все втулки валиков и шестерен, втул- ки валиков передачи движения стола и реверса	
4	Стол	Втулки и гайки винта продольной и поперечной подачи, втулки и наружная гайка телескопического винта	БрАЖ 9-4 Антифрикционные чугуны
4	Коробка скоростей	Сушари переключения	
4 4	Консоль	Втулки	
4	Детальная головка	Втулки сменных шестерен гитары настройщи	

Класс	Наименование узла	Наименование деталей в узлах	Рекомендуемые антифрикционные сплавы
		Приспособления Втулки валиков, шестерен и шпиндели головок Втулка шпинделя Червячная шестерня Шлифовальные станки Подшипники шпинделя передний и задний Втулка вала передачи на шпиндель Подшипники шпинделя передний и задний Подшипники шпинделя передний и задний Все втулки валиков и шестерен Втулки валиков, шестерен и шестерен реверса Червячные колеса Гайка винта подачи (с мелкой резьбой) Втулки валов контрпривода Сухари переключения малых габаритов Все втулки рычагов управления и втулки валиков движения стола	Цинковый сплав Цинковый сплав БРАЖ 9-4 Вторичная бронза БРОЦС 6-6-3, свинцовистая бронза, цинковый сплав То же Цинковый сплав, алюминиевый сплав Цинковый сплав, бронза БРОЦС 6-6-3 Алюминиевый или цинковый сплав Кремнистоцинковистая латунь, антифрикционные чугуны БРАЖ 9-4 Кремнистоцинковистая латунь Кремнистоцинковистая латунь БРАЖ 9-4 Антифрикционные чугуны
1	Вертикальная головка		
2	Делительная головка		
3	Делительная головка		
1	Шпиндель шлифовального круга		
1	Бабка шпинделя шлифовального круга		
1	Шпиндель поводковой планшайбы (бабка изделия)		
1	Узел шпинделя круглого стола		
2	Коробка скоростей бабки изделия		
3	Коробка скоростей передачи стола		
3	Подача фортуны		
3	Контрпривод		
3	По всему станку		
4	Коробка управления		

Класс	Наименование узла	Наименование деталей в узлах	Рекомендуемые антифрикционные сплавы
4	Бабка шлифовального круга	Втулки и гайки винта	Антифрикционные чугуны
4	Стол	Втулки и гайки винта поперечной подачи стола	
4	Гидравлическая система	Сальниковые втулки, золотники, втулки клапанов, краники и другая арматура	
	По всему станку	Сухари переключения втулки рукоятки управления	Свинцовистая бронза, цинковый сплав БрАЖ 9-4 БрАЖ 9-4 Антифрикционный чугун Ц-1 Антифрикционный чугун Ц-1
1	Узел шпинделя	Автоматы	
2	Подача материала	Подшипник шпинделя	
3	Коробка скоростей	Сухари вилки переключения Сухари переключения Втулки валиков коробки скоростей, втулки валов гитары настройки	Антифрикционные чугуны Кремнистосвинцовистая латунь
4	Распределительные валы	Втулки переднего и заднего (вспомогательного) валов, втулки механизма передачи главного вала, втулки рычага управления	
4	Главный вал	Втулки главного вала. Втулки фрикциона	
4	Насос охлаждения	Втулки валиков насоса	Цинковый сплав, алюминиевый сплав Цинковый сплав, алюминиевый сплав Кремнистосвинцовистая латунь, чугун Ц-1
		Сверлильные станки	
		Все втулки шпинделя	
2	Узел шпинделя	Втулки валиков шестерен	
2	Коробка скоростей	Втулки валиков шкивов контрпривода	
3	Привод		

Класс	Наименование узла	Наименование деталей в узлах	Рекомендуемые антифрикционные сплавы
4	Коробка подач	Все втулки валиков шестерен, червячные шестерни, сухари переключения	Антифрикционные чугуны
4	Стол	Втулки и гайки ванта подъемного стола	Антифрикционные чугуны
4	Управление	Все втулки рукояток управления	
		Строгальные станки	
2	Кулиса	Камень кулисы	Цинковый сплав, бронза БрОЦС 6-6-3
3	Коробка скоростей	Втулки валиков, Червячные шестерни, сухари переключения	Цинковый сплав, БрАЖ 9-4 и БрОЦС 6-6-3
4	Механизм кулисы	Втулка камня кулисы, втулки вала кулисной шестерни, втулки валов передачи на кулисную шестерню	
4	Механизм подач	Втулки валиков механизма подачи, втулки и гайки винтов поперечной и вертикальной подачи	Антифрикционные чугуны
4	Супорт	Гайка ванта супорта	
3	Супорт с механической подачей	Гайка ванта с конической шестерней	Бронза БрОЦС 6-6-3, кремнистосвинцовистая латунь
1	Супорт фрезы	Зубофрезерные станки	
1	Супорт фрезы	Втулки валиков шестерен передачи на супорт	Цинковый сплав, алюминийный сплав
2	Привод до коробки скоростей	Подшипники шпинделя фрезы	Цинковый сплав, алюминийный сплав
2	Коробка скоростей настройке	Втулка валиков и шестерен	Цинковый сплав, алюминийный сплав

Класс	Наименование узла	Наименование деталей в узлах	Рекомендуемые антифрикционные сплавы
3	Коробка скоростей	Упорные кольца	БрАЖ 9-4
4	Узел подъема супорта	Червячные колеса	Антифрикционный чугун Ц-1
4	Узел стола	Гайка винта подъема Червячное колесо делительной пары, гайка подачи стола, червячные колеса поддачи стола на ходовом валике, втулки винта подачи стола	
4	Коробка подач	Втулки шестерен гитар, втулки валов	Антифрикционные чугуны
4	Консоль	Гайки и втулки подтема консоли	
1	Узел шпинделя	Зубодолбежные станки	Бронза БрОЦС 6-6-3, цинковый сплав, алюминиевый сплав БрАЖ 9-4
2	Супорт	Втулка (подшипник)	
3	Коробка подачи и деления	Червячное колесо, зубчатый сектор, втулки гильзы коромысла	Антифрикционный чугун Ц-1 БрАЖ 9-4
4	Стол	Втулки валов Червячные колеса Втулки и планки механизма качения, втулки механизма движения, червячная шестерня	
	Узел эксцентрикового вала	Прессы	Антифрикционные чугуны
	Узел шатуна	Втулки эксцентрикового вала	
	Узел муфты	Втулки шатуна Втулки маховика	

Оловянистая бронза БрОЦС 6-6-3 предназначается для изготовления подшипников и втулок, требующих большой износоустойчивости и работающих в условиях больших скоростей скольжения и удельных давлений. При средних нагрузках детали из этой бронзы могут работать в сопряжении с термически необработанными валами.

ВЫБОР АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

При выборе антифрикционного материала для трущихся сопряжений различных станков следует руководствоваться приводимыми данными, характеризующими степень ответственности отдельных деталей в зависимости от условий их работы. Перечень всех деталей с указанием предлагаемых заменителей высокооловянистых бронз и баббитов для каждого отдельного типа станка был бы слишком громоздким, и составление такого перечня нерационально, так как во многих станках имеются однотипные детали, мало отличающиеся по условиям эксплуатации. Поэтому в табл. 18 станки разбиты на однотипные группы, в каждой из которых детали распределены по четырем классам в зависимости от характера работы (удельных давлений и скоростей) и степени ответственности узла. При этом 1-й класс соответствует наиболее тяжелым условиям работы, а 4-й класс — наиболее легким.

Для каждого узла указан один или два заменителя, практически проверенные в эксплуатации, которые рекомендуется применять в качестве антифрикционного материала, удовлетворяющего условиям эксплуатации деталей данного узла.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ПРИМЕНЕНИЕ СТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ СТАНКОВ

Высокое качество ремонта станков в значительной степени зависит от правильного подбора стали для вновь изготавливаемых деталей и способа их термической обработки.

Высокая точность и долговечность вновь изготавливаемых деталей можно обеспечить применением сталей, не содержащих дефицитных элементов (никеля, молибдена и др.), а именно — углеродистых и хромистых сталей.

Для ремонта и изготовления новых станков можно использовать марки сталей, химический состав которых приведен в табл. 19.

Таблица 19

Химический состав сталей, рекомендуемых для ремонта станков
(в %)

Марка сталей	Углерод	Марганец	Кремний	Сера	Фосфор	Хром
				не более		
15	0,10—0,20	0,35—0,65	≤0,35	0,045	0,045	<0,20
20	0,15—0,25	0,35—0,65	0,17—0,37	0,045	0,045	—
35	0,36—0,40	0,50—0,80	0,17—0,37	0,045	0,045	<0,20
40	0,35—0,45	0,50—0,80	0,17—0,37	0,045	0,045	—
45	0,40—0,50	0,50—0,80	0,17—0,37	0,045	0,045	<0,20
50	0,45—0,55	0,50—0,80	0,17—0,37	0,045	0,045	—
20X	0,15—0,25	0,30—0,60	0,17—0,37	0,040	0,040	0,70—1,60
20X3	0,18—0,25	0,3—0,6	0,15—0,35	0,040	0,040	2,6—3,2
35X	0,30—0,40	0,50—0,80	0,17—0,37	0,040	0,040	0,8—1,1
40X	0,35—0,45	0,5—0,8	0,17—0,37	0,040	0,040	0,8—1,1
45X	0,40—0,50	0,5—0,8	0,17—0,37	0,040	0,040	0,8—1,1
38XA	0,34—0,42	0,5—0,8	0,17—0,37	0,03	0,035	0,8—1,1
ЭХТ	—	—	—	—	—	—
60Г	0,55—0,65	0,7—1,1	0,17—0,37	0,045	0,040	—
65Г	0,6—0,7	0,9—1,2	0,17—0,37	0,045	0,040	—
ЭХС	0,85—0,95	0,3—0,6	1,20—1,60	0,030	0,030	0,95—1,25
У10	0,95—1,09	0,15—0,25	0,35	0,030	0,030	—
ШХ15	0,95—1,10	0,2—0,4	0,15—0,35	0,020	0,027	1,3—1,65

В зависимости от условий работы деталей и предъявляемых к ним требований можно заменить какую-либо из указанных выше марок сталей.

В табл. 20 приведены механические свойства и рекомендуемые режимы термической обработки указанных сталей.

При ремонте станков некоторые детали изготавливают из поковок, подвергающихся в дальнейшем механической обработке. Поковки, как правило, следует предварительно термически обрабатывать для улучшения их структуры, понижения твердости и улучшения обрабатываемости. На последнее следует обращать особенное внимание при изготовлении шестерен и других деталей, к которым предъявляется требование чистой поверхности. Хорошая обрабатываемость стали способствует также повышению стойкости инструмента.

Рекомендуемые режимы горячей механической и предварительной термической обработки приведены в табл. 21.

До настоящего времени при ремонте станков очень мало внимания обращали на необходимость термической обработки

Таблица 20

Марка стали	Характеристика стали	Термическая обработка	Механические свойства	Твердость по поверхности $R_{0,2}$	Примечание
Авг.12	Мягкая сталь с высоким содержанием серы и фосфора Легко обрабатывается резанием	а) Цинкование 830—840° б) Закалка в воде в) Отпуск 180—200°	—	—	Рекомендуется для изготовления нормалей
15	Углеродистая цементуемая сталь После термической обработки обладает высокой поверхностной твердостью и имеет вязкую сердцевину	а) Цементация 900—920°, охлаждение в масле б) Закалка 800—820° в воде в) Отпуск 180—200°	$\sigma_b = 51-55 \text{ кг/мм}^2$ $\delta = 20-22\%$ $\psi = 45-50\%$	56—62	
20	То же	То же	$\sigma_b = 55-68 \text{ кг/мм}^2$ $\delta > 20\%$ $\psi > 40\%$	56—62	
35	Среднеуглеродистая сталь, отличающаяся хорошей обрабатываемостью. Может применяться в термически обработанном состоянии и без термической обработки	а) Закалка 840—850° в масле б) Отпуск 300° Без термической обработки	$\sigma_b = 75-85 \text{ кг/мм}^2$ $\delta = 18-22\%$ $\psi = 35-40\%$ $\sigma_b = 50-60 \text{ кг/мм}^2$ $\delta > 18\%$ $\psi = 45\%$	—	
40	То же	а) Закалка 840—850° в масле б) Отпуск 180—200°	$\sigma_b \geq 100 \text{ кг/мм}^2$	—	

Марка стали	Характеристика стали	Термическая обработка	Механические свойства	Твердость с поправкой на R_{σ}	Примечание
40	То же	а) Закалка 840—850° в воде б) Отпуск 500° Без термической обработки	$\sigma_b \geq 75 \text{ кг/мм}^2$ $\psi \geq 45\%$ $\sigma_b \geq 55 \text{ кг/мм}^2$	—	
45	Среднеуглеродистая сталь, обладающая хорошей обрабатываемостью и достаточно высокой прочностью и вязкостью после термической обработки	а) Закалка 820—840° в воде б) Отпуск 550—650° а) Закалка 820—840° в воде б) Отпуск 400° Без термической обработки	$\sigma_b = 75-80 \text{ кг/мм}^2$ $\delta = 20\%$ $\psi = 50\%$ $\sigma_b = 105-130 \text{ кг/мм}^2$ $\delta = 5-7\%$ $\psi = 30\%$ $\sigma_b \geq 60 \text{ кг/мм}^2$	—	
50	Среднеуглеродистая сталь, обладающая хорошей обрабатываемостью. После термической обработки можно получить высокую прочность при достаточно хорошей пластичности	а) Закалка 820—830° в воде б) Отпуск 550—600° а) Закалка 820—830° б) Отпуск 300—350°	$\sigma_b = 80-90 \text{ кг/мм}^2$ $\delta = 16-20\%$ $\psi = 50\%$ $\sigma_b = 130-150 \text{ кг/мм}^2$	—	
20X	Хромистая сталь с низким содержанием углерода. После термической обработки обладает твердой и износостойкой поверхностью, при достаточно прочной и вязкой сердцевине	а) Цементация 900—920° Охлаждение в масле б) Закалка 800—820° в масле в) Отпуск 180—200°	$\sigma_b = 95 \text{ кг/мм}^2$ $\delta = 15\%$ $\psi = 50\%$	56—62	

Марка стали	Характеристика стали	Термическая обработка	Механические свойства	Твердость с поверхности $R_{0.2}$	Примечание
20ХЗ	Цементируемая сталь, обладающая более износостойковой поверхностью, чем сталь 20Х	а) Цементация 880—900° Охлаждение в ящике б) Закалка 830—840° в) Отпуск 180—200°	$\sigma_b = 115-130 \text{ кг/мм}^2$ $\delta = 8\%$ $\psi = 50\%$	55-62	
85Х	Хромистая сталь со средним содержанием углерода. После термической обработки обладает достаточно высокой твердостью и износостойкостью	а) Закалка 840—860° в масле б) Отпуск 500—550°	$\sigma_b = 85 \text{ кг/мм}^2$ $\delta = 18\%$ $\psi = 60\%$	—	
38ХА	То же	а) Закалка 840—860° в масле б) Отпуск 375—400°	$\sigma_b = 110 \text{ кг/мм}^2$ $\delta = 10-12\%$ $\psi = 45\%$	—	
ЭХТ	То же	а) Закалка 840—860° в масле б) Отпуск 200°	$\sigma_b = 155 \text{ кг/мм}^2$ $\delta = 8\%$ $\psi = 25-28\%$	—	
ЭХТ	То же	а) Закалка 810—830° б) Отпуск 200—220°	$\sigma_b = 155-165 \text{ кг/мм}^2$ $\delta = 8\%$ $\psi = 25\%$	—	
60Г	Конструкционная марганцовистая сталь с повышенным содержанием углерода. После термической обработки обладает хорошей прочностью и износостойкостью	а) Закалка 810—830° б) Отпуск 180—200° в) Закалка 810—830° г) Отпуск 300—350°	$\sigma_b = 195 \text{ кг/мм}^2$ $\sigma_b = 135-155 \text{ кг/мм}^2$	—	

Марка стали	Характеристика стали	Термическая обработка	Механические свойства	Твердость с поверхностности R_{C2}	Примечание
65Г	То же	а) Закалка 770—790° в масле б) Отпуск 180—200° а) Закалка 770—790° в масле б) Отпуск 380—420°	$\sigma_b = 135-155 \text{ кг/мм}^2$	58—62 40—45	
9ХС	Кремнистохромистая сталь с высоким содержанием углерода. После термической обработки обладает высокой прочностью и износостойчивостью	а) Закалка 830—860° в масле б) Отпуск 200—220°	—	60—63	
У10	Высокоуглеродистая инструментальная сталь. После термической обработки обладает высокой твердостью и достаточной износостойчивостью	а) Закалка 770—790° в воде б) Отпуск 180—200°	—	58—62	
ШХ12	Хромистая сталь с высоким содержанием углерода. После термической обработки обладает высокой твердостью и износостойчивостью	а) Закалка 830—850° в масле б) Отпуск 200°	—	59—63	
ШХ15	То же	а) Закалка 820—840° в масле б) Отпуск 200—220°	—	59—63	

Рекомендуемые режимыковки и предварительной термической обработки

Марка стали	Ковка		Предварительная термическая обработка °C	Твердость по Бринеллю кг/мм ²
	начало, °C	конец, °C		
15	1200	950	Нормализация 900—920	135—149
20	1200	950	" 900—920	—
35	1200	900	" 880—900	160—187
40	1150	900	" 880—900	170—196
45	1150	900	" 850—880	170—207
50	1150	900	Отжиг 840—860	170—207
20X	1150	900	Нормализация 900—930	143—179
20X3	1150	850	" 880—900	—
35X	1150	850	Отжиг " 880—990	—
40X	1150	850	" 880—900	179—217
45X	1150	900	" 850—880	179—228
38XA	1150	850	" 880—900	179—217
ЭХГ	1150	850	" 880—800	179—217
60Г	1100	900	" 880—820	196—228
65Г	1100	900	" 880—820	207—228
9ХС	1000	850	" 780—800	207—228
У10	1000	800	" 680—720	187—207
ШХ12	1000	850	" 780—800	196—217
ШХ15	1000	850	" 780—800	196—217

вновь изготавливаемых деталей, между тем от этого зависит срок службы отдельных деталей.

Применение термически необработанных деталей приводит к частым ремонтам станка, расходу лишнего металла и большим простоям.

В табл. 22 указаны режимы термической обработки основных деталей станков с учетом условий их работы.

Для нормалей, изготавливаемых из стали марок 15, авт. 12 и 35, можно применять жидкостную цементацию в соляных ваннах, содержащих 8—10% карборунда (SiC). Этот процесс позволяет получить детали с высокой износостойкостью поверхности. Ванна состоит из дешевых, недефицитных и неядовитых веществ.

Процесс жидкостной цементации можно также с успехом применить для ответственных шестерен, изготавливаемых из

Режимы термической обработки основных деталей станков

Характеристика условий работы	Марка сталей	Вид термической ¹ обработки	Твердость
1. Шестерни			
Шестерни, работающие при высоких окружных скоростях порядка 4 м/сек и выше, высоких изгибающих нагрузках, средних удельных давлениях и при наличии ударных нагрузок: шестерни коробок скоростей, токарных, револьверных, многорезцовых и других станков, а также других узлов станков	20Х 20	а) Цементация при температуре 900—920°; охлаждение в масле. б) Закалка в масле с 800—820° в) Отпуск при температуре 180—200°	$R_{\sigma}=56-62$
Шестерни, работающие при средних окружных скоростях порядка 2—4 м/сек и средних давлениях и при невысоких ударных нагрузках: отдельные шестерни коробки подачи быстросходных станков, коробки скоростей, подач шлифовальных станков, шестерни коробки скоростей и др.	40Х ЭХТ 38ХА 35Х	Закалка с 840—860° в масле Отпуск 180—200°	$R_{\sigma}=45-53$
Шестерни, работающие при малых окружных скоростях порядка до 2 м/сек и при бредных удельных давлениях: шестерни коробки передач, перебора контрпривода, треззеля, токарных и других станков, шестерни насоса, малонагруженные очень точные шестерни и др.	40Х ЭХТ 38ХА 35Х 45Х	Улучшение: закалка с 840—860° в масле, отпуск 600—650°	$H_{\sigma}=230-260$ $H_{\beta}=179-207$

¹ Температура отпуска указана ориентировочно

Продолжение			
Характеристика условий работы	Марка сталей	Вид термической обработки	Твердость
Неответственные шестерни, работающие при низких окружных скоростях (до 0,3 м/сек) и низких удельных давлениях: сменные шестерни, шестерни гитары и др. Шестерни, работающие при малых окружных скоростях (порядка до 1 м/сек) и средних удельных давлениях; шестерни кулисы, коробки подач, фартука и др.	45 40 50	Нормализация при 850—900° Охлаждение на воздухе	$H_B=228-250$
	45 40 50	Улучшение: закалка с 820—840° в воде, отпуск при 550—600°	
	45 40 50 40X 38XA ЭХТ 35X 45X	Закалка с 820—840° в воде Отпуск при 550—600° Улучшение: закалка с 820—840° в масле, отпуск при 600—650°	$H_B=230-250$ $H_B=230-260$

2. Шпиндели

Малонагруженные шпиндели, работающие в подшипниках качения

Среднеагруженные шпиндели, работающие в подшипниках качения, к которым предъявляются требования повышенной прочности

Примечание. При наличии на заводах оборудования для цианирования и применения этого процесса следует подвергать цианированию шестерни из стали 40X в тех случаях, когда они работают в условиях высоких окружных скоростей (порядка 3—5 м/сек) и малых удельных нагрузках. Цианирование вести при температуре 815—830° в течение 30—40 мин. и после закалки в масле отпускать при 180—200°.

Характеристика условий работы	Марка сталей	Вид термической обработки	Твердость
Шпиндели, работающие в подшипниках качения, к которым предъявляются требования повышенной твердости и достаточного высокого сопротивления усталости: шпиндели токарных станков, автоматов, агрегатных станков и др. Работающие в подшипниках качения шпиндели, к которым предъявляются требования высокой твердости при соударительных поверхностях конусов и др.: конусы шпинделей сверлильных и фрезерных станков, а также шпиндели шлифовальных станков Сильно нагруженные, работающие в подшипниках качения шпиндели, к которым предъявляются требования местной высокой твердости: шпиндели револьверных станков, автоматов и полуавтоматов и др.	40X ЭХТ 38XA 35X 45X 40X ЭХТ 38XA 45X 35X 20X 20X3	Закалка с 820—840° в масле Отпуск при 400—450° Закалка с 820—840° в масле Отпуск 180—200° Допустима местная закалка для шпинделей сверлильных, фрезерных станков Цементация при 900—920°, охлаждение в ящике Закалка с 800—820° в масле Отпуск при 180—200°	$H_B=320$ $R_C=45-50$ $R_C=56-62$
Шпиндели, работающие в легких и средних условиях (подшипники скольжения) при v порядка 15 км/см² сек, шпиндели токарных, сверлильных, зубофрезерных и других станков Шпиндели, работающие в средних условиях при v порядка 15 км/см² сек и выше, с подшипниками скольжения: шпиндели полуавтоматов, фрезерных, многорезцовых и других станков	45 40 50 40X ЭХТ 38X 35X 45X	Местная закалка 820—840° в воде Отпуск 200—220° Местный или полный нагрев Закалка с 820—840° в масле Отпуск 180—200°	$R_C=40-45$ $R_C=45-50$

Характеристика условий работы	Марка сталей	Вид термической обработки	Продолжение Твердость
Шпиндели, работающие в тяжелых условиях, при больших скоростях, при ρ_{Σ} порядка $40 \text{ км/см}^2 \text{ сек}$, как то: шпиндели шлифовальных станков, автоматов и др., а также шпиндели прецизионных станков	20X 20X3	Цементация 900—920° Охлаждение в ящике Закалка с 800—820° в масле Отпуск при 180—200°	$R_{\sigma}=56-62$

Примечания. 1. Шпиндели шлифовальных станков, работающие при очень больших скоростях, а также шпиндели прецизионных токарных и других станков можно изготовлять из хромоалюминиевой стали 35XЮА или хромоалюминиевоалюминиевой стали марки 35XМЮА с последующей термической обработкой по следующему режиму:

закалка с 900—950° в масле,
отпуск при 600—650°,
азотирование при 500—520°.

2. Шпиндели прецизионных станков, к которым предъявляются требования очень высокой точности, должны подвергаться старению при температуре 150° в течение 15—18 час.

3. Вали

Валики, работающие в подшипниках качения, в условиях небольших нагрузок: валики, коробки подач, фартука, механизма управления и др.

Валики, которые работают в подшипниках качения и к которым предъявляются требования повышенной прочности: валики трензеля, гитары, коробки подач и др.

45 40 50	Улучшение: / закалка с 820—840° в воде, отпуск при 550—600°	$H_B=228-250$
35X 40X 38XA ЭХТ 45X	Улучшение: закалка с 820—840° в масле, отпуск при 600—650°	$H_B=230-260$

Характеристика-условий работы	Марка сталей	Вид термической обработки	Твердость
Валики, работающие в подшипниках скольжения при окружных скоростях до 2 м/сек: валики коробки скоростей, коробки подач и др.	45, 50 Можно применять для валиков с малым отношением длины к диаметру 40X 38XA ХТ 45X 35X 20X 20X3	Закалка с 820—840° в воде Отпуск при 200—220°	$R_C=40-45$
Валики, работающие в подшипниках скольжения при окружных скоростях до 3 м/сек: валики коробки скоростей, коробки подач, конгпривода и др.	45X 38XA ХТ 45X 35X 20X 20X3	Закалка с 820—840° в масле Отпуск при 180—200° Термообработка может быть полной или местная	$R_C=45-50$
Валики, работающие при больших окружных скоростях порядка 3 м/сек и выше и при повышенных изгибающих нагрузках: валики коробок скоростей токарных, шлифовальных, сверлильных, прецизионных и других станков Неответственные малонагруженные шлицевые валики	45 40 50 35X 40X ЭХТ 38XA 45X 35X 40X ЭХТ 38XA 45X	Цементация при 900—920° Охлаждение в ящике Закалка 800—820° в масле Отпуск 180—200° Улучшение: закалка с 820—840° в воде, отпуск при 550—600°	$R_C=56-62$
Средненагруженные многошпоночные валики, к которым предъявляются требования повышенной прочности	45 40 50 35X 40X ЭХТ 38XA 45X 35X 40X ЭХТ 38XA 45X	Улучшение: закалка с 820—840° в масле, отпуск при 600—650°	$H_B=230-250$ $H_B=230-260$
Сильнонагруженные шлицевые валы и валики, к которым предъявляются требования достаточно высокой прочност и износостойкости	45 40 50 35X 40X ЭХТ 38XA 45X	Закалка 820—840° в масле Отпуск при 400—450°	$R_C=35-42$

Продолжение			
Характеристика условий работы	Марка сталей	Вид термической обработки	Твердость
Ходовые валики	35 40 45		
Ходовые винты нормальной прочности	45—50 или автоматная типа X1335		

Примечания. 1. В стали для ходовых винтов должны быть сняты остаточные напряжения путем отжига, нормализации с высоким отпускком или только высокому отпуску. Отжиг проводить при температуре 880—900° с медленным охлаждением в печи. Нормализацию проводить при температуре 900—920° с охлаждением на воздухе в трубах и с последующим высоким отпускком при 550—600° с длительной выдержкой при этой температуре (4—6 час.) и очень медленным охлаждением в печи. Сталь 45 можно применять в виде поковок; это дает лучшие результаты в отношении деформации.

2. Для прецизионных станков ходовые винты должны быть изготовлены из отожженной инструментальной углеродистой стали марки У10 или У12, имеющей структуру зернистого перлита. Такая структура дает хорошую обрабатываемость и меньше деформации при механической обработке.

4. Втулки

Средненагруженные втулки, работающие при больших скоростях, к которым предъявляются требования повышенной прочности и высокой износостойкости. Сильнонагруженные втулки, к которым предъявляются требования высокой прочности и достаточной износостойкости.

20Х 20ХЗ	Цементация при 900—920° Охлаждение в ящике Закалка с 800—820° в масле	$R_{\sigma}=56-62$
40Х 38ХА ЭХГ 45Х	Отпуск при 180—200° Закалка с 820—840° в масле Отпуск при 180—200°	$R_{\sigma}=45-50$

Характеристика условий работы	Марка сталей	Вид термической обработки	Твердость
Кондукторные втулки (мелкие), к которым предъявляются требования высокой прочности и высокой износостойчивости при повышенных температурах	ШХ12 ШХ15 У10	Закалка с 830—850° в масле Отпуск 200—220° Для У10 закалка с 770—790° в воде	$R_c=59-63$
5. Червяки			
Силоннагруженные червяки, к которым предъявляются требования высокой износостойчивости в процессе эксплуатации	20Х 20ХЗ	Цементация при 900—920° Охлаждение в ящике Закалка с 800—820° в масле Отпуск при 180—200°	$R_c=56-62$
Неответственные малонагруженные червяки ручных механизмов	35Х 40Х ЭХТ 38ХА 45Х	Улучшение: закалка с 820—840° в масле Отпуск при 600—650°	$H_B=230-260$
6. Кулачковые муфты			
Кулачковые муфты, к которым предъявляются требования высокого сопротивления износу и смятию (при включении на ходу)	20Х 20ХЗ	Цементация при 900—920° Охлаждение в ящике Закалка с 800—820° в масле Отпуск при 180—200°	$R_c=56-62$
Неответственные кулачковые муфты, к которым предъявляются требования повышенной прочности	35Х 40Х ЭХТ 38ХА 45Х	Улучшение: закалка с 820—840° в масле Отпуск при 600—650°	$H_B=230-260$

Характеристика условий работы	Марка сталей	Вид термической обработки	Твердость
7. Цанги, пружины и пр. Зажимные, подющие цанги, которые должны обладать высокой износоустойчивостью головок и хорошими пружинными свойствами хвостовой части Пружинящие втулки	65Г 60Г 9ХС1 910¹ 65Г 60Г 9ХС1 У10¹	Закалка в масле с 770—790° Отпуск головок при 180—200° Отпуск хвостовой части при 380—420° Закалка с 770—790° в масле Отпуск при 380—420°	$R_{\sigma}=58-62$ $R_{\sigma}=40-45$ $R_{\sigma}=40-45$
Кулачки, ролики, эксцентрики, собачки храпового механизма, копиры, статоры гидронасосов и другие детали, которые работают на трение и от которых требуется сохранение точности в эксплуатации Установочные кольца	ШХ15 ШХ12 9ХС1 У10¹	Закалка с 820—840° в масле Отпуск при 200—220°	$R_{\sigma}=59-63$
Ответственные пружины станков	45 50 65Г²	Закалка при 830—850° в масле Отпуск 180—200° Пружины, изготовленные холодной навивкой, как правило, подвергаются отпуску при температуре 280—320° для снятия остаточных напряжений	$R_{\sigma}=40-45$

1 Режим термической обработки для сталей 9ХС и У10 приведен в табл. 20.

2 В случае навивки пружин из стали в горячем состоянии их нужно подвергать закалке в масле с 790—810° и отпуску при 300—350°.

Характеристика условий работы	Марка сталей	Вид термической обработки	Твердость
Центры Мелкие пружины, к которым предъявляются требования высокой точности в работе Винты, болты, гайки	У10 Росляная проволока 15	Закалка при 370—790° в воде Отпуск 180—200°, местная закалка	$R_c=58-62$
То же	Авт. 12	Циклирование при 830—840° Закалка в воде Отпуск при 180—200°	По напильнику
То же	35	Циклирование при 830—840° Закалка в воде Отпуск при 180—200° Закалка с 840—850° в воде Отпуск при 300°	По напильнику $R_c=35-40$

С
И
Ш
1
В
В
Ш

стали 40X, и для других деталей, на которые наносят тонкий износостойчивый поверхностный слой, не подвергающийся шлифовке.

Режим жидкостной цементации для нормалей из стали 15-авт., 42 и 35 следующий: нагрев в ванне до $840-860^{\circ}$, выдержка в зависимости от требуемой толщины слоя, закалка в воде, отпуск при $150-170^{\circ}$.

Для нормалей из стали 35 температура отпуска повышается до $280-300^{\circ}$.

Журнал наблюдения за эксплуатацией заменителя

Форма 1

Журнал № _____
наблюдения за эксплуатацией заменителя

Отдел главного
механика

Цех Отделение
Станок
Фирма Начало испытания
Модель Конец испытания
Инвентарный №

Формуляр журнала

1. Наименование детали
2. № чертежа детали
3. Наименование узла
4. Материал детали (применяемый)
5. Материал заменителя и его марка
6. Твердость испытуемой детали
7. Твердость сопряженной детали
8. Скорость скольжения в м/сек
9. Удельное давление в кг/см²
10. Характер нагрузки
11. Метод и режим смазки
12. Наименование и марка масла
13. Качество трущихся поверхностей
14. Влияние внешней среды
15. Продолжительность работы стайка в сутки
16. Общее состояние станка
17. Заключение

" _____ 194 г.

Подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Форма 2

Ведомость по учету деталей из заменителей

№ по пор.	Наименование станка	Инвентарный номер станка	Наименование детали	Номер чертежа	Вес детали	Количество на машину	Материал		Отметка о внедрении	Примечание
							заменяемый	заменитель		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Отдел главного механика

Технический акт

(лицевая сторона)

Составлен 194 . . г. в присутствии

об испытании и внедрении заменителей на следующих деталях:

1.
2.
3.
4.

Заключение

Подписи:

(оборотная сторона)

А. Эскиз детали с размерами

В. Кинематическая схема работы детали в узле

С. Схема расположения сил, действующих на деталь

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Часть первая	
Пути экономии цветных металлов	5
Существующие заменители	5
Рекомендуемые области применения заменителей	7
Антифрикционные чугуны	8
Изготовление чугунов марок Ц-1 и Ц-2	12
Изготовление чугунов марок ЧМ-1,8 и ЧМ-1,3	15
Цинковые сплавы	17
Изготовление цинковых сплавов	18
Отливка втулок	20
Заливка подшипников	20
Условия приемки	22
Особенности применения	22
Алюминиевые сплавы	23
Изготовление сплавов	24
Условия приемки	26
Термическая обработка алякусина	26
Особенности применения алюминиевых сплавов	26
Алюминиевожелезная бронза БрАЖ 9-4	27
Изготовление алюминиевожелезной бронзы	29
Приготовление лигатур	30
Приготовление сплава	31
Свинцовистая бронза БрС-30	33
Кремнигосвинцовистая латунь ЛКС 80-3-3	36
Бронза БрОЦС 6-6-3	37
Выбор антифрикционных материалов	45
Часть вторая	
Применение сталей при ремонте станков	45
Приложения:	
1. Журнал наблюдения за эксплуатацией заменителя	62
2. Ведомость по учету деталей из заменителей	63
3. Технический акт	63