

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В. К. Корнеева, В. М. Капцевич

ТОВАРОВЕДЕНИЕ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

*Рекомендовано Учебно-методическим по образованию в области
сельского хозяйства в качестве пособия для студентов
учреждений высшего образования, обучающихся по специальности
1-74 06 06 Материально-техническое обеспечение АПК*

Минск
БГАТУ
2014

УДК 620.2:669(075)
ББК 30.609я7
К67

Рецензенты:

заместитель директора Института системных исследований
в АПК НАН Беларуси, доктор экономических наук,
профессор *А. С. Сайганов*;
заведующий кафедрой «Порошковая металлургия, сварка и технология
материалов» учреждения образования «Белорусский национальный
технический университет», кандидат технических наук,
доцент *А. С. Снарский*

Корнеева, В. К.

К67 Товароведение металлов и сплавов : пособие / В. К. Кор-
неева, В. М. Капцевич. – Минск : БГАТУ, 2014. – 236 с.
ISBN 978-985-519-590-1.

В пособии приводятся сведения о классификации, маркировке, областях применения основных металлов и сплавов, используемых в современной технике, в том числе сталей, чугунов, сплавов на основе алюминия, меди, титана, магния и твердых сплавов. Описаны виды продукции, получаемой из металлов и сплавов, ее классификация и условное обозначение. Рассмотрены вопросы приемки, маркировки, упаковки, транспортирования и хранения металлопродукции согласно действующим техническим нормативным правовым актам. Приведены тестовые задания для контроля знаний студентов по разделу «Товароведение металлов и сплавов» дисциплины «Товароведение».

Предназначено для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-74 06 06 Материальное-техническое обеспечение АПК.

УДК 620.2:669(075)
ББК 30.609я7

ISBN 978-985-519-590-1

© БГАТУ, 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью дисциплины «Товароведение» является формирование у будущих инженеров-менеджеров системы знаний об основных товарах, поставляемых предприятиям и организациям агропромышленного комплекса, умения осуществлять их рациональный выбор и контролировать качество.

Задачами дисциплины является изучение основных характеристик, составляющих потребительские свойства товаров, особенностей их классификации, технического нормирования и стандартизации, оценки соответствия, обеспечения надлежащего качества и количества при поставках, условий и правил упаковки, маркировки, транспортирования и хранения.

Одним из основных видов товаров, потребляемых агропромышленным комплексом, является металлопродукция.

В пособии приводятся сведения о классификации, маркировке, областях применения основных металлов и сплавов, используемых в современной технике, в том числе сталей, чугунов, сплавов на основе алюминия, меди, титана, магния и твердых сплавов. Отдельный раздел пособия посвящен продукции, получаемой из металлов и сплавов различными способами: обработкой давлением, литьем и др. В пособии также рассмотрены вопросы приемки, маркировки, упаковки, транспортирования и хранения металлопродукции.

В приложении к пособию приведены тестовые задания для контроля знаний студентов по разделу «Товароведение металлов и сплавов» дисциплины «Товароведение».

1. КЛАССИФИКАЦИЯ И АССОРТИМЕНТ ЧУГУНОВ

Чугун — сплав железа с углеродом (содержанием углерода более 2,14 %), содержащий постоянные примеси Si, Mn, S, P, а иногда и легирующие элементы Cr, Ni, V, Al и др.

Основным классификационным признаком чугуна как товарной продукции является его назначение. По этому признаку его делят на перелесный, литейный, чугуны специального назначения.

1.1. Перелесные чугуны

Перелесный чугун предназначен для перелеса в сталь в конвертерах, мартеновских и электрических печах. Объем производства этого чугуна велик и составляет 90 % всего металла, выплавляемого в доменных печах.

В качестве перелесного преимущественно используют белый чугун, в котором весь углерод находится в виде карбида железа — цементита. Микроструктура белого доэвтектического чугуна состоит из перлита, ледебурита и вторичного цементита, эвтектического чугуна — из одного ледебурита, а заэвтектического — из ледебурита и первичного цементита (рис. 1.1). Белый чугун очень тверд и хрупок. Он с трудом обрабатывается твердосплавным и абразивным режущим инструментом, поэтому отливки из белого чугуна находят ограниченное применение.

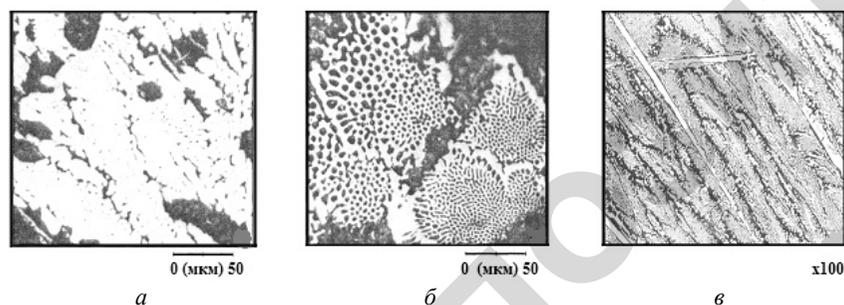


Рис. 1.1. Микроструктура белого чугуна:
а — доэвтектический; б — эвтектический; в — заэвтектический

Основной и единственный показатель качества перелесного чугуна — химический состав, т. к. он определяет способ и режим технологии его дальнейшего перелеса в сталь.

В зависимости от содержания кремния и назначения перелесные чугуны подразделяются на четыре типа (ГОСТ 805-95):

- перелесный чугун для сталеплавильного производства марок П1, П2;
- перелесный чугун для литейного производства марок ПЛ1, ПЛ2;
- перелесный фосфористый чугун марок ПФ1, ПФ2, ПФ3;
- перелесный высококачественный чугун марок ПВК1, ПВК2, ПВК3.

В маркировке перелесного чугуна буквы обозначают: П — перелесный; Л — для литейного производства отливок; Ф — фосфористый; ВК — высококачественный, а цифры — порядковый номер марки. Чем он выше, тем меньше содержание кремния в чугуне.

Пример. ПВК1 — перелесный (П) высококачественный (ВК) чугун, 1 — порядковый номер марки.

1.2. Литейные чугуны

Литейный чугун предназначен для изготовления изделий методами литья (отливок). Он обладает рядом преимуществ по сравнению с другими литейными сплавами:

- высокими литейными свойствами;
- хорошей обрабатываемостью резанием;
- достаточной прочностью;
- высокой износостойкостью при работе в условиях трения.

Литейный чугун может поставляться в форме чушек (чушковый литейный чугун) или в виде готовых отливок.

Чушковый литейный чугун поставляется в виде чушек массой 18...45 кг, из которых на заводе-потребителе путем повторного переплава получают нужные отливки. Для чушкового чугуна важен только химический состав, а не его структура и свойства, т. к. последние не сохраняются при переплаве.

В зависимости от массовой доли кремния и назначения чушковые чугуны подразделяются на два типа (ГОСТ 4832-95):

- литейный марок Л1, Л2, Л3, Л4, Л5, Л6;

– литейный рафинированный магнием марок ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7.

Буквы в маркировке чушковых литейных чугунов обозначают: Л — литейный, Р — рафинированный Mg. Цифры в маркировке этих чугунов (как и в маркировке передельных) обозначают порядковый номер марки — чем он выше, тем меньше содержания кремния.

Пример. ЛР3 — чушковый литейный (Л) чугун, рафинированный Mg (Р), 3 — порядковый номер марки.

При поставке литейного чугуна *в виде готовых отливок* потребителю важнее знать не их химический состав, а механические свойства, поэтому наименование марок чугуна для отливок принципиально отличается от маркировки чушкового чугуна. Для литейного чугуна в виде готовых отливок буквенная часть отражает наименование чугуна, что аналогично маркировке машиностроительных чугунов, которые (в зависимости от формы графитных включений) делятся на серый, высокопрочный, чугун с вермикулярной формой включений графита, а также ковкий. Металлическая основа литейных чугунов может быть ферритная, ферритно-перлитная или перлитная.

Серый чугун — чугун с пластинчатой формой графитных включений (рис. 1.2). Отливки из него составляют до 80 % общего объема чугунолитейного производства.

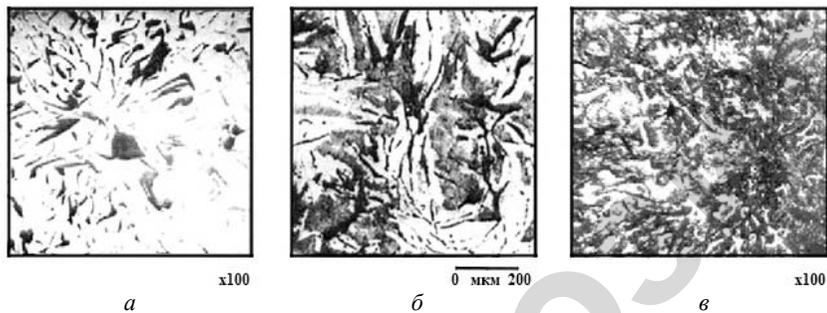


Рис. 1.2. Микроструктура серого чугуна:
а — ферритный; б — ферритно-перлитный; в — перлитный

Маркируется серый чугун буквами СЧ (серый чугун) и двумя цифрами, обозначающими предел прочности при растяжении в кгс/мм² (1 кгс/мм² ≈ 9,8 МПа).

Пример. СЧ25 — серый чугун (СЧ), 25 — предел прочности при растяжении, равный 25 кгс/мм² (250 МПа).

ГОСТ 1412-85 устанавливает следующие марки серого чугуна: СЧ10, СЧ15, СЧ20, СЧ25, СЧ30, СЧ35. По требованию потребителя допускается выпуск серого чугуна марок СЧ18, СЧ21 и СЧ24.

Для изготовления малоответственных деталей, испытывающих небольшие нагрузки в работе, с толщиной стенки отливки 10...30 мм используют чугуны марок СЧ10 и СЧ15, а для изготовления ответственных деталей применяют чугуны марок СЧ18, СЧ21, СЧ24, СЧ25, СЧ30 и СЧ35.

Следует отметить, что чугуны СЧ30 и СЧ35 относят к группе модифицированных серых чугунов, которые получают добавлением в жидкий чугун перед разливкой специальных добавок — модификаторов (ферросилиция, силикокальция, графита и др.). Это позволяет получать в модифицированных чугунолитейных отливках перлитную основу с вкраплениями небольшого количества изолированных пластинок графита средней величины, что, в конечном счете, повышает их механические свойства.

Области применения серых чугунов представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Применение отливок из серого чугуна

Марки чугунов	Области применения
СЧ10, СЧ15, СЧ18	Детали, испытывающие низкие динамические нагрузки: блоки цилиндров двигателей, головки блока, седла клапанов, картеры, корпуса, ступицы, маховики, крышки, кронштейны, шкивы, основания металлообрабатывающих станков, тормозные барабаны, диски сцепления и др.
СЧ20, СЧ21, СЧ24, СЧ25	Детали, испытывающие средние динамические нагрузки: блоки цилиндров, головки и гильзы цилиндров, корпуса, картеры, крышки, барабаны сцепления, станины и стойки различных станков, салазки, столы, гидроцилиндры, корпуса гидронасосов и другое ответственное литье
СЧ30, СЧ35	Детали, работающие при высоких динамических и статических нагрузках или в тяжелых условиях износа: шестерни, звездочки, храповики, шпиндели, тормозные барабаны, поршневые кольца и др.

Высокопрочный чугун — чугун с шаровидной формой включений графита (рис. 1.3). Его получают обработкой расплавленного чугуна такими модификаторами, как магний, церий или другие щелочные или щелочно-земельные металлы.

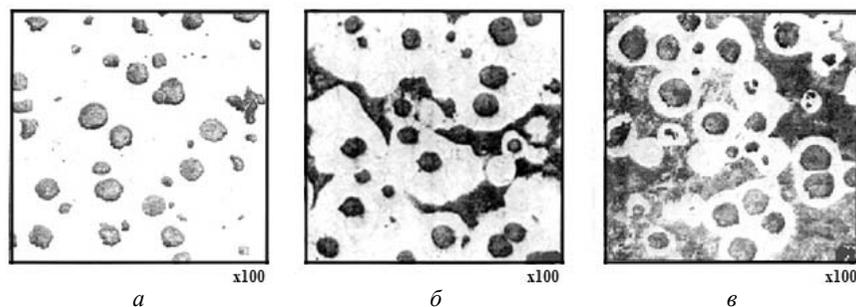


Рис. 1.3. Микроструктура высокопрочного чугуна:
а — ферритный; б — ферритно-перлитный; в — перлитный

Маркируют высокопрочный чугун буквами ВЧ и цифрами, обозначающими предел прочности при растяжении ($\text{кгс}/\text{мм}^2$).

Пример. ВЧ50 — высокопрочный чугун (ВЧ), 50 — предел прочности при растяжении, равный $50 \text{ кгс}/\text{мм}^2$ (500 МПа).

ГОСТ 7293-85 устанавливает следующие марки высокопрочного чугуна: ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45, ВЧ50, ВЧ60, ВЧ70, ВЧ80, ВЧ100.

Преимуществом высокопрочного чугуна является хорошее сочетание высокой пластичности и прочности при растяжении и изгибе.

Высокопрочный чугун применяется в авиации и дизелестроении (коленчатые валы, крышки цилиндров, поршневые кольца, коромысла клапанов, распределительные валы, картеры коробок передач, ступицы колес, тормозные барабаны, башмаки рессор, кронштейны двигателей и подвески, зубчатые колеса и др.), в тяжелом машиностроении для изготовления деталей прокатных станов (прокатные валки массой до 12 т), в кузнечно-прессовом оборудовании (траверсы прессов, шаботы ковочных молотов), в турбостроении (корпуса паровых турбин), в химической и нефтяной промышленности (корпуса насосов, вентилялей и т. д.).

Некоторые области применения высокопрочных чугунов в сельскохозяйственном машиностроении представлены в таблице 1.2.

Области применения высокопрочных чугунов

Марки чугунов	Области применения
ВЧ35, ВЧ40	Ступицы, ободы, шестерни и кронштейны сеялок, корпуса дифференциалов, бортовые редукторы, педали сцепления, шкивы, ступицы, корпуса подшипников, опоры и рычаги рулевого управления зерноуборочных комбайнов
ВЧ45	Корпуса редукторов зерноуборочных комбайнов
ВЧ50	Тормозные колодки, фиксаторы вала, корпуса подшипников и муфт сцепления ходовой части зерноуборочных комбайнов, детали дождевальных агрегатов
ВЧ60	Лапы свеклоуборочных комбайнов, стаканы подшипников
ВЧ70	Коленчатые валы зерноуборочных комбайнов

Промежуточное положение между серым и высокопрочным чугунами занимает чугун с вермикулярной (червеобразной) формой включений графита (рис. 1.4). Его получают модифицированием серого чугуна магнием или селеном.

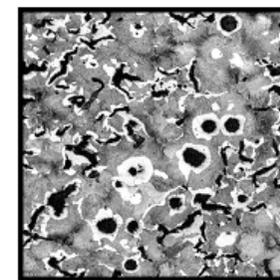


Рис. 1.4. Микроструктура чугуна с вермикулярной формой включений графита

Маркируют чугун с вермикулярной формой включений графита буквами ЧВГ и цифрами, обозначающими предел прочности при растяжении ($\text{кгс}/\text{мм}^2$).

Пример. ЧВГ30 — чугун с вермикулярным графитом (ЧВГ), 30 — предел прочности при растяжении, равный $30 \text{ кгс}/\text{мм}^2$ (300 МПа).

ГОСТ 28394-89 устанавливает следующие марки чугуна с вермикулярным графитом: ЧВГ30, ЧВГ35, ЧВГ40, ЧВГ45.

Отливки из чугунов с вермикулярным графитом марок ЧВГ30, ЧВГ35 и ЧВГ40 применяют взамен отливок из серого чугуна для деталей общего машиностроения, работающих при повышенных циклических механических нагрузках, а также для деталей двигателей внутреннего сгорания, работающих при повышенных температурах и переменных нагрузках. Отливки из чугуна ЧВГ45 применяются для изготовления деталей, работающих при значительных механических нагрузках в условиях трения, износа, кавитации при повышенных термоциклических нагрузках.

Области применения чугунов с вермикулярной формой включений графита представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Области применения чугунов с вермикулярной формой включений графита

Марки чугунов	Области применения
ЧВГ30, ЧВГ35, ЧВГ40	Базовые детали станков, корпусные детали, маслопроводы для тракторов, опорные детали головок цилиндров, крепежные детали рам, бандажные кольца, шестерни автомобилей повышенной грузоподъемности, тормозные рычаги тракторов
ЧВГ45	Корпуса винтовых передач, поршни и гильзы ДВС, эксцентриковые зубчатые колеса и др.

Ковкий чугун — чугун с хлопьевидной формой графитных включений (рис. 1.5). Его получают путем длительного отжига отливок из белого чугуна в течение 17...32 ч при температуре 720...1050 °С.

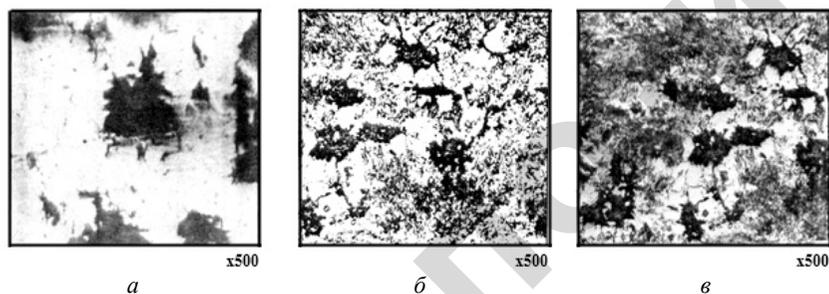


Рис. 1.5. Микроструктура высокопрочного чугуна:
а — ферритный; б — ферритно-перлитный; в — перлитный

Ковкий чугун по прочности занимает промежуточное положение между серым и высокопрочным чугунами.

Маркируют ковкий чугун буквами КЧ и цифрами: первые две цифры — предел прочности при растяжении (кгс/мм²); вторые — относительное удлинение при растяжении (%).

Пример. КЧ33-8 — ковкий чугун (КЧ), 33 — предел прочности при растяжении, равный 33 кгс/мм² (330 МПа), 8 — относительное удлинение при растяжении, равное 8 %.

ГОСТ 1215-79 устанавливает следующие марки ковкого чугуна: КЧ30-6, КЧ33-8, КЧ35-10, КЧ37-12, КЧ45-7, КЧ50-5, КЧ55-4, КЧ60-3, КЧ65-3, КЧ70-2, КЧ80-1,5.

Преимуществами ковкого чугуна являются достаточная пластичность и хорошие антифрикционные свойства, невысокая стоимость по сравнению со сталью, отсутствие остаточных литейных напряжений, исчезающих при отжиге, высокая коррозионная стойкость.

Ковкие чугуны, обладая высокими пластическими свойствами, находят применение при изготовлении разнообразных тонкостенных деталей от 3 до 50 мм, работающих при ударных и вибрационных нагрузках. Масса этих деталей составляет от нескольких граммов до 250 кг. Из ковкого чугуна получают отливки деталей автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин.

Области применения ковких чугунов представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Области применения ковких чугунов

Марки чугунов	Области применения
1	2
КЧ30-6	Детали, работающие при низких статических и динамических нагрузках: головки, хомутики, гайки, глушители, клапаны, ниппели, тройники, фланцы, муфты и т. д.
КЧ33-8	Детали, работающие при средних статических и динамических нагрузках: башмаки, подкладки, вилки, подшипники, хомутики, кронштейны, коробки, скобы, держатели, коромысла и т. д.

1	2
КЧ35-10, КЧ37-12	Детали, работающие при высоких статических и динамических нагрузках, материал которых по условиям работы и технологии изготовления должен обладать повышенной прочностью при высокой пластичности: картеры редукторов, задние мосты, пальцы, ступицы, крючки, хомутики, скобы и т. д.
КЧ45-7, КЧ50-5, КЧ55-4, КЧ60-3, КЧ65-3	Детали, работающие при высоких и особо высоких динамических и статических нагрузках или в тяжелых условиях износа, материал которых должен обладать повышенной или высокой прочностью и износостойкостью при достаточной пластичности: муфты, звездочки в звеньях приводных цепей, бусы, тормозные колодки, рычаги, кронштейны, храповики, коленчатые валы, вилки карданных валов, втулки, лопасти центробежных насосов и дробебетных барабанов, звенья и ролики цепей конвейеров и т. д.

1.3. Чугуны специального назначения

Чугуны специального назначения подразделяют на антифрикционные (ГОСТ 1585-85) и легированные чугуны для отливок со специальными свойствами (ГОСТ 7769-82).

Антифрикционный чугун (ГОСТ 1585-85) предназначен для отливок, работающих в узлах трения со смазкой.

ГОСТ 1585-85 устанавливает следующие марки антифрикционного чугуна: АЧС-1, АЧС-2, АЧС-3, АЧС-4, АЧС-5, АЧС-6, АЧВ-1, АЧВ-2, АЧК-1, АЧК-2. В обозначении марки: АЧ — антифрикционный чугун, С — серый с пластинчатым графитом; В — высокопрочный с шаровидным графитом; К — ковкий с хлопьевидным графитом; цифра — порядковый номер марки.

Пример. АЧК-2 — антифрикционный чугун (АЧ), ковкий с хлопьевидным графитом (К), 2 — порядковый номер марки.

В зависимости от микроструктуры антифрикционный чугун подразделяется на следующие группы:

- антифрикционные серые чугуны (перлитные АЧС-1 и АЧС-2, перлитно-ферритные АЧС-3 и АЧС-4 и ферритные АЧС-5 и АЧС-6);
- антифрикционные высокопрочные чугуны (перлитный АЧВ-1 и ферритно-перлитный АЧВ-2);
- антифрикционные ковкие ферритно-перлитные чугуны (АЧК-1 и АЧК-2).

Области применения деталей из антифрикционных чугунов представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5

Области применения антифрикционных чугунов

Марки чугунов	Области применения
АЧС-1, АЧС-2, АЧС-4, АЧК-1	Детали, работающие в паре с закаленным или нормализованным валом
АЧС-3	Детали, работающие в паре с закаленным или нормализованным валом, или с термически необработанным валом
АЧС-5	Детали, работающие в особо нагруженных узлах трения в паре с закаленным или нормализованным валом
АЧС-6	Детали, работающие в узлах трения при температуре до 300 °С в паре с термически необработанным валом
АЧВ-1	Детали, работающие в узлах трения с повышенными окружными скоростями в паре с закаленным или нормализованным валом
АЧВ-2	Детали, работающие в условиях трения с повышенными окружными скоростями в паре с термически необработанным валом
АЧК-2	Детали, работающие в паре с термически необработанным валом

Главное достоинство антифрикционных чугунов по сравнению с баббитами и антифрикционными бронзами — низкая стоимость, а основной недостаток — плохая прирабатываемость, что требует точного сопряжения трущихся поверхностей. Из таких чугунов изготавливают тормозные барабаны автомобилей, диски сцепления и др.

Легированные чугуны для отливок со специальными свойствами (ГОСТ 7769-82) подразделяют на жаростойкие, хладостойкие, коррозионно-стойкие, износостойкие, жаропрочные и маломангнитные, которые обладают соответственно повышенной жаростойкостью, коррозионной стойкостью, износостойкостью, жаропрочностью и низкими магнитными свойствами.

Легированные чугуны со специальными свойствами в зависимости от преобладающего в его составе легирующего элемента подразделяются на хромистые, кремнистые, алюминиевые, марганцевые и никелевые, а по суммарному количеству легирующих элементов — на низколегированные и высоколегированные.

В обозначении марок чугуна буквы означают: чугун — Ч; легирующие элементы: Х — хром, С — кремний, Г — марганец, Н — никель, Д — медь, М — молибден, Т — титан, П — фосфор, Ю — алюминий. Цифры, стоящие после буквы, означают примерную массовую долю (в %) основных легирующих элементов. Буква Ш в конце марки указывает, что графит в чугуне имеет шаровидную форму.

Пример. ЧН15Д3Ш — никелевый легированный чугун для отливок со специальными свойствами, легированный Ni в количестве 15 % (Н15), Си в количестве 3 % (Д3), с шаровидным графитом (Ш).

Марки и виды легированных чугунов для отливок со специальными свойствами представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6

Марки и виды легированных чугунов для отливок со специальными свойствами

Марки чугунов	Виды чугунов
1	2
Хромистые	
<i>Низколегированные</i>	
ЧХ1, ЧХ2	Жаростойкие
ЧХ3	Жаростойкие, износостойкие
ЧХ3Т	Износостойкие
<i>Высоколегированные</i>	
ЧХ9Н5	Износостойкие
ЧХ16	Износостойкие, жаростойкие
ЧХ16М2, ЧХ22	Износостойкие
ЧХ22С, ЧХ28	Коррозионно-стойкие, жаростойкие
ЧХ28П	Стойкие в цинковом расплаве

Окончание таблицы 1.6

1	2
4Х28Д2	Износостойкие, коррозионно-стойкие
ЧХ32	Жаростойкие, износостойкие
Кремнистые	
<i>Низколегированные</i>	
ЧС5, ЧС5Ш	Жаростойкие
<i>Высоколегированные</i>	
ЧС13, ЧС15, ЧС17, ЧС15М4, ЧС17М3	Коррозионно-стойкие в жидкой среде
Алюминиевые	
<i>Низколегированные</i>	
ЧЮХШ	Жаростойкие
<i>Высоколегированные</i>	
ЧЮ6С5, ЧЮ7Х2	Жаростойкие, износостойкие
ЧЮ22Ш, ЧЮ30	Жаростойкие, износостойкие при высокой температуре
Марганцевые	
<i>Высоколегированные</i>	
ЧГ6С3Ш, ЧГ7Х4	Износостойкие
ЧГ8Д3	Маломангнитные, износостойкие
Никелевые	
<i>Низколегированные</i>	
ЧНХТ, ЧНХМД, ЧНМШ	Коррозионно-стойкие в газовых средах двигателей внутреннего сгорания
ЧНДХМШ	Коррозионно-стойкие в газовых средах двигателей внутреннего сгорания, повышенной прочности
ЧН2Х, ЧН4Х2	Износостойкие
ЧН3ХМДШ	Износостойкие, повышенной прочности
<i>Высоколегированные</i>	
ЧН11Г7Ш, ЧН15Д3Ш	Жаропрочные, маломангнитные
ЧН15Д7	Износостойкие в двигателях, маломангнитные
ЧН19Х3Ш	Жаропрочные, маломангнитные
ЧН20Д2Ш	Жаропрочные, хладостойкие, маломангнитные

Основные области применения легированных чугунов для отливок со специальными свойствами представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7

Основные области применения легированных чугунов для отливок со специальными свойствами

Марки чугунов	Области применения
1	2
ЧХ1	Холодильные плиты доменных печей, колосники агломерационных машин, детали коксохимического оборудования, детали газотурбинных двигателей и компрессоров, горелки, кокилы, выхлопные коллекторы дизелей
ЧХ2, ЧХ3	Колосники и балки горна агломерационных машин, детали контактных аппаратов химического оборудования, детали турбокомпрессоров, детали термических печей, электролизеров
ЧХ3Т, ЧХ9Н5, ЧХ16М2	Износостойкие детали гидромашин, перекачивающие абразивные смеси, футеровки пылепроводов, ковши пескометов и др.
ЧХ16	Арматура химического машиностроения, печная арматура, детали цементных печей
ЧХ22, ЧХ28Д2	Износостойкие детали гидромашин, перекачивающих абразивные смеси, футеровки пылепроводов, ковши пескометов, вставки для армирования брусьев вторичной зоны охлаждения установок непрерывной разливки стали, футеровки мельниц и т. д.
ЧХ22С	Детали, не подвергающиеся действию постоянных и переменных нагрузок. Детали аппаратуры для концентрированных кислот, печная арматура и т. д.
ЧХ28, ЧХ32	Детали, работающие при небольших механических нагрузках в среде SO ₂ , в щелочах высокой концентрации, азотной кислоте, растворах и расплавах солей при температуре до 1 000 °С. Детали центробежных насосов, печная арматура, реторты для цементации, сопла горелок, пескоструйных аппаратов и другие детали, подверженные абразивному истиранию. Детали пищевой аппаратуры, арматура мелкосортных станков

Продолжение таблицы 1.7

1	2
ЧХ28П	Сопряженные детали пар трения агрегатов горячего непрерывного цинкования
ЧС5	Колосники, бронеплиты для печей обжига цементной промышленности, сероуглеродные реторты
ЧС5Ш	Топочная арматура котлов, газовые сопла, подовые плиты термических печей
ЧС13, ЧС15, ЧС17	Детали центробежных и поршневых насосов, компрессоров и трубопроводной арматуры, трубы и фасонные детали для трубопроводной арматуры, теплообменников и другие детали химической аппаратуры
ЧС15М4, ЧС17М3	Простые конфигурации, детали центробежных и поршневых насосов, компрессоров и трубопроводной арматуры, трубы и фасонные детали для трубопроводной арматуры, теплообменников и другие детали химической аппаратуры
ЧЮХШ, ЧЮ7Х2, ЧЮ6С5	Детали печного оборудования и печной арматуры, ролики чистовых клетей листопрокатных станков
ЧЮ22Ш	Детали арматуры котлов, детали пароперегревателей котлов, нагревательных кольцевых печей, колосники агломерационных машин
ЧЮ30	Детали печей обжига колчедана
ЧГ6С3, ЧГ7Х4	Износостойкие детали мелющего оборудования, детали насосов, футеровки мельниц, дробе- и пескоструйных камер
ЧГ8Д3	Немагнитные детали, сопряженные трущиеся детали арматуры
ЧНХТ	Маслоты поршневых компрессионных и маслосъемных колец, седла и направляющие втулки клапанов дизелей. Детали сглаживающих прессов и размольных мельниц бумагоделательных машин
ЧНХМД	Блоки и головки цилиндров, выхлопные патрубки двигателей внутреннего сгорания, паровых машин и турбин. Поршни и гильзы цилиндров паровых машин, тепловозных и судостроительных дизелей, детали кислородных и газовых мотокомпрессоров

1	2
ЧН2Х	Различные типы зубчатых колес, цилиндры двигателей, абразивные диски, дроссели, матрицы штамповочных прессов
ЧНМШ	Крышки и днища цилиндров дизелей, головки поршней, маслоты поршневых колец
ЧН4Х2	Детали машин, перекачивающих абразивные смеси, футеровки мельниц, пылепроводов, размалывающие валки и шары
ЧН15Д3Ш, ЧН15Д7	Насосы, вентили и другие детали нефтедобывающей, химической и нефтеперерабатывающей промышленности и арматуростроения. Немагнитные литые детали электротехнической промышленности. Вставки гильз цилиндров, головки поршней, седла и направляющие втулки клапанов, выхлопные коллекторы двигателей внутреннего сгорания
ЧН19Х3Ш, ЧН11Г7Ш	Выпускные коллекторы, клапанные направляющие, корпуса турбоагрегатов в газовых турбинах, головки поршней, корпуса насосов, вентили и немагнитные детали
ЧН20Д2Ш	Насосы и другие детали нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, детали топливной арматуры
ЧНХМДШ	Блоки и головки цилиндров, выхлопные патрубки двигателей внутреннего сгорания, паровых машин и турбин. Поршни и гильзы цилиндров паровых машин, тепловозных и судостроительных дизелей, детали кислородных и газовых мотокompрессоров, детали бумагоделательных машин.
ЧН3ХМДШ	Различные типы зубчатых колес, цилиндры двигателей, абразивные диски, дроссели, матрицы штамповочных прессов

2. КЛАССИФИКАЦИЯ И АССОРТИМЕНТ СТАЛЕЙ И ПРЕЦИЗИОННЫХ СПЛАВОВ

2.1. Классификация сталей

Сталь — сплав железа с углеродом и другими постоянными примесями и легирующими элементами с содержанием углерода до 2,14 %.

Стали классифицируются по следующим признакам: по химическому составу, по способу производства, по качеству, по степени раскисления, по структуре, по способу изготовления продукции и по назначению (рис. 2.1).

По химическому составу стали классифицируют на:

- углеродистые, которые разделяют на низкоуглеродистые ($\leq 0,25$ % С), среднеуглеродистые (0,3...0,5 % С) и высокоуглеродистые ($\geq 0,6$ % С);
- легированные, которые по содержанию легирующих элементов делят на низколегированные ($\leq 2,5$ %), среднелегированные (2,5...10 %) и высоколегированные (> 10 %).

По способу производства (выплавки) стали классифицируют на:

- мартеновские, выплавляемые в мартеновских печах;
- кислородно-конверторные, выплавляемые в конверторах с продувкой кислородом (однородны по составу, имеют низкое содержание азота, серы, фосфора);
- электростали, выплавляемые в электрических печах (по качеству превосходят все остальные виды).

По качеству в зависимости от количества вредных примесей (сера, фосфор) стали классифицируют (табл. 2.1) на стали обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особо высококачественные.

По степени раскисления стали классифицируют на спокойные, кипящие и полуспокойные.

Спокойная сталь (сп) раскислена ферромарганцем, ферросилицием, алюминием. Эта сталь кристаллизуется спокойно, в ней мало газовых пузырей. Отличительной особенностью спокойной стали является повышенное содержание кремния (0,15...0,30 %).

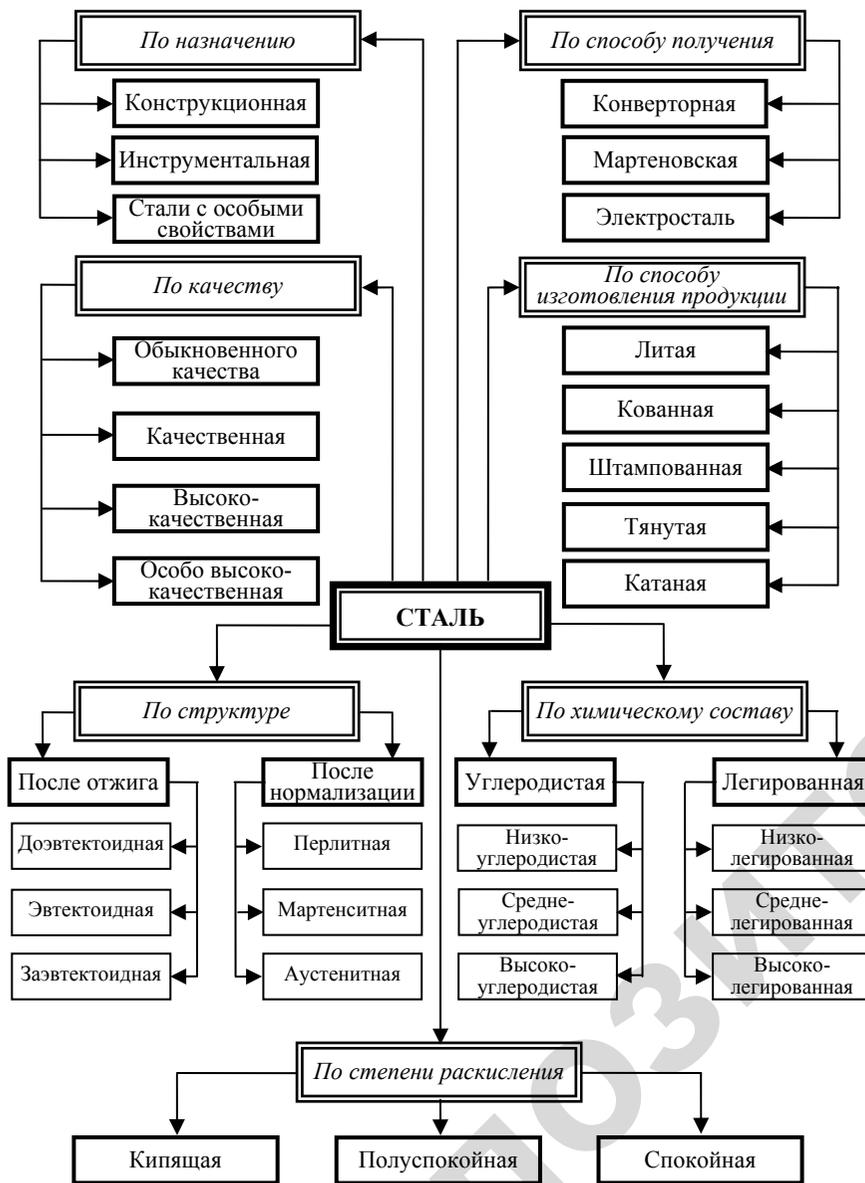


Рис. 2.1. Классификация сталей

Таблица 2.1

Содержание серы и фосфора в сталях разного качества

Стали	Сера, %	Фосфор, %
Обыкновенного качества	0,050	0,040
Качественные	0,04	0,035
Высококачественные	0,025	0,025
Особо высококачественные	0,015	0,025

Полуспокойная сталь (пс) раскислена ферромарганцем и алюминием. По содержанию кремния эта сталь занимает промежуточное положение между спокойной и кипящей сталями (0,05...0,15 % Si).

Кипящая сталь (кп) раскислена только ферромарганцем, в ней сохраняется много оксида железа FeO, который взаимодействует с углеродом стали, выделяет газ CO (пузырьки газа создают впечатление «кипения»). Содержание кремния в кипящей стали по сравнению с полуспокойной и спокойной минимальное (Si ≤ 0,05 %).

По структуре в равновесном состоянии различают стали перлитного класса — доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные. В неравновесном состоянии (после нормализации) стали классифицируют на перлитные, мартенситные и аустенитные.

По способу изготовления продукции стали делят на литые, кованные, штампованные, тянутые и катанные, полученные соответственно методами литья,ковки,штамповки,волочения и прокатки.

По назначению стали делят на конструкционные, инструментальные и стали с особыми свойствами. Данный вид классификации является основным признаком классификации стали для товароведения.

2.2. Маркировка сталей

Маркировка сталей по химическому составу является наиболее общей, т. к. в ней отражается не только химический состав, но и качество сталей, их назначение и способ раскисления. Маркировка сталей более узкого назначения (автоматные, подшипниковые, быстрорежущие и др.) представлена отдельно.

Углеродистые стали. Эти стали составляют 80 % от общего объема производства сталей, т. к. имеют невысокую стоимость, сочетают удовлетворительные механические свойства с хорошей об-

рабатываемостью резанием и давлением. Однако, они менее технологичны при термической обработке.

По назначению углеродистые стали делят на конструкционные (обыкновенного качества и качественные) и инструментальные.

Сталь углеродистая конструкционная обыкновенного качества (ГОСТ 380-2005) выпускается в зависимости от химического состава следующих марок: Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, Ст5пс, Ст5сп, Ст5Гпс, Ст6пс, Ст6сп.

Химический состав сталей (основные элементы) согласно ГОСТ 380-2005 соответствует нормам, указанным в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Химический состав сталей обыкновенного качества

Марки сталей	Массовая доля химических элементов, %		
	углерода	марганца	кремния
Ст0	не более 0,23	—	—
Ст1кп	0,06...0,12	0,25...0,50	не более 0,05
Ст1пс	0,06...0,12	0,25...0,50	0,05...0,15
Ст1сп	0,06...0,12	0,25...0,50	0,15...0,30
Ст2кп	0,09...0,15	0,25...0,50	не более 0,05
Ст2пс	0,09...0,15	0,25...0,50	0,05...0,15
Ст2сп	0,09...0,15	0,25...0,50	0,15...0,30
Ст3кп	0,14...0,22	0,30...0,60	не более 0,05
Ст3пс	0,14...0,22	0,40...0,65	0,05...0,15
Ст3сп	0,14...0,22	0,40...0,65	0,15...0,30
Ст3Гпс	0,14...0,22	0,80...1,10	не более 0,15
Ст3Гсп	0,14...0,20	0,80...1,10	0,15...0,30
Ст4кп	0,18...0,27	0,40...0,70	не более 0,05
Ст4пс	0,18...0,27	0,40...0,70	0,05...0,15
Ст4сп	0,18...0,27	0,40...0,70	0,15...0,30
Ст5пс	0,28...0,37	0,50...0,80	0,05...0,15
Ст5сп	0,28...0,37	0,50...0,80	0,15...0,30
Ст5Гпс	0,22...0,30	0,80...1,20	не более 0,15
Ст6пс	0,38...0,49	0,50...0,80	0,05...0,15
Ст6сп	0,38...0,49	0,50...0,80	0,15...0,30

Маркируют стали обыкновенного качества следующим образом. Буквы Ст обозначают сталь, цифры — условный номер марки в зависимости от химического состава, буква Г — марганец при его массовой доле в стали 0,8 % и более, буквы кп, пс, сп — степень раскисления стали: кп — кипящая, пс — полуспокойная, сп — спокойная.

Пример. Ст5Гпс — сталь углеродистая конструкционная обыкновенного качества, 5 — условный номер марки, с повышенным содержанием Mg (Г), полуспокойная (пс).

Сопоставление марок стали по ГОСТ 380-2005 и международным стандартам ИСО 630 и ИСО 1052 приведено в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Обозначение марок стали по ГОСТ 380-2005 и международным стандартам ИСО 630:1995, ИСО 1052:1982

ГОСТ 380-2005	ИСО 630:1995	ИСО 1052:1982
Ст0	E 185 (Fe 310)	—
Ст1кп	—	—
Ст1пс	—	—
Ст1сп	—	—
Ст2кп	—	—
Ст2пс	—	—
Ст2сп	—	—
Ст3кп	E 235-A (Fe 360-A)	—
Ст3пс	E 235-B (Fe 360-B)	—
Ст3сп	E 235-C (Fe 360-C)	—
Ст3Гпс	E 235-B (Fe 360-B)	—
Ст3Гсп	E 235-C (Fe 360-C) E 235-D (Fe 360-D)	—
Ст4кп	E 275-A (Fe 430-A)	—
Ст4пс	E 275-B (Fe 430-B)	—
Ст4сп	E 275-C (Fe 430-C) E 275-D (Fe 430-D)	—
Ст5пс	—	Fe 490
Ст5сп	E 355-C (Fe 510-C)	Fe 490
Ст5Гпс	—	Fe 490
Ст6пс	—	Fe 590
Ст6сп	—	Fe 590, Fe 690

Стали углеродистые обыкновенного качества предназначены для изготовления горячекатаного проката: сортового, фасонного, толстолистного, тонколистового, широкополосного и холоднокатаного тонколистового, а также слитков, блюмов, слябов, сутунок, заготовок катаных и непрерывнолитых, труб, поковок и штамповок, лент, проволоки, метизов и др.

Углеродистые стали обыкновенного качества применяют для изготовления металлоконструкций и слабо нагруженных деталей машин и приборов (например, ограждений, перил, настилов, заклепок); фасонных профилей для вагонов, автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных машин; крепежных деталей, ручек, тяг, рычагов, штырей и т. д.

К недостаткам углеродистых сталей обыкновенного качества можно отнести их малую прочность, они нехладостойки, т. е. не могут работать при низких температурах.

Стали углеродистые конструкционные качественные (ГОСТ 1050-88 и ГОСТ 14959-79) выпускаются марок 05кп, 08, 08кп, 08пс, 10, 10кп, 10пс, 11кп, 15, 15кп, 15пс, 18кп, 20, 20кп, 20пс, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 58 (55пп), 60 (ГОСТ 1050-88), 65, 70, 75, 80, 85 (ГОСТ 14959-79).

Маркируют стали углеродистые качественные конструкционные следующим образом. Двухзначные цифры показывают содержание углерода в сотых долях процента, буквы кп, пс, сп — степень раскисления стали: кп — кипящая, пс — полуспокойная, сп — спокойная, а буквы пп — сталь пониженной прокаливаемости.

Пример. 05кп — сталь углеродистая конструкционная, 05 — содержание С, равное 0,05 %, кипящая (кп).

По содержанию углерода эти стали подразделяются на низкоуглеродистые, среднеуглеродистые и высокоуглеродистые.

Низкоуглеродистые стали имеют высокую пластичность, малую прочность, хорошую свариваемость. Стали 05кп, 08, 08пс, 08кп, 10, 10кп, 10пс применяют без термической обработки для деталей, изготавливаемых холодной штамповкой — листы, шайбы, прокладки, элементы сварных конструкций и др. Стали 15, 15кп, 15пс, 20, 20кп, 20пс, 25 применяются для изготовления деталей, упрочняемых цементацией: болты, гайки, винты, оси, шестерни, втулки, крюки и др. детали неотвеченного назначения.

Среднеуглеродистые стали 35, 40, 45, 50, 55, 58 (55пп) применяются после нормализации, улучшения или закалки ТВЧ (в зависимости от требуемых свойств). Эти стали используются для изготовления деталей, от которых требуется сочетание высокой прочности с вязкостью сердцевин: валов, шестерней, шпинделей, шатунов небольшого сечения, т. к. их критический диаметр прокаливаемости — 10...12 мм.

Высокоуглеродистые стали 60, 65, 70, 75, 80, 85 применяются после закалки и среднего отпуска или закалки ТВЧ. Из этих сталей изготавливают детали, работающие в условиях трения и вибрационных нагрузок: рессоры, пружины, прокатные валки, шпиндели, крановые колеса, диски сцепления, выпускные клапаны компрессоров и т. д.

Стали углеродистые инструментальные (ГОСТ 1435-99) выпускаются марок У7, У8, У8Г, У9, У10, У11, У12, У13, У7А, У8А, У8ГА, У9А, У10А, У11А, У12А, У13А.

Маркируют стали углеродистые инструментальные следующим образом. Буквы в маркировке стали означают: У — углеродистая сталь, Г — повышенное содержание марганца, А (в конце маркировки) — высококачественная сталь, цифры — содержание углерода в десятых долях процента.

Пример. У10А — сталь углеродистая инструментальная, 10 — содержание С, равное 1 %, высококачественная (А).

Недостатком углеродистых инструментальных сталей является их низкая теплостойкость, т. е. неспособность сохранять большую твердость при высоких температурных нагревах (при нагреве выше 200 °С инструмент из углеродистой стали теряет твердость).

Легированные стали. В обозначении марок легированных сталей первые две цифры (для конструкционных сталей) указывают на среднее содержание углерода в сотых долях процента, первая одна цифра (для инструментальных сталей) — содержание углерода в десятых долях процента. Если в начале марки цифра отсутствует, то это означает, что сталь является инструментальной и количество углерода в ней составляет 1 % и выше. Следующие далее буквы (табл. 2.4) в сочетании с цифрами указывают на легирующие элементы и их процентное содержание в стали соответственно. Если цифра отсутствует, то содержание данного элемента составляет около 1 % (исключением являются V, Ti, Mo, Nb, Zr, B, N и др., со-

держания которых в сталях может быть десятые или тысячные доли процента). В конце маркировки сталей буквы обозначают: А — высококачественная; Ш — особо высококачественная (исключение — в инструментальных легированных сталях буквы А и Ш не указываются, т. к. они всегда высококачественные или особо высококачественные).

Пример 1. 40Х9С2 — сталь легированная конструкционная, 40 — содержание С, равное 0,4 %, легированная Сг в количестве 9 % (Х9) и Si в количестве 2 % (С2), качественная.

Пример 2. 6ХС — сталь легированная инструментальная, 6 — содержание С, равное 0,6 %, легированная Сг в количестве около 1 % (Х) и Si в количестве около 1 % (С), высококачественная.

Таблица 2.4

Условные обозначения легирующих элементов в сталях

Легирующий элемент	Химический символ	Обозначение в марках сталей
Азот	N	А
Алюминий	Al	Ю
Бор	B	Р
Бериллий	Be	Л
Ванадий	V	Ф
Вольфрам	W	В
Кобальт	Co	К
Кремний	Si	С
Марганец	Mn	Г
Медь	Cu	Д
Молибден	Mo	М
Ниобий	Nb	Б
Титан	Ti	Т
Фосфор	P	П
Хром	Cr	Х
Цирконий	Zr	Ц

Некоторые группы сталей специального назначения содержат дополнительные обозначения: марки шарикоподшипниковых ста-

лей начинаются с буквы Ш, быстрорежущих — с буквы Р, магнито-твердых — с буквы Е, автоматных — с буквы А и др.

2.3. Области применения конструкционных сталей

Общим потребительским требованием к конструкционным сталям является наличие у них определенного комплекса механических свойств, обеспечивающего длительную и надежную работу материала в условиях эксплуатации, и технологических свойств (обрабатываемости давлением, резанием, закаливается, свариваемости и др.). Необходимые потребительские свойства конструкционных сталей обеспечиваются рациональным выбором их химического состава, соответствующей термической обработкой и поверхностным упрочнением.

Конструкционные стали классифицируют на машиностроительные и строительные (арматурные). Машиностроительные стали, в свою очередь, подразделяются на группы общего и специального назначения. Классификация конструкционных сталей представлена на рисунке 2.2.

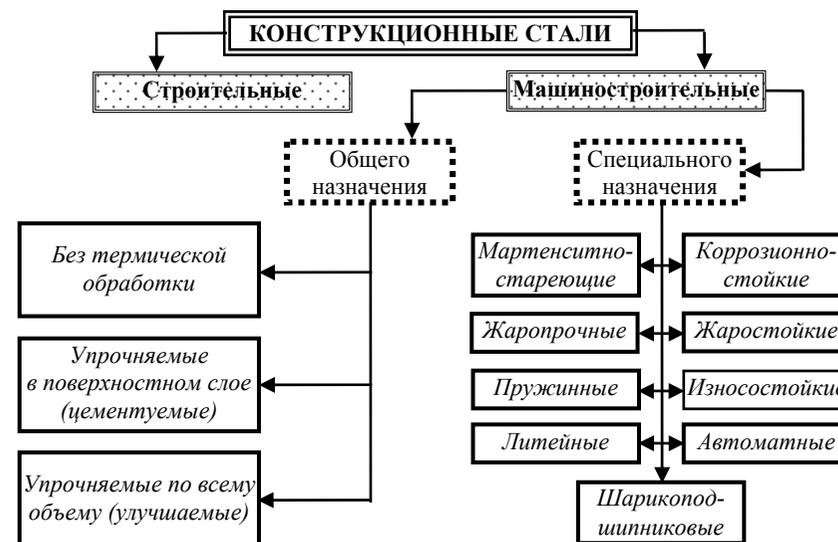


Рис. 2.2. Классификация конструкционных сталей

Конструкционные машиностроительные стали общего назначения

Основным требованием к конструкционным машиностроительным сталям общего назначения является наличие у них определенного комплекса механических свойств с заданным распределением по сечению изделия. Комплекс механических свойств, если не предъявляются какие-либо специальные требования, включает характеристики прочности, пластичности и ударной вязкости.

Стали этой группы по химическому составу делятся на низко- и среднеуглеродистые (ГОСТ 1050-88, ГОСТ 380-2005) и низко- и среднелегированные (ГОСТ 4543-71), а по способу упрочнения — стали без термической обработки, упрочняемые в поверхностном слое (цементируемые) и упрочняемые по всему объему (улучшаемые).

Стали 08кп, 10кп, 15кп, 08, Ст3, используемые *без термической обработки*, поставляются, главным образом, в виде листов. Они должны иметь пониженное содержание углерода и кремния, что обеспечивает их хорошую деформируемость в холодном состоянии. Для холодной штамповки из листовой стали в машиностроении используются стали 09Г2С, 09Г2, 16ГФР, 12ХМ и др.

К сталям, *упрочняемым в поверхностном слое (цементируемые)*, относятся цементируемые, нитроцементируемые, азотируемые, а также стали закаливаемые в поверхностном слое, в том числе с пониженной прокаливаемостью. *Цементируемые углеродистые* стали 10, 15, 15кп, 20пс и др. используются для изготовления деталей, от которых требуется высокая твердость поверхности и невысокая прочность сердцевины: фрикционные диски, поршневые пальцы маломощных двигателей, пальцы ресор, неответственные шестерни и червяки. *Легированные цементируемые* стали (12ХН3А, 12Х2Н4А, 15Х, 15ХА, 15ХФ, 15ХР, 18ХГС, 18Х2Н4А, 20Х, 20ХН, 20ХГР, 18ХГТ, 20Х2Н4А, 20ХГНР, 25ХГН и др.) применяют для деталей более сильно нагруженных, а также для изготовления деталей более крупных размеров и сложной формы: валов, осей, шестерен и др. В таблице 2.5 представлены примеры назначения цементируемых сталей.

Таблица 2.5

Назначение цементируемых сталей	
Марки сталей	Назначение
10, 15, 15кп, 20пс	Детали небольших размеров неответственного назначения
15Х, 20Х	Детали небольшого сечения и несложной формы, работающие при повышенных удельных нагрузках
15ХА, 15ХФ	Небольшие детали, работающие в условиях трения при средних давлениях и скоростях
20ХН, 12ХН3А	Детали средних размеров, испытывающие при работе высокие удельные нагрузки
18ХГС, 25ХГМ	Ответственные детали, работающие при больших скоростях, высоких давлениях и ударных нагрузках
20Х2Н4А	Крупные ответственные тяжело нагруженные детали
18Х2Н4МА	Крупные особо ответственные тяжело нагруженные детали, работающие при больших скоростях с наличием вибрационных и динамических нагрузок

К сталям, *упрочняемым по всему объему (улучшаемым)*, относятся стали, содержащие $\approx 0,35\%$ С (углеродистые и низколегированные) и $0,2...0,3\%$ С (средне- и высоколегированные). Примеры применения улучшаемых сталей представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Примеры применения улучшаемых конструкционных сталей	
Марки сталей	Примеры применения
30, 35, 40, 45, 50, 55	Оси, валы, штоки, шестерни, шпиндели; с увеличением содержания углерода прочность повышается
35Г2, 35Х, 40Х, 45Х	Оси, валы, шестерни, коленчатые и распределительные валы, пальцы, штоки, шатуны
40ХС, 40ХФА	То же, но для более сильно нагруженных деталей
30ХГТ	Оси, валы, рычаги, толкатели
30ХГС, 35ХГСА, 40ХН2МА	Оси, валы, лопатки компрессорных машин, рычаги, толкатели. Клапаны, шатуны, шестерни высокой прочности
30ХН3А, 30ХН2МФА, 38ХН3МФА	Коленчатые валы, шатуны, шпиндели, роторы и диски турбин и другие детали ответственного назначения

Конструкционные машиностроительные стали специального назначения

Специальное назначение этих сталей и сплавов определяется требованиями к конкретному комплексу механических, физических, физико-химических и технологических свойств, необходимому для эксплуатации изделий в строго определенных условиях, например, при очень высоких напряжениях, низких или повышенных температурах, динамических или гидроабразивных нагрузках, в приборах и аппаратах электро- и радиотехнической промышленности.

По основному потребительскому свойству конструкционные машиностроительные стали специального назначения делятся на следующие группы: коррозионно-стойкие, жаростойкие, жаропрочные, пружинные, износостойкие, шарикоподшипниковые, особо высокой прочности и вязкости (мартенситно-старяющиеся), автоматные и литейные.

Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали и сплавы (ГОСТ 5632-72) — стали и сплавы, обладающие стойкостью против электрохимической и химической коррозии (атмосферной, почвенной, щелочной, кислотной, солевой), межкристаллитной коррозии, коррозии под напряжением и др. Они обязательно имеют в своем составе более 12,5 % Cr, роль которого состоит в образовании на поверхности изделия защитной (пассивной) оксидной пленки, прерывающей контакт с агрессивной средой.

В таблице 2.7 представлены области применения коррозионно-стойких сталей и сплавов.

Таблица 2.7

Области применения коррозионно-стойких сталей

Марки сталей и сплавов	Области применения
1	2
20X13, 08X13, 12X13, 25X13H2	Детали с повышенной пластичностью, подвергающиеся ударным нагрузкам (клапаны гидравлических прессов, предметы домашнего обихода), а также изделия, подвергающиеся действию слабоагрессивных сред (атмосферные осадки, водные растворы солей органических кислот при комнатной температуре и др.)

Продолжение таблицы 2.7

1	2
30X13, 40X13	Режущий, мерительный и хирургический инструмент, пружины, карбюраторные иглы, предметы домашнего обихода, клапанные пластины компрессоров
14X17H2	Применяется как сталь с достаточно удовлетворительными технологическими свойствами в химической, авиационной и других отраслях промышленности
95X18	Шарикоподшипники высокой твердости для нефтяного оборудования, ножи высшего качества, втулки и другие детали, подвергающиеся сильному износу
12X17	Предметы домашнего обихода и кухонной утвари, оборудование заводов пищевой и легкой промышленности
08X17T	Рекомендуется в качестве заменителя стали марки 12X18H10T для конструкций, не подвергающихся воздействию ударных нагрузок и при температуре эксплуатации не ниже -20 °С. Применяется для тех же целей, что и сталь марки 12X17, в том числе для сварных конструкций
08X18T1	То же, что и для марок 12X17 и 08X17T, преимущественно для штампуемых изделий
15X25T, 15X28	Рекомендуется в качестве заменителя стали марки 12X18H10T для сварных конструкций, не подвергающихся действию ударных нагрузок при температуре эксплуатации не ниже -20 °С для работы в более агрессивных средах по сравнению со средами, для которых рекомендуется сталь марки 08X17T. Трубы для теплообменной аппаратуры, работающей в агрессивных средах
20X13H4Г9	Заменитель холоднокатаной стали марок 12X18H9 и 17X18H9 для прочных и легких конструкций, соединенных точечной электросваркой

Продолжение таблицы 2.7

1	2
10X14AГ15, 10X14Г14НЗ	То же, и для предметов домашнего обихода и стиральных машин
09X15Н8Ю, 07X16Н6	Рекомендуется как высокопрочная сталь для изделий, работающих в атмосферных условиях, уксуснокислых и других солевых средах и для упругих элементов
08X17Н5МЗ	То же, что и сталь 08X15Н8Ю и для серно-кислых сред
08X17Н6Т	Применяется для крыльевых устройств, рулей, кронштейнов, судовых валов, работающих в морской воде. Рекомендуется как заменитель стали марок 09X17Н7Ю и 09X17Н7Ю1
08X18Г8Н2Т	Рекомендуется как заменитель стали марок 12X18Н10Т и 08X18Н10Т для изготовления сварной аппаратуры, работающей в агрессивных средах, в химической, пищевой и других отраслях промышленности
20X17Н2	Рекомендуется как высокопрочная сталь для тяжело нагруженных деталей, работающих на истирание и на удар в слабоагрессивных средах
08X22Н6Т	Рекомендуется как заменитель стали марок 12X18Н10Т и 08X18Н10Т для изготовления сварной аппаратуры в химической, пищевой и других отраслях промышленности, работающей при температуре не выше 300 °С
12X21Н5Т	Применяется для сварных и паяных конструкций, работающих в агрессивных средах
08X21Н6М2Т	Рекомендуется как заменитель марки 10X17Н13М2Т для изготовления деталей и сварных конструкций, работающих в средах повышенной агрессивности: уксуснокислых, сернокислых, фосфорнокислых средах
10X14Г14Н4Т	Рекомендуется как заменитель стали марки 12X18Н10Т для изготовления оборудования, работающего в средах слабой агрессивности, а также при температурах до -196 °С

Продолжение таблицы 2.7

1	2
12X17Г9АН4	Изделия, работающие в атмосферных условиях. Рекомендуется как заменитель стали марок 12X18Н9 и 12X18Н10Т
15X17АГ14	Рекомендуется как заменитель стали марки 12X18Н9 для изделий, работающих в средах слабой агрессивности. Хорошо сопротивляется атмосферной коррозии
10X17Н13М2Т, 10X17Н13М3Т, 08X17Н15М3Т, 03X17Н14МЗ, 03X16Н15МЗ, 03X16Н15МЗБ, 08X17Н13М2Т	Рекомендуется для изготовления сварных конструкций, работающих в условиях действия кипящей фосфорной, серной, 10%-ной уксусной кислот и сернокислых средах
15X18Н12С4ТЮ	Рекомендуется для сварных изделий, работающих в воздушной и агрессивных средах, в частности для концентрированной азотной кислоты
08X10Н20Т2	Рекомендуется как немагнитная сталь для производства крупногабаритных деталей, работающих в морской воде
04X18Н10	Применяется для тех же целей, что и сталь марки 08X18Н10Т, и для работы в азотной кислоте и азотнокислых средах при повышенных температурах
03X18Н11, 03X18Н12	Применяется для тех же целей, что и сталь марки 08X18Н10Т, и для работы в азотной кислоте и азотнокислых средах при повышенных температурах, а также в электронной промышленности
12X18Н9, 08X18Н10, 17X18Н9, 12X18Н10Е, 12X18Н12Т	Применяется в виде холоднокатаного листа и ленты повышенной прочности для различных деталей и конструкций, свариваемых точечной сваркой, а также для изделий, подвергаемых термической обработке (закалке)

Продолжение таблицы 2.7

1	2
08X18H10T	Рекомендуется для изготовления сварных изделий, работающих в средах более высокой агрессивности, чем сталь марок 12X18H10T и 12X18H12T
12X18H10T, 12X18H9T	Применяется для изготовления сварочной аппаратуры в разных отраслях промышленности
06X18H11, 08X18H12T, 08X18H12Б	Применяется для тех же целей, что и сталь марки 08X18H10, при жестком ограничении содержания ферритной фазы
10X13Г18Д	Рекомендуется взамен стали марок 12X18H10T, 08X18H10 для изготовления сварных изделий бытовой техники, вагоностроения, товаров народного потребления, машин и аппаратов продовольственного и торгового машиностроения, пластинчатых теплообменников
06XH28MДT, 03XH28MДT	Сварные конструкции, работающие при температурах до 80 °С в серной кислоте различных концентраций, за исключением 55 %-ной уксусной и фосфорной кислот, в кислых и сернокислых средах
06XH28MT	Рекомендуется для изготовления сварных конструкций и узлов, работающих в средах, менее агрессивных, чем для стали марки 06XH28MДT. В частности, в серной кислоте низких концентраций до 20 % при температуре не выше 60 °С, а также в условиях действия горячей фосфорной кислоты
09X16H4Б	Применяется для изготовления высокопрочных штампосварных конструкций и деталей, работающих в контакте с агрессивными средами
09X17H7Ю	Применяется для крыльевых устройств, рулей и кронштейнов, работающих в морской воде
09X17H7Ю1	Применяется для судовых валов, работающих в морской воде

Окончание таблицы 2.7

1	2
07X21Г7АН5	Сварные изделия, работающие при криогенных температурах до -253 °С и в средах средней агрессивности
03X21H21M4ГБ	Рекомендуется для изготовления сварных конструкций и узлов, работающих в условиях действия горячей фосфорной кислоты с примесью фтористых и сернистых соединений: серной кислоты низких концентраций и температуры не выше 80 °С, азотной — до 95 °С
XH65MB	Применяется для изготовления сварных конструкций, работающих при повышенных температурах в сернокислых и солянокислых средах, обладающих окислительным характером, в концентрированной уксусной кислоте
H70MФB	Применяется для изготовления сварных конструкций, работающих при высоких температурах в соляной, серной, фосфорной кислотах
XH58B	Применяется для изготовления сварных конструкций, работающих в растворах азотной кислоты в присутствии фторионов
XH65MBY	Применяется для изготовления сварных конструкций, работающих при повышенных температурах в агрессивных средах окислительно-восстановительного характера (серная, уксусная кислоты, влажный хлор, хлориды и т. д.)
07X16H4Б	Предназначается для изготовления высоконагруженных деталей изделий судового машиностроения, сварных узлов, объектов атомной энергетики, химической промышленности
65X13	Предназначается для изготовления лезвий безопасных бритв и кухонных ножей
03X23H6, 03X22H6M2	Предназначается для изготовления аппаратуры в химическом машиностроении
03X18H10T, 05X18H10T, 0X18H10T	Применяется для изготовления сильфонокомпенсаторов

Жаростойкие (окалиностойкие) стали и сплавы (ГОСТ 5632-72) — стали и сплавы, обладающие стойкостью против химического разрушения поверхности в газовых средах при температурах выше 550 °С и работающие в ненагруженном или слабонагруженном состоянии. Эти стали и сплавы получают на базе системы Fe–Cr–Ni с небольшим количеством кремния.

В таблице 2.8 представлены области применения жаростойких сталей и сплавов.

Таблица 2.8

Области применения жаростойких сталей

Марки сталей и сплавов	$t_{\text{раб}}^*$, °С	$t_{\text{окал}}^{**}$, °С	Области применения
1	2	3	4
40X9C2	–	850	Клапаны выпуска автомобильных, тракторных и дизельных моторов, трубы рекуператоров, теплообменники, колосники
40X10C2M	–	850	Клапаны моторов
30X13H7C2	–	950	Клапаны автомобильных моторов
15X6CЮ	–	800	Детали котельных установок, трубы
12X13	–	700	Детали турбин, трубы, детали котлов
10X13CЮ	–	950	Клапаны автотракторных моторов, различные детали
12X17, 08X17T, 08X18T1	–	900	Теплообменники, оборудование кухонь и т. п., трубы
15X18CЮ	–	1 050	Трубы пиролизных установок, аппаратура, детали
15X25T	–	1 050	Аппаратура, детали, чехлы термопар, электроды искровых зажигательных свечей, трубы пиролизных установок, теплообменники
15X28	–	1 100... 1 150	Аппаратура, детали, трубы пиролизных установок, теплообменники

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4
08X20H14C2	–	1 000... 1 050	Трубы
20X20H14C2	–	1 000... 1 050	Печные конвейеры, ящики для цементации
20X23H13	1 000	1 050	Трубы для пиролиза метана, пирометрические трубки
09X14H16Б	650	850	Трубы пароперегревателей и трубопроводы установок сверхвысокого давления
08X18H10, 12X18H9, 08X18H10T, 12X18H10T, 12X18H9T	800	850	Трубы, детали печной арматуры, теплообменники, муфелы, реторты, патрубки и коллекторы выхлопных систем, электроды искровых зажигательных свечей
12X18H12T	800	850	Трубы
36X18H25C2	1 000	1 100	Печные конвейеры и другие нагруженные детали
10X23H18, 20X23H18	1 000	1 050	Трубы и детали установок для конверсии метана, пиролиза, листовые детали
12X25H16Г7АР	1 050	1 100	Детали газопроводных систем, изготавливаемых из тонких листов, ленты, сортового проката
55X20Г9АН4, 45X22H4М3	–	950	Клапаны автомобильных моторов
20X25H20C2	1 050	1 100	Подвески и опоры в котлах, трубы электролизных и пиролизных установок
ХН38ВТ	1 000	1 050	Детали газовых систем
ХН28ВМАБ	800... 1 000	1 100	Листовые детали турбин

Окончание таблицы 2.8

1	2	3	4
ХН45Ю	1 250 ...1 30 0	–	Детали горелочных устройств, чехлы термопар, листовые и трубчатые детали печей
ХН60Ю	1 200	Более 1 250	Детали газопроводных систем, аппаратура
ХН75МБТЮ	1 050	1 100	Детали газопроводных систем, аппаратура
ХН78Т	1 100	1 150	Детали газопроводных систем, сортовые детали, трубы
ХН60ВТ	1 000	1 100	Листовые детали двигателя
ХН70Ю	1 200	Более 1 250	Детали газопроводных систем
* $t_{\text{раб}}$ — рекомендуемая максимальная температура применения в течение длительного времени (до 10000 ч).			
** $t_{\text{окал}}$ — температура начала интенсивного окисления в воздушной среде.			

Жаропрочные стали и сплавы — стали и сплавы, способные работать в нагруженном состоянии при высоких температурах в течение определенного времени и обладающие при этом достаточной жаростойкостью.

Жаропрочные стали и сплавы в своем составе обязательно содержат никель и марганец. Никель обеспечивает существенное увеличение предела длительной коррозионной прочности при незначительном увеличении предела текучести и временного сопротивления. Эти стали могут дополнительно легироваться молибденом, вольфрамом, ниобием, титаном, бором, йодом и др. Микролегирование бором, а также редкоземельными и некоторыми щелочноземельными металлами повышает такие характеристики, как число оборотов при кручении, пластичность и вязкость при высоких температурах. Химический состав и структура этих сталей весьма разнообразны.

В таблице 2.9 представлены области применения и назначение жаропрочных сталей и сплавов.

Таблица 2.9

Области применения и назначение жаропрочных сталей

Марки сталей и сплавов	$t_{\text{раб}}^*$, °C	$t_{\text{окал}}^{**}$, °C	Срок службы***	Назначение
1	2	3	4	5
40X9C2, 40X10C2M	650	850	Д	Клапаны моторов, крепежные детали
11X11H2B2MФ, 13X11H2B2MФ	600	750	Д	Диски компрессора, лопатки и другие нагруженные детали
16X11H2B2MФ	600 500	750 750	Д ВД	Лопатки паровых турбин, клапаны, болты и трубы
20X13	500	750	ВД	
12X13	550	700	ВД	
08X13	650	750	О	Высоконагруженные детали, в том числе диски, валы, стяжные болты, лопатки и другие детали, работающие в условиях повышенной влажности
13X14H3B2ФP	550	750	ВД	
15X11MФ	580	750	ВД	Рабочие и направляющие лопатки паровых турбин
15X12BHMФ	780	950	Д	Роторы, диски, лопатки, болты
45X22H4M3	850	950	Д	Клапаны моторов
55X20Г9АН4	600	750	ВД	Клапаны моторов
18X12BMБФP	500	750	ВД	Поковки, турбинные лопатки, крепежные детали
37X12H8Г8MФБ	630	750	Д	Диски турбин
10X11H20T3P, 10X11H20T2P	700	850	О	Детали турбин (поковки, сорт, лист)
10X11H23T3MP	700	850	О	Пружины и детали крепежа
09X16H4Б	650	850	ВД	Трубы пароперегревателей и трубопроводы установок сверхвысокого давления, листовой прокат
09X14H19B2BP	700			

Продолжение таблицы 2.9

1	2	3	4	5
18X11МНФБ, 20X12ВНМФ	600	750	ВД	Высоконагруженные детали, лопатки паровых турбин, детали клапанов, поковки дисков, роторов паровых и газовых турбин
09X14Н16Б	650	850	ВД	Трубы пароперегревателей и трубопроводы установок сверхвысокого давления, листовой прокат
09X14Н19В2БР1	700	850	ВД	Роторы, диски и лопатки турбин
45X14Н14В2М	650	850	Д	Клапаны моторов, поковки, детали трубопроводов
14X17Н2	400	800	Д	Диски, валы, втулки
40X15Н7Г7Ф2МС	650	800	О	Лопатки газовых турбин, крепежные детали
08X15Н24В4ТР	700	900	ВД	Рабочие и направляющие лопатки, крепежные детали, диски газовых турбин
08X16Н13М2Б	600	850	ВД	Поковки для дисков и роторов, лопатки, болты
09X16Н15М3Б	350	850	ВД	Трубы пароперегревателей и трубопроводов высокого давления
12X18Н10Т, 12X18Н12Т, 12X18Н9Т	600	850	ВД	Детали выхлопных систем, трубы, листовые и сортовые детали
10X23Н18	1000	1050	Д	Трубы, арматура (при пониженных нагрузках)
20X23Н18	1000	1050	Д	Детали установок в химической и нефтяной промышленности, газопроводы, камеры сгорания, нагревательные элементы сопротивления

Продолжение таблицы 2.9

1	2	3	4	5
12X25Н16Г7АР	950	1050... 1100	О	Листовые и сортовые детали, работающие при умеренных напряжениях
31X19Н9МВБТ	600	800	ВД	Роторы, диски, болты
ХН35ВТ	650	850... 900	ВД	Лопатки газовых турбин, диски, роторы, крепежные детали
ХН35ВТЮ	750	900	О	Диски и лопатки турбин и компрессоров
ХН38ВТ	950	1050	О	Листовые детали, работающие при умеренных напряжениях
ХН60Ю	1100	1200	О	Листовые детали турбин, работающие при умеренных напряжениях, нагревательные элементы сопротивления
ХН70ВМЮТ	750 800	1000 1000	ВД	Лопатки, крепежные детали
ХН70ВМТЮ	850	1000	Д	Лопатки турбин
ХН32Т	850	1000	ВД	Газоотводящие трубы, листовые детали высокотемпературных нефтехимических установок
ХН80ТБЮ	700	1050	ВД	Лопатки, крепежные детали турбин
ХН70МВТЮБ	850	1000	О	Лопатки турбин
ХН70Ю	1100	1200	О	Листовые детали, газопроводы, работающие при умеренных напряжениях (может применяться для нагревательных элементов сопротивления)

Окончание таблицы 2.9

1	2	3	4	5
ХН78Т	1 000	1 100	О	Жаровые трубы
ХН67МВТЮ	800	1 000	Д	Лопатки, корпуса, диски, листовые детали турбин
	850	1 000	О	
ХН75МБТЮ	950	1 050	О	
ХН77ТЮР	750	1 050		
ХН60ВТ	1 000	1 100		
ХН57МТВЮ	850	1 000	К	
ХН55МВЮ	900	1 080	К	
ХН62МВКЮ	900	1 080	О	
	800	1 080	Д	
ХН70ВМТЮФ	850	1 050	Д	
ХН75ВМЮ	850	1 080	О	
	800	1 080	Д	
ХН56МВКЮ, ХН55МВТКЮ	950	1 050	О	
	ХН77ТЮРУ			
Н65ВМТЮ	800	1 000	ВД	Рабочие и направляющие лопатки, крепежные детали газовых турбин
ХН56ВМТЮ	800	1 050	О	Высоконагруженные детали, штуцера, фланцы, листовые детали
<p>*$t_{\text{раб}}$ — рекомендуемая температура применения. **$t_{\text{окал}}$ — температура начала интенсивного окалинообразования в воздушной среде. ***Под кратковременным (К) сроком работы условно понимают время службы детали до 100 ч, под ограниченным (О) сроком — от 100 до 1000 ч, под длительным (Д) сроком работы — от 1000 до 10 000 ч (в отдельных случаях до 20 000 ч), под весьма длительным (ВД) сроком работы — время значительно больше 10 000 ч (обычно от 50 000 до 100 000 ч).</p>				

Криогенные машиностроительные стали и сплавы (ГОСТ 5632-72) по химическому составу являются низкоуглеродистыми (0,10 % С) и высоколегированными (Cr, Ni, Mn и др.) сталями

аустенитного класса (08Х18Н10, 12Х18Н10Т, 03Х20Н16АГ6, 03Х13АГ19 и др.). Основными потребительскими свойствами этих сталей являются пластичность и вязкость, которые с понижением температуры (от 20 до -196 °С) либо не меняются, либо мало уменьшаются, т.е. не происходит резкого снижения вязкости, характерного при хладноломкости. Например, для криогенных сталей (0Н6А, 0Н9А) после соответствующей термической обработки (двойная нормализация и отпуск или закалка в воде и отпуск) характерно при понижении температуры повышение предела ползучести от 400 до 820 МПа. Криогенные машиностроительные стали классифицируются по температуре эксплуатации в диапазоне от -196 до -296 °С и используются для изготовления деталей криогенного оборудования.

Износостойкие стали (ГОСТ 5632-72) по химическому составу могут быть высокоуглеродистыми (1,1...1,3 % С) или низкоуглеродистыми и высоколегированными (Si, Mn, Cr, Ni и др.). Основное потребительское свойство этих сталей — высокая стойкость деталей при кавитационной коррозии и механическом изнашивании при значительных ударных нагрузках. Эти стали (12Х18Н9Т, 30Х10Г10, 0Х14АГ12, 0Х14АГ12М, Г13, 110Г13, 110Г13ХБР) применяют чаще в литом или ковном (катаном) состоянии, т.к. их общее технологическое свойство — пониженная обрабатываемость резанием. Износостойкие стали используются для изготовления лопастей гидротурбин и гидронасосов, крестовин рельсов, щек дробилок, ковшей экскаваторов, черпаков землеройных машин, гусеничных траков и др.

Рессорно-пружинные стали и сплавы (ГОСТ 14959-79) — среднеуглеродистые (0,6...0,8 % С), низколегированные (Mn, Si, Cr, Ni и др.) стали, обладающие высокими механическими свойствами, в первую очередь высокими пределами упругости и прочности при достаточной вязкости и пластичности. Помимо требования высоких механических свойств к этим сталям могут предъявляться дополнительные требования по физико-химическим свойствам: немагнитности, коррозионной стойкости, низкому или постоянному температурному коэффициенту модуля упругости и др.

Для получения этих свойств стали должны содержать более 0,5 % С и быть способными к термической обработке — закалке и отпуску. Пружинные стали (65, 70, 75, 80, 85, 60Г, 65Г, 70Г, 55С2, 55С2А, 60С2, 60С2А, 70С3А, 60С2Г, 50ХГ, 50ХГА, 55ХГР, 50ХФА,

51ХФА, 50ХГФА, 55С2ГФ, 60С2ХА, 60С2ХФА, 60С2ВА, 60С2Н2А 70С2ХА) в основном используются для изготовления пружин, рессор, торсионов, проволоки и др.

Примеры применения рессорно-пружинных сталей представлены в таблице 2.10.

Таблица 2.10

Примеры применения рессорно-пружинных сталей

Марки сталей	Применение
60Г, 65, 65Г, 70, 70Г, 75, 80, 85	Пружины различных механизмов и машин: рессор, пружин клапанов двигателей автомобиля, плоские пружины прямоугольного сечения толщиной от 3 до 12 мм (сталь 65Г), пружины из проволоки диаметром 0,14...8 мм с холодной навивкой пружин различных размеров после закалки с последующим средним отпуском при 300 °С
60С2, 60С2А	Рессоры из полосовой стали толщиной 3...16 мм и пружинной ленты толщиной 0,08...3 мм; витые пружины из проволоки диаметром 3...16 мм. Обрабатываются резанием плохо. Максимальная температура эксплуатации — 250 °С
70С3А	Тяжелонагруженные пружины ответственного назначения
50ХГ, 50ХГА	Рессоры из полосовой стали толщиной 3...18 мм. Обрабатывается резанием плохо
50ХФА, 50ХГФА	Ответственные пружины и рессоры, работающие при повышенной температуре (до 300 °С); пружины, подвергаемые многократным переменным нагрузкам
60С2ХА	Крупные высоконагруженные пружины и рессоры ответственного назначения
60С2Н2А, 65С2ВА	Ответственные высоконагруженные пружины и рессоры, изготавливаемые из калиброванной стали и пружинной ленты

Стали особо высокой прочности и вязкости (мартенситно-стареющие) по химическому составу являются безуглеродистыми (менее 0,03 % С) и высоколегированными (Ni, Co, Mo, Cr, Ti, Вe и др.): Н18К9М5, Н10Х11М2Т, Н10Х12Д2Т, Н12К15М10, Н18К9М5Т, Н18К8М3, Н18К12М5Т, Н4Х12К15М4Т. Эти стали обладают повышенными технологическими свойствами: хорошей свариваемостью, обрабатываемостью резанием и пластичностью в закаленном состоянии. Мартенситно-стареющим сталям можно придать стойкость против коррозии и теплостойкость. Так, при дополнительном легировании хромом ($\approx 12\%$) эти стали становятся коррозионно-стойкими даже в сильно агрессивных средах (морской воде, кислотах и др.).

Мартенситно-стареющие стали являются особо высококачественными и из-за высокой стоимости применяются только для изготовления деталей наиболее ответственного назначения. Из стали Н18К9М5 изготавливают шестерни, валы, корпуса ракет, из Н10Х11М2Т — гидрокрылья, корпуса подводных лодок, батискафов, из Н10Х12Д2Т — детали химической аппаратуры, пружины и др., из Н4Х12К15М4Т — штампы горячего деформирования, детали тепловых энергетических установок и др.

Подшипниковые стали (ГОСТ 801-78 и ГОСТ 21022-75) по химическому составу являются высокоуглеродистыми (0,95...1,05 % С), низколегированными (Cr, Si, Mn и др.). Основные потребительские свойства этих сталей — повышенные твердость (61...65 HRC), износостойкость и сопротивление контактной усталости. Эти стали применяют, главным образом, для изготовления шариков, роликов и колец подшипников. Номенклатура марок стали данного вида достаточно широка. Это объясняется разнообразием требований к эксплуатационным свойствам подшипников со стороны традиционных, а также новых отраслей промышленности и сельского хозяйства.

Наиболее распространенные подшипниковые высокоуглеродистые стали можно классифицировать следующим образом:

- стали для подшипников, работающих в обычных условиях (хромистая, хромистая с добавкой молибдена, хромомарганцевокремнистая, хромомарганцевая с добавкой молибдена);
- стали для подшипников, работающих в агрессивных средах и при повышенной температуре (коррозионно-стойкая, теплостойкая).

К первым относятся стали марок ШХ4, ШХ15, ШХ15СГ, ШХ20СГ (ГОСТ 801-78). Буква «Ш» в начале маркировки означает — подшипниковая, содержание хрома в данной стали приведено в десятых долях процента. В конце марки может быть указан способ производства: Ш — сталь, полученная методом электрошлакового переплава (ШХ15Ш), В — сталь, полученная вакуумированием (ШХ15В).

Пример. ШХ15СГ — сталь конструкционная подшипниковая (Ш), 15 — содержание хрома (1,5 %), легированная Si (С) в количестве 1 % и Mg (Г) в количестве 1 %.

Ко вторым относятся стали марок ШХ15-ШД, 95Х18-Ш, 11Х18М-ШД, 20Х2Н4А и 18ХГТ, 8Х4В9Ф2, 8Х4М4ВФ1-Ш и др. Буква Ш указывает на то, что сталь выплавлена методом электрошлакового переплава, ШД — вакуумно-дуговой переплав стали электрошлакового переплава.

Выбор стали для конкретного подшипника диктуется его размерами и условиями эксплуатации. Из хромистой и хромомарганцевокремнистой сталей изготавливают подшипники, работающие в интервале температур 60...300 °С. Эксплуатация подшипников при температуре, превышающей 100 °С, требует специальной термической обработки деталей, обеспечивающей стабильность размеров, но сопровождающейся снижением твердости, а также сопротивления контактной усталости стали.

Кроме изготовления деталей подшипников сталь ШХ15, например, применяется также для производства игл распылителей форсунок, обратных клапанов и подушек впрыскивающих систем, валков топливных насосов, роликов, осей различных рычагов и других деталей, от которых требуется высокая твердость и хорошее сопротивление износу.

Автоматные стали (стали конструкционные повышенной и высокой обрабатываемости резанием) (ГОСТ 1414-75) содержат 0,08...0,45 % С и повышенное содержание серы (0,05...0,3 %), фосфора (0,05...0,16 %) и часто марганца (0,6...1,55 %), которые облегчают резание, способствуют дроблению и легкому отделению стружки, обеспечивая чистоту обрабатываемой поверхности. Срок службы режущего инструмента при обработке автоматных сталей увеличивается. Улучшение обрабатываемости стали достигается также микролегированием свинцом, селеном, кальцием.

Однако введение этих элементов снижает прочностные характеристики сталей, поэтому их применяют для изготовления малоответственных деталей, от которых не требуется высоких механических свойств.

Автоматные стали получили свое наименование в связи с их обработкой на станках-автоматах с повышенной скоростью резания, предназначенных для изготовления деталей массового спроса (шайб, болтов, гаек, шпилек и некоторых других деталей автомобилестроения).

В обозначении марки первая буква А указывает, что сталь автоматная, цифры в ней показывают содержание углерода в сотых долях процента. Содержание свинца обозначается буквой С, кальций — Ц, селена — Е.

Пример. АС45Г2 — автоматная сталь с содержанием углерода 0,45 %, с содержанием Pb (менее 1 %) и Mg (2 %).

Области применения автоматных сталей представлены в таблице 2.11.

Таблица 2.11

Области применения автоматных сталей

Группы сталей	Марки сталей	Области применения
1	2	3
Углеродистая сернистая	А11, А12, А20, А30, А35, А40Г	Неответственные детали машин, крепежные детали, малонагруженные детали сложной формы, к которым предъявляются требования высокой точности размеров и чистоты поверхности, а также детали, испытывающие высокие напряжения (А35, А40Г)
Углеродистая свинецсодержащая	АС14	Паропроводные и пароперегревательные трубы установок сверхвысокого давления с длительным сроком службы при температурах до 700 °С; фасонные профили высокой точности
	АС40	Молотовые штампы, бандажи и матрицы

Окончание таблицы 2.11

1	2	3
Сернистомарганцовистая свинецсодержащая	АС35Г2, АС45Г2	Валики масляных насосов в автомобилестроении
Легированная свинецсодержащая	АС12ХН	Рычаги переключения передач, храповики коленчатого вала, фланцы масляных насосов, тяги, гайки, муфты в автомобилестроении
	АС14ХГН	Оси сателлитов дифференциала, скользящие муфт синхронизатора, ступицы в автомобилестроении
	АС19ХГН	Детали типа промежуточного зубчатого колеса заднего хода, втулки зубчатого колеса вторичного вала коробки передач в автомобилестроении
	АС20ХГНМ	Венцы зубчатых синхронизаторов первичного вала коробки передач в автомобилестроении
	АС30ХМ	Червяки рулевого управления в автомобилестроении
	АС38ХГМ	Кольца запорного подшипника полуоси в автомобилестроении
	АС40ХГНМ	Ролики вала, сошка плунжера, натяжитель цепи толкателя привода бензонасоса в автомобилестроении
	АС40Х	Кольца полуосей автомобилей
Углеродистая сернисто-селенистая	А35Е, А45Е	Молотовые штампы, бандажи и матрицы
Хромистая сернисто-селенистая	А40ХЕ	
Углеродистая кальцийсодержащая	АЦ20	Шестерни коробок передач автомобилей

Литейные стали (ГОСТ 977-88) содержат до 0,9 % Mn, до 0,52 % Si и не более 0,06 % S и 0,08 % P. Литейные свойства сталей значительно хуже, чем чугунов и большинства литейных цветных сплавов.

Многие литейные стали имеют ту же марку, что и деформируемые, отличаясь лишь буквой Л в конце марки (15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л и 35ХМЛ, 35ХГСЛ, 12Х18Н9ТЛ и др.). В этом случае химический состав литейной стали практически такой же, как деформируемой, и различается лишь допустимое количество вредных примесей (в литейной стали оно несколько больше). Немало легированных сталей разработано специально в качестве литейных и не имеет аналога среди деформируемых (например, сталь 20ФЛ, применяемая для литья крупногабаритных деталей грузовых вагонов, и сталь 08ГДНФЛ — для изготовления ответственных крупных деталей в судостроении, работающих до 60 °С).

Для изготовления отливок согласно ГОСТ 977-88 предусмотрены следующие марки сталей:

– конструкционные нелегированные 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л;

– конструкционные легированные 20ГЛ, 35ГЛ, 20ГСЛ, 30ГСЛ, 20Г1ФЛ, 20ФЛ, 30ХГСФЛ, 45ФЛ, 32Х06Л, 40ХЛ, 20ХМЛ, 20ХМФЛ, 20ГНМФЛ, 35ХМЛ, 30ХНМЛ, 35ХГСЛ, 35НГМЛ, 20ДХЛ, 08ГДНФЛ, 13ХНДФЛ, 12ДН2ФЛ, 12ДХН1МФЛ, 23ХГС2МФЛ, 12Х7Г3СЛ, 25Х2ГНМФЛ, 27Х5ГСМЛ, 30Х3С3ГМЛ, 03Н12Х5М3ТЛ, 03Н12Х5М3ТЮЛ;

– легированные специального назначения: коррозионно-стойкие 20Х13Л, 08Х14НДЛ, 09Х16Н4БЛ, 09Х17Н3СЛ, 10Х12НДЛ, 15Х13Л, 15Х25ТЛ, 08Х15Н4ДМЛ, 08Х14Н7МЛ, 14Х18Н4Г4Л, 12Х25Н5ТМФЛ, 16Х18Н12С4ТЮЛ, 10Х18Н3Г3Д2Л, 10Х18Н9Л, 12Х18Н9ТЛ, 10Х18Н11БЛ, 12Х18Н12М3ТЛ, 07Х17Н16ТЛ; жаростойкие 20Х5МЛ, 20Х8ВЛ, 40Х24Н12СЛ, 20Х20Н14С2Л, 55Х18Г14С2ТЛ, 15Х23Н18Л, 20Х25Н19С2Л, 18Х25Н19СЛ, 45Х17Г13Н3ЮЛ, 40Х9С2Л35Х23Н7СЛ; жаропрочные 20Х12ВНМФЛ, 35Х18Н24С2Л, 31Х19Н9МВБТЛ, 12Х18Н12БЛ, 08Х17Н34В5Т3Ю2РЛ, 15Х18Н22В6М2РЛ, 20Х21Н46В8РЛ; износостойкие 110Г13Л, 110Г13Х2БРЛ, 110Г13ФТЛ, 130Г14ХМФАЛ, 120Г10ФЛ; быстрорежущие 85Х4М5Ф2В6Л (Р6М5Л), 90Х4М4Ф2В6Л (Р6М4Ф2Л).

Области применения некоторых литейных сталей представлены в таблицах 2.12...2.14.

Таблица 2.12

Области применения литейных углеродистых сталей

Марки сталей	Области применения
15Л	Детали, подвергающиеся ударным нагрузкам (копровые бабы, захваты, блоки, ролики и др.) и резким изменениям температуры, а также детали сварно-литых конструкций с большим объемом сварки
20Л	Арматура и детали трубопроводов, фасонные отливки, изготавливаемые методом выплавляемых моделей, детали сварно-литых конструкций, ответственные детали автосцепки (корпуса, тяговые хомуты, замковые упорные плиты)
25Л	Станины прокатных станов, шкивы, траверсы, поршни, корпуса подшипников, зубчатые колеса, арматура паровых турбин, оси, валы и др. детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок при температуре от -40 до +450 °С
30Л	Корпуса редукторов, муфты, шкивы, кронштейны, станины, балки, бандажи, маховики и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок
35Л	Задвижки, вилки, кронштейны и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок
40Л, 45Л	Станины, корпуса, муфты, тормозные диски, зубчатые колеса, кожухи, вилки, звездочки, детали лебедки, храповики и другие ответственные детали, к которым предъявляют требования повышенной прочности и высокого сопротивления износу. Детали, работающие под давлением при температуре от -30 до +450° С
50Л, 55Л	Зубчатые колеса, бегунки, зубчатые венцы, зубчатые муфты, ходовые колеса

Таблица 2.13

Области применения литейных легированных сталей

Марки сталей	Области применения
1	2
20ГЛ	Диски, звездочки, зубчатые венцы, барабаны и другие детали, к которым предъявляются требования по прочности и вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок
35ГЛ	Диски, звездочки, зубчатые венцы, барабаны, шкивы и другие тяжело нагруженные детали экскаваторов, крышки подшипников, цапфы
30ГСЛ	Зубчатые колеса, ролики, обоймы, зубчатые венцы, рычаги, фланцы, шкивы, сектора, колонны, ходовые колеса и другие детали
30ХГСФЛ	Литые детали экскаваторов
45ФЛ	Износостойкие литые детали для тракторов и металлургического оборудования
40ХЛ	Детали повышенной прочности, а также работающие на износ
20ХМЛ	Шестерни, крестовины, втулки, зубчатые колеса, цилиндры, обоймы и другие корпусные детали, работающие при температуре до 500 °С
20ХМФЛ	Детали арматуры, корпусные детали, цилиндры, работающие при температуре до 540 °С
35ХМЛ	Шестерни, крестовины, втулки, зубчатые колеса, печные детали и другие ответственные детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок
30ХНМЛ	Ответственные нагруженные детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и достаточной вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок при температуре до 400 °С
35ХГСЛ	Зубчатые колеса, звездочки, оси, валы, муфты и другие ответственные детали, от которых требуется повышенная износостойкость

Окончание таблицы 2.13

1	2
35НГМЛ, 20ДХЛ	Ответственные нагруженные детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и достаточной вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок
12Х7ГЗСЛ	Ответственные высоконагруженные детали со стенкой толщиной до 100 мм, работающие в условиях статических и динамических нагрузок

Таблица 2.14

Области применения литейных легированных сталей со специальными свойствами

Марки сталей	Область применения
20Х13Л	Детали, подвергающиеся ударным нагрузкам (клапаны гидравлических прессов, сегменты сопел, и др.)
40Х9С2Л	Детали, работающие длительное время под нагрузкой при температуре до 700 °С (клапаны моторов, колошники, крепежные детали)
08Х14Н7МЛ	Детали изделий, работающих при комнатных и низких (до -196 °С) температурах
14Х18Н4Г4Л	Коллекторы выхлопных систем, детали печной арматуры и др.
10Х18Н19Л	Коллекторы выхлопных систем, детали печной арматуры и другие детали, работающие при температуре до 400 °С
35Х18Н24С2Л	Детали, работающие при высоких температурах в сильнонагруженном состоянии (печные конвейеры, шнеки, крепежные детали)
110Г13Л, 110Г13ФТЛ	Гусеничные траки, звездочки, зубья ковшей экскаваторов, щеки дробилок и другие детали, работающие на ударный износ
120Г10ФЛ	Звенья гусениц тракторов и другие детали, работающие в условиях абразивного износа
85Х4М5Ф2В6Л (Р6М5Л), 90Х4М4Ф2В6Л (Р6М4Ф2Л)	Литые заготовки для инструмента, получаемого последующим методом горячей пластической деформации (ковка, горячее выдавливание), и для литого металлорежущего инструмента

Строительные стали

В качестве строительных сталей используют низкоуглеродистые (ГОСТ 380-2005) и низколегированные (ГОСТ 19281-89) стали.

Основным стандартом, регламентирующим характеристики сталей для строительных металлических конструкций, является ГОСТ 27772-88, согласно которому стали выпускаются марок С235, С245, С255, С275, С285, С345, С345Д, С345К, С375, С375Д, С390, С390Д, С390К, С440, С440Д, С590, С590К.

Сопоставление марок строительных сталей по ГОСТ 27772-88, ГОСТ 380-2005 и ГОСТ 19281-89 приведено в таблице 2.15.

Таблица 2.15

Соответствие марок строительных сталей по ГОСТ 27772-88, ГОСТ 380-2005 и ГОСТ 19281-89

Марки сталей по ГОСТ 27772-88	Марки сталей по действующим стандартам	Обозначение стандарта
С235	Ст3кп	ГОСТ 380-2005
С245	Ст3пс, Ст3сп	ГОСТ 380-2005
С255	Ст3Гпс, Ст3Гсп	ГОСТ 380-2005
С275	Ст3пс	ГОСТ 380-2005
С285	Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп	ГОСТ 380-2005
С345	12Г2С, 09Г2С	– ГОСТ 19281-89
С345Д	12Г2СД, 09Г2СД	– ГОСТ-19281-89
С345К	10ХНДП	ГОСТ 19281-89
С375	12Г2С	–
С375Д	12Г2СД	–
С390	14Г2АФ	ГОСТ 19281-89
С390Д	14Г2АФД	ГОСТ 19281-89
С390К	15Г2АФДпс	ГОСТ 19281-89
С440	16Г2АФ	ГОСТ 19281-89
С440Д	16Г2АФД	ГОСТ 19281-89
С590	12Г2СМФ	–
С590К	12ГН2МФАЮ	–

Маркируются конструкционные строительные стали следующим образом. Буква С означает «строительная» сталь, цифра — предел текучести σ_T (МПа), буквы К — вариант химического состава, Д — повышенное содержание Си (для повышения коррозионной стойкости 0,15...0,3 %), Т — упрочнение термообработкой.

Пример. С390Д — строительная (С) сталь, 390 — предел текучести, равный 390 МПа, с повышенным содержанием Си (Д).

Для более полного использования прочностных свойств стали и экономии металла можно по результатам испытаний дифференцировать прокат из одной стали на несколько групп прочности. В ГОСТ 27772-88 такой подход используют для проката толщиной до 20 мм из сталей С245 и С275, а также С255 и С285, С345 и С375.

Стали обычной прочности ($\sigma_T < 290$ МПа). К этой группе относят низкоуглеродистые стали (С235...С285) различной степени раскисления, поставляемые в горячекатаном состоянии. Обладая относительно небольшой прочностью, эти стали очень пластичны, хорошо свариваются, имеют среднюю коррозионную стойкость, поэтому конструкции, выполненные из этих сталей, следует защищать с помощью лакокрасочных и других покрытий. Однако благодаря невысокой стоимости и хорошим технологическим свойствам стали обычной прочности очень широко применяют для строительных металлических конструкций (свыше 50 % от общего объема выпуска). Недостатком низкоуглеродистых сталей является склонность к хрупкому разрушению при низких температурах (особенно для кипящей стали С235), поэтому их применение в конструкциях, эксплуатирующихся при низких отрицательных температурах, ограничено.

Стали повышенной прочности ($29 \text{ МПа} < \sigma_T < 400$ МПа). Стали повышенной прочности (С345...С390) получают либо введением при выплавке стали легирующих добавок (в основном марганца и кремния, реже никеля и хрома), либо термоупрочнением низкоуглеродистой стали (С345Т). Стали повышенной прочности несколько хуже свариваются (особенно стали с высоким содержанием кремния) и требуют иногда при сварке использования специальных технологических мероприятий для предотвращения образования горячих трещин. По показателям коррозионной стойкости большинство сталей этой группы близки к низкоуглеродистым сталям. Более высокой коррозионной стойкостью обладают стали с повы-

шенным содержанием меди (С345Д, С375Д, С390Д). Высокое значение ударной вязкости сохраняется при температуре -40 °С и ниже, что позволяет использовать эти стали для конструкций, эксплуатируемых в северных районах. За счет более высоких прочностных свойств применение сталей повышенной прочности приводит к экономии металла до 20...25 %.

Стали высокой прочности ($\sigma_T > 400$ МПа). Прокат из стали высокой прочности (С440...С590) получают, как правило, путем легирования и термической обработки. Применение сталей высокой прочности приводит к экономии металла до 25...30 % по сравнению с конструкциями из низкоуглеродистых сталей и особенно целесообразно в большепролетных и тяжело нагруженных конструкциях.

В конструкциях, подвергающихся атмосферным воздействиям, весьма эффективны стали с добавкой фосфора (например, сталь С345К). На поверхности таких сталей образуется тонкая оксидная пленка, обладающая достаточной прочностью и защищающая металл от развития коррозии. Однако свариваемость стали при наличии фосфора ухудшается. Кроме того, в прокате больших толщин металл обладает пониженной хладостойкостью, поэтому применение стали С345К рекомендуют при толщинах конструкций не более 10 мм.

В качестве строительных сталей также используются легированные конструкционные стали. Их применяют в строительстве для сварных конструкций, в основном, без дополнительной термической обработки. Стали 14Г2, 18Г2, 16ГС, 10Г2С1, 14ХГС и 15ХСНД используются для изготовления металлических конструкций, а стали 18Г2С, 25Г2С и 35ГС — для армирования железобетонных конструкций. Эти стали поставляют в виде прутков, профилей, листов и широких полос. В машиностроении из этих сталей изготавливают заклепки, болты, гайки, шайбы, винты, гвозди, а также стальные канаты.

2.4. Области применения инструментальных сталей

Инструментальные стали (ГОСТ 1435-99, ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 19265-73) предназначены для изготовления режущего и измерительного инструмента, штампов холодного и горячего деформирования, а также ряда деталей точных механизмов и приборов: пружин, подшипников качения, шестерен и др. Часто из таких сталей изготов-

ливают только рабочую (режущую) часть инструмента, а крепежные части выполняют из конструкционных сталей.

Основными потребительскими требованиями к инструментальным сталям являются высокие твердость, износостойкость и прочность при хорошей (500...800 °С) теплостойкости. Кроме эксплуатационных свойств для инструментальных сталей большое значение имеют технологические свойства: прокаливаемость, малые объемные изменения при закалке, обрабатываемость давлением, резанием, шлифуемость.

Инструментальные стали классифицируются по основному потребительскому свойству на стали высокой твердости, повышенной вязкости и теплостойкие. Классификация инструментальных сталей представлена на рисунке 2.3.

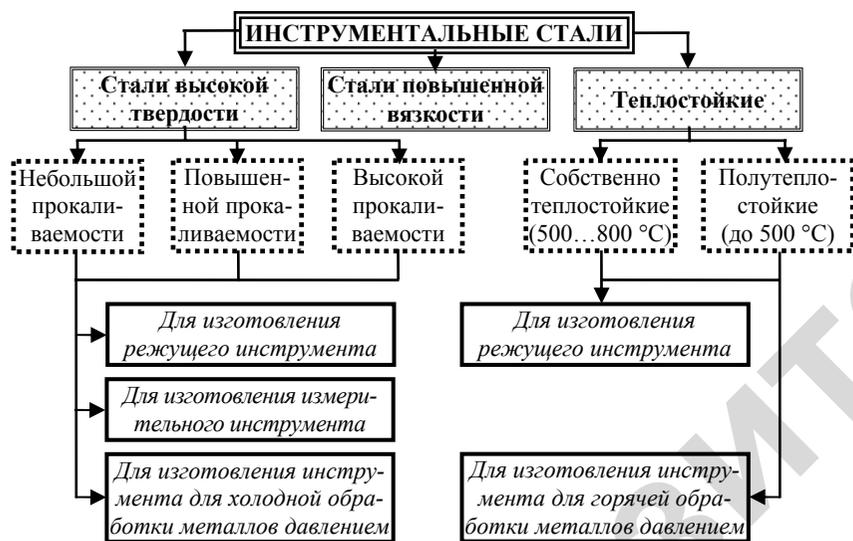


Рис. 2.3. Классификация инструментальных сталей

Инструментальные стали высокой твердости по химическому составу могут быть высокоуглеродистыми (0,68...1,35 % С) и низколегированными (Mn, Si, Cr и др.). Инструментальные стали высокой твердости делят по прокаливаемости на *стали небольшой, повышенной и высокой прокаливаемости*. Величина прокаливаемости

определяет размер изделия. Инструментальные стали небольшой прокаливаемости используют для изготовления тонкого инструмента диаметром менее 12...15 мм, а стали высокой прокаливаемости — для массивного инструмента и инструмента сложной формы. Инструментальные стали высокой твердости при температуре эксплуатации изделий до 190...225 °С должны иметь твердость 60...68 HRC.

Стали высокой твердости используются для изготовления режущего инструмента (У12, У13, У12А, У13А, 13Х, Х, 6ХС и др.), инструмента для холодной обработки металлов давлением (У10, У11, У10А, У11А, 6ХВГ, ХГС, Х12 и др.) и измерительного инструмента (У8...У12, Х, ХВГ и др.). Последние помимо твердости и износостойкости должны обеспечивать постоянство размеров инструментов (плиток, калибров, шаблонов) и хорошо шлифоваться.

Стали повышенной вязкости по химическому составу являются среднеуглеродистыми (0,60...0,74 % С) и среднелегированными (Mn, Si, Cr и др.). Температура эксплуатации изделий из этих сталей, как правило, менее 200 °С, а их твердость — 62 HRC. Стали повышенной вязкости (У7, У7А, 6ХС и др.) используются для изготовления инструментов для обработки древесины (пилы, ножи и др.).

Стали высокой твердости и повышенной вязкости являются не-теплостойкими.

Инструментальные **теплостойкие стали** по температуре эксплуатации в свою очередь делят на стали *собственно теплостойкие* (500...800 °С) и *полутеплостойкие* (до 500 °С). По химическому составу эти стали являются углеродистыми (0,22...1,65 % С) и высоколегированными (Mn, Si, Cr, W, Mo и др.).

Теплостойкие стали по назначению подразделяются на стали для изготовления режущего инструмента и стали для инструмента для горячей обработки давлением.

Стали для изготовления режущего инструмента (резцы, фрезы, сверла) P18, P6M5, 11P3AM3Ф2, P9K5 и др. являются быстрорежущими, маркируемыми по ГОСТ 19265-73. Буква P в марке обозначает «режущие». После буквы P следует цифра, указывающая среднее содержание в процентах вольфрама — главного легирующего элемента этих сталей (буква В — его условное обозначение — пропускается); затем, как и в остальных сталях, буквами обозначаются другие легирующие элементы с цифрами, указывающими их

содержание в процентах, если это содержание больше 1...2 %. В состав всех быстрорежущих сталей непременно входят углерод (0,8...1,25 %), хром (около 4 %) и ванадий (1...2 %), содержание которых в марке не указывается.

Пример. Р6М5 — быстрорежущая (Р) сталь, 6 — содержание W, равное 6 %, легированная Мо в количестве 5 % (М5).

Для сталей для изготовления режущего инструмента при температуре эксплуатации до 650 °С твердость должна быть 60...62 HRC.

К *сталям для изготовления инструмента для горячей обработки металлов давлением* относятся стали марок 5ХНМ, 5ХНВ, 4Х3ВМФ, 4Х5В2ФС, 4Х5МФ1С и др. Эти стали должны обладать высокими механическими свойствами (45...52 HRC) при повышенных температурах (до 700 °С), окалиностойкостью и способностью не образовывать трещины при многократных нагревах и охлаждениях.

Области применения инструментальных углеродистых сталей представлены в таблице 2.16, а легированных и быстрорежущих — в таблицах 2.17, 2.18 соответственно.

Таблица 2.16

Области применения углеродистых инструментальных сталей (ГОСТ 1435-99)

Марки сталей	Области применения
1	2
У7, У7А	Топоры, колуны, стамески, долота для обработки древесины; зубила, обжимки, бойки для пневматических инструментов небольших размеров; кузнечные штампы; слесарно-монтажный инструмент (молотки, кувалды, бородки, отвертки, комбинированные плоскогубцы, острогубцы, боковые кусачки и др.)
У8, У8А, У8Г, У8ГА, У9, У9А	Фрезы, зенковки, цековки, топоры, стамески, долота, продольные и дисковые пилы для обработки древесины; калибры простой формы и пониженных классов точности; ленты толщиной от 0,02 до 2,5 мм для плоских и витых пружин и пружинящих деталей сложной конфигурации, клапанов и т.д.
У10А, У12А	Сердечники

Окончание таблицы 2.16

1	2
У10, У10А	Игольная проволока; ручные поперечные и столярные пилы, машинные столярные пилы, спиральные сверла для обработки древесины; штампы холодной штамповки небольших размеров и без резких переходов по сечению; калибры простой формы и пониженных классов точности; накатные ролики, напильники, слесарные шаберы и др.
У12, У12А	Ручные метчики, напильники, слесарные шаберы, штампы холодной штамповки небольших размеров и без переходов по сечению, холодновысадочные пуансоны и штемпели мелких размеров, калибры простой формы и пониженных классов точности; напильники, бритвенные лезвия и ножи, хирургические инструменты, шаберы, гравировальные инструменты

Таблица 2.17

Области применения инструментальных легированных сталей (ГОСТ 5950-2000)

Марки сталей	Области применения
1	2
<i>Нетеплостойкие</i>	
13Х	Бритвенные ножи и лезвия, хирургический инструмент, шаберы, гравировальный инструмент
8ХФ	Штемпели для холодного деформирования, ножи для холодной резки металла, обрезающие матрицы и пуансоны для холодной обрезки заусенцев, кернеры
9ХФ	Строгальные пилы (рамные, ленточные, круглые), штемпели для холодного деформирования, ножи для холодной резки металла, обрезающие матрицы и пуансоны для холодной обрезки заусенцев, кернеры
Х	Зубила для насечки напильников, кулачки эксцентрикаторов и пальцы, гладкие цилиндрические калибры и калиберные кольца, токарные, строгальные и долбежные резцы в лекальных и ремонтных мастерских

Продолжение таблицы 2.17

1	2
9Х1	Валки холодной прокатки, клейма, пробойники, холодновысадочные матрицы и пуансоны, деревообрабатывающие инструменты
11ХФ	Метчики и другой режущий инструмент диаметром до 30 мм
12Х1	Измерительный инструмент (плитки, калибры, шаблоны)
6ХС	Пневматические зубила и штампы небольших размеров для холодной штамповки, рубильные ножи
9Г2Ф	Режущий и штамповочный инструмент (плашки, метчики, ножи для ножниц, измерительный инструмент, штампы для прессования резины и пластмасс)
9ХВГ	Резьбовые калибры, лекала сложной формы, сложные высокоточные штампы для холодных работ
6ХВГ	Пуансоны сложной формы для холодной прошивки отверстий в листовом и полосовом материале, небольшие штампы для горячей штамповки
9ХС	Сверла, развертки, метчики, плашки, гребенки, фрезы, машинные штемпели, клейма для холодных работ
В2Ф	Ленточные пилы по металлу и ножовочные полотна
ХГС	Валки холодной прокатки, холодновысадочные матрицы и пуансоны, вырубные штампы небольших размеров
4ХС	Зубила, обжимки, ножницы для холодной и горячей резки металла, штампы горячей вытяжки
ХВСГФ	Круглые плашки, развертки и другой режущий инструмент
ХВГ	Резьбовые калибры, протяжки, длинные метчики и развертки, плашки, холодновысадочные матрицы и пуансоны

Продолжение таблицы 2.17

1	2
6ХВ2С, 5ХВ2СФ	Ножи для холодной резки металла, резбонакатные плашки, пуансоны и обжимные матрицы для холодной обработки металлов давлением, деревообрабатывающий инструмент для длительной работы
6Х3МФС	Пуансоны, работающие при повышенных динамических нагрузках, холодновысадочные штампы, штемпели, клейма, чеканочные штампы, слесарно-монтажные инструменты (взамен марок 7Х3 и 6ХВ2С)
7ХГ2ВМФ	Штампы холодного объемного деформирования и вырубной инструмент сложной конфигурации, используемые при производстве изделий из цветных сплавов и низкопрочных конструкционных сталей
9Х5ВФ, 8Х6НФТ	Ножи для фрезерования древесины, строгальные пилы, цельные фрезы и другие деревообрабатывающие инструменты
6Х4М2ФС	Вырубной и высадочный инструмент (штампы, пуансоны, пневматические зубила и др.), накатной инструмент
Х6ВФ	Резбонакатной инструмент (ролики и плашки), ручные ножовочные полотна, бритвы, матрицы, пуансоны, зубонакатники, дерево-режущей фрезерный инструмент
8Х4В2МФС2	Матрицы и пуансоны штампов для холодного объемного деформирования, испытывающих в процессе эксплуатации давление до 2 300 МПа, резбонакатные ролики
11Х4В2МФ3С2	Вырубные штампы, пуансоны и матрицы холодновысадочных автоматов, пуансоны и выталкиватели для холодного выдавливания, эксплуатируемые с удельными давлениями до 2 000 МПа в условиях повышенного изнашивания и нагрева рабочих поверхностей до 400 °С; шлице- и резбонакатный инструмент

Продолжение таблицы 2.17

1	2
6Х6В3МФС	Резьбонакатные ролики, зубонакатники, шлиценакатники, обрезные матрицы, пуансоны и другие инструменты, предназначенные для холодной пластической деформации металлов повышенной твердости, ножи труборазрубочных машин, ножи гильотинных ножниц для резки высокопрочных сталей и сплавов, рубильные ножи для деревообработки
X12, X12ВМФ	Холодные штампы высокой устойчивости против истирания, не подвергающиеся сильным ударам, волочильные доски и волокни, глазки для калибрования пруткового металла под накатку резьбы, гибочные и формовочные штампы, сложные секции кузовных штампов, матрицы и пуансоны вырубных и просечных штампов
X12МФ, X12Ф1	Профилировочные ролики сложных форм, секции кузовных штампов сложных форм, сложные дыропрошивочные матрицы, эталонные шестерни, накатные плашки, волокни, матрицы и пуансоны вырубных, просечных штампов со сложной конфигурацией рабочих частей
<i>Теплостойкие</i>	
5ХНМ	Молотовые штампы паровоздушных и пневматических молотов массой падающих частей свыше 3 т, прессовые штампы и штампы машинной скоростной штамповки для горячего деформирования легких цветных сплавов, блоки матриц горизонтально-ковочных машин
5ХНВ, 5ХНВС	Молотовые штампы паровоздушных и пневматических молотов массой падающих частей до 3 т

Продолжение таблицы 2.17

1	2
7Х3, 8Х3	Штампы горячей высадки заготовок из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей на горизонтально-ковочных машинах, детали штампов (матрицы, пуансоны, выталкиватели) для горячего прессования и выдавливания этих материалов на кривошипных прессах при мелкосерийном производстве, гибочные, обрезные и просечные штампы
4ХМФС	Молотовые штампы паровоздушных и пневматических молотов массой падающих частей до 3 т для деформирования легированных конструкционных и коррозионно-стойких сталей (вместо менее теплостойких сталей марок 5ХНМ, 5ХНВ), прессовый инструмент для обработки алюминиевых сплавов
5Х2МНФ	Крупногабаритные штампы для штамповки поковок из конструкционных сталей и жаропрочных сплавов на молотах и кривошипных прессах (вместо менее теплостойких сталей марок 5ХНМ, 4ХМФС), инструменты (зажимные и формующие вставки, наборные и формовочные пуансоны) для высадки конструкционных сталей и жаропрочных сплавов на горизонтально-ковочных машинах, ножи горячей резки
4Х3ВМФ	Мелкие молотовые штампы, молотовые и прессовые вставки, инструмент горизонтально-ковочных машин для горячего деформирования конструкционных сталей и жаропрочных сталей, инструмент для высокоскоростной машинной штамповки конструкционных сталей
3Х3М3Ф	Инструмент горячего деформирования на кривошипных прессах и горизонтально-ковочных машинах, подвергающихся в процессе работы интенсивному охлаждению, пресс-формы литья под давлением медных сплавов

Окончание таблицы 2.17

1	2
4X5MФC	Мелкие молотовые штампы, крупные молотовые и прессовые вставки для горячего деформирования конструкционных сталей и цветных сплавов в условиях крупносерийного производства
4X4BMФC	Инструмент высокоскоростной машинной штамповки, высадки на горизонтально-ковочных машинах, вставки штампов для горячего деформирования легированных конструкционных сталей и жаропрочных сплавов на молотах и кривошипных прессах (вместо менее теплостойких сталей марок 4X5B2ФC, 4X5MФ1C, 4X3BMФ), пресс-формы литья под давлением медных сплавов
4X5MФ1C, 4X5B2ФC	Пресс-формы литья под давлением цинковых, алюминиевых и магниевых сплавов, молотовые и прессовые вставки при горячем деформировании конструкционных сталей, инструмент для высадки заготовок из легированных сталей на горизонтально-ковочных машинах
4X2B5MФ	Тяжелонагруженный прессовый инструмент (мелкие вставки окончательного штампового ручья, мелкие вставные знаки, матрицы и пуансоны для выдавливания и т.п.) для горячего деформирования легированных конструкционных сталей и жаропрочных сплавов
5X3B3MФC	Тяжелонагруженный прессовый инструмент (прошивные и формующие пуансоны, матрицы и т.п.), инструмент для высадки на горизонтально-ковочных машинах и вставки штампов напряженных конструкций для горячего объемного деформирования конструкционных сталей и жаропрочных сплавов (вместо менее теплостойких сталей марок 3X2B8Ф и 4X2B5MФ)
05X12H6Д2MФCГТ	Инструмент формообразующих деталей пресс-форм формования резинотехнических и пластмассовых изделий

Таблица 2.18

Области применения быстрорежущих сталей (ГОСТ 19265-73)

Марки сталей	Области применения
P18	Все виды режущего инструмента для обработки углеродистых и легированных конструкционных сталей
P6M5	То же, что и для стали марки P18, предпочтительно для изготовления резьбонарезного инструмента, а также инструмента, работающего с ударными нагрузками
11P3AM3Ф2	Инструмент простой формы для обработки углеродистых и низколегированных сталей с прочностью не более 784 МПа
P6M5Ф3	Чистовые и получистовые инструменты (фасонные резцы, развертки, протяжки, фрезы и др.) для обработки нелегированных и легированных конструкционных сталей
P12Ф3	Чистовые инструменты для обработки вязкой аустенитной стали и материалов, обладающих абразивными свойствами
P18K5Ф2	Черновые и получистовые инструменты для обработки высокопрочных, коррозионно-стойких сталей и жаропрочных сплавов
P9K5	Инструмент для обработки коррозионно-стойких сталей и жаропрочных сплавов, а также сталей повышенной твердости
P6M5K5	Черновые и получистовые инструменты для обработки улучшенных легированных, а также коррозионно-стойких сталей
P9M4K8	Инструменты для обработки высокопрочных, жаропрочных и коррозионно-стойких сталей и сплавов, а также улучшенных легированных сталей
P2AM9K5	Режущие инструменты для обработки улучшенных легированных, а также коррозионно-стойких сталей

2.5. Прецизионные сплавы

Прецизионные сплавы — (от франц. *précision* — точность), металлические сплавы с особыми физическими свойствами (магнитными, электрическими, тепловыми, упругими) или редким сочетанием физических, физико-химических и механических свойств, уровень которых в значительной степени обусловлен точностью химического состава, отсутствием вредных примесей, соответствующей структурой сплава.

Прецизионные сплавы — незаменимые материалы при изготовлении узлов особо чувствительных приборов и установок, уникальной экспериментальной и малогабаритной аппаратуры, различного рода датчиков, преобразователей энергии. Они применяются также в бытовой технике (например, в телевизорах, радиоприемниках, часах и т. д.). Прецизионные сплавы являются основой прогресса точного приборостроения, автоматики и других отраслей техники. Они изготавливаются преимущественно в виде тонкой ленты и проволоки, а также в виде поковок, листов, прутков, полиметаллической проволоки и ленты, монокристаллов.

Для достижения наивысшего уровня свойств прецизионных сплавов необходимы, как правило, особые способы выплавки, деформирования, специальные режимы термической обработки, отделки поверхности. Прецизионные сплавы требуют высокой культуры производства и последующей эксплуатации.

Большинство прецизионных сплавов создано на основе Fe, Ni, Co, Cu, Nb. К прецизионным сплавам относится ряд сплавов с аномалией свойств, среди которых особое место занимают сплавы с очень малым изменением физических параметров при изменении температуры, магнитного, электрического поля, механических нагрузок (например, инвар, элинвар, манганин, константан, перминвар). Важное практическое значение имеют и сплавы, характеризующиеся, наоборот, весьма большим изменением физических параметров при изменении внешних условий (например, магнитострикционные материалы, пружинные сплавы, термобиметаллы).

К прецизионным сплавам относятся также сплавы, обладающие сверхпроводимостью, сплавы с заданным значением физических параметров (например, ковар, платинит, фернико), в том

числе сплавы с разнообразным сочетанием свойств и сплавы, сохраняющие требуемые свойства в условиях агрессивных сред, вибрации, электрического разряда, радиации, глубокого вакуума и т. д.

В зависимости от основных свойств прецизионные сплавы подразделяют на следующие группы:

- магнитно-мягкие;
- магнитно-твердые;
- сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения (ТКЛР);
- сплавы с заданными свойствами упругости;
- сверхпроводящие сплавы;
- сплавы с высоким электрическим сопротивлением (в т. ч. с заданным температурным коэффициентом электрического сопротивления);
- термобиметаллы.

Маркировка прецизионных сплавов (за исключением сплавов с высоким электросопротивлением) состоит из буквенных обозначений элементов и двузначного числа впереди букв, обозначающего среднюю массовую долю элемента в процентах, входящего в основу сплава (кроме железа).

Химические элементы в марках обозначены следующими буквами: Б — ниобий, В — вольфрам, Г — марганец, Д — медь, К — кобальт, Л — бериллий, М — молибден, Н — никель, Р — бор, С — кремний, Т — титан, Ю — алюминий, Х — хром, Ф — ванадий.

Буква «А» в конце марки обозначает, что сплав изготавливается с суженными пределами химического состава.

При применении специальных способов выплавки или их сочетаний сплавы дополнительно обозначают через тире: ВИ — вакуумно-индукционный переплав, ЭЛ — электронно-лучевой переплав, П — плазменный переплав, Ш — электрошлаковый переплав, ВД — вакуумно-дуговой переплав.

Магнитно-мягкие стали и сплавы (ГОСТ 10994-74, ГОСТ 10160-75) — сплавы, обладающие высокой магнитной проницаемостью и малой коэрцитивной силой в слабых магнитных полях.

По химическому составу применяемые в промышленности магнитно-мягкие стали и сплавы делятся на низкоуглеродистые

(0,05...0,005 % С) с содержанием кремния 0,8...6,0 % и сплавы железа с никелем.

По назначению магнитно-мягкие сплавы подразделяют на две группы: материалы для техники слабых токов и электротехнические стали.

Важнейшими представителями магнитно-мягких *материалов для техники слабых токов*, являются бинарные и легированные сплавы на основе Fe–Ni (*пермаллой*), сплавы на основе Fe–Co (например, *пермендюр*), а также магнитодиэлектрики, представляющие собой тонкие порошки карбонильного железа или пермаллоя, смешанные с чем-либо диэлектрической связкой.

Из магнитно-мягких сплавов изготавливают сердечники трансформаторов (микрофонных, выходных, переходных, импульсных и др.), магнитные экраны, элементы памяти ЭВМ, сердечники головок магнитной записи и др.

К *электротехническим* сталям относятся сплавы на основе железа, легированные Si (0,3...6 % по массе) и Mn (0,1...0,3 % по массе).

Для электротехнических сталей принята маркировка (ГОСТ 21427-83), основанная на кодировании. В обозначении марки используют четыре цифры, причем их значения соответствуют кодам, содержащим следующую информацию:

- первый — структура материала (по наличию и степени текстуры) и вид прокатки (горячая или холодная деформация);
- второй — химический состав по содержанию кремния;
- третий — величины потерь тепловых и на гистерезис;
- четвертый — значение нормируемого потребительского свойства.

Электротехнические стали изготавливают в виде рулонов, листов и резаной ленты. Они предназначены для изготовления магнитопроводов постоянного и переменного тока, якорей и полюсов электротехнических машин, роторов, статоров, магнитных цепей трансформаторов и др.

Области применения магнитно-мягких сталей, используемых в технике слабых токов, и электротехнических сталей представлены соответственно в таблицах 2.19 и 2.20.

Таблица 2.19

Области применения магнитно-мягких сталей, применяемых в технике слабых токов

Марки сплавов	Области применения
1	2
45Н, 50Н	Сердечники междуламповых и малогабаритных силовых трансформаторов, дроссели, реле и детали магнитных цепей, работающих при повышенных индукциях без подмагничивания или с небольшим подмагничиванием
50НХС	Сердечники импульсных трансформаторов и аппаратуры связи звуковых и высоких частот, работающих без подмагничивания или с небольшим подмагничиванием, сердечники магнитных головок
40Н	Сердечники помехоподавляющих проводов зажигания автомобилей
50НП, 34НКМП, 35НХХСП, 40НКМП, 68НМП	Сердечники магнитных усилителей, коммутирующие дроссели, выпрямительные установки
76НХД, 79НМ, 80НХС, 77НМД	Сердечники малогабаритных трансформаторов, дроссели и реле, работающие в слабых полях магнитных экранов, сердечники импульсных трансформаторов, магнитные усилители и бесконтактные реле с толщинами 0,02...0,05 мм, сердечники магнитных головок (80НХС)
68НМ, 79НЗМ	Сердечники импульсных и широкополосных трансформаторов
47НК, 64Н, 40НКМ	Сердечники катушек постоянной индуктивности, дроссели фильтров широкополосных трансформаторов
16Х	Магнитопроводы различных систем управления якорей и электромагнитов, детали электрических машин без защитных покрытий, работающие в сложных условиях воздействия среды, температуры и давления
36НМ	Магнитопроводы, работающие в морской воде

Окончание таблицы 2.19

1	2
83НФ	Сердечники малогабаритных трансформаторов и дросселей, работающих в слабых полях, магнитные экраны
27КХ	Роторы и статоры электрических машин и другие магнитопроводы, работающие при обычных и высоких температурах и в условиях механических нагрузок
49К2Ф	Пакеты ультразвуковых преобразователей телефонных мембран
49КФ	Сердечники и полюсные наконечники, магниты и соленоиды
49К2ФА	Трансформаторы, магнитные усилители, роторы и статоры электрических машин
79НМП, 77НМДП	Малогабаритные ленточные магнитные сердечники, переключающие устройства
81НМА	Сердечники магнитных головок, малогабаритные трансформаторы, дроссели, реле, дефектоскопы, магнитные экраны, феррозонды для применения в радиоэлектронной аппаратуре высокой чувствительности

Таблица 2.20

Примеры применения электротехнических сталей	
Марки сплавов	Области применения
1211, 1212, 1213	Якоря и полюсы электрических машин постоянного тока, роторы и статоры асинхронных двигателей промышленной частоты мощностью до 100 кВт, магнитопроводы приборов
1311, 1312	Роторы и статоры асинхронных двигателей мощностью от 100 до 400 кВт
1411, 1412, 2411	Роторы и статоры асинхронных двигателей мощностью от 400 до 1000 кВт, маломощные силовые трансформаторы, двигатели повышенной частоты

Магнитно-твердые сплавы (ГОСТ 10994-74 и ГОСТ 17809-72) — сплавы с заданным сочетанием параметров предельной петли гистерезиса или петли гистерезиса, соответствующей полю максимальной проницаемости.

В зависимости от химического состава используемые в промышленности магнитно-твердые стали и сплавы делятся на две группы. Первая группа — высокоуглеродистые (1 % С) сплавы железа с хромом (до 2,8 %), легированные кобальтом (ГОСТ 10994-74): 52К10Ф, 35КХ4Ф, ЕХ5К5, ЕХ9К15М2 и др. Буква Е обозначает сплав магнитно-твердый. Вторая — высокоуглеродистые сплавы железа, алюминия, никеля и кобальта (*алнико*) (ГОСТ 17809-72): ЮНДЧ, ЮНТС, ЮНДКИ, ЮНДКБА, ЮНДК, ЮНДКТ5, ЮНДКТ5БА, ЮНДКТ5АА, ЮНДКТ8.

Области применения некоторых магнитно-твердых сплавов представлены в таблице 2.21.

Таблица 2.21

Области применения магнитно-твердых сплавов	
Марки сплавов	Области применения
52К10Ф, 52К11Ф, 52К12Ф, 52К13Ф	Малогабаритные постоянные магниты, активная часть гистерезисных двигателей (52К10Ф, 52К11Ф)
35КХ4Ф, 35КХ6Ф, 35КХ8Ф	Активная часть гистерезисных двигателей
ЕХ3, ЕВ6, ЕХ5К5, ЕХ9К15М2	Постоянные магниты неотчетливого назначения
ЮНДЧ, ЮНТС, ЮНДКИ, ЮНДК, ЮНДКБА, ЮНДКТ5, ЮНДКТ5БА, ЮНДКТ5АА, ЮНДКТ8	Сплавы для изготовления литых постоянных магнитов

Сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения (ТКЛР) (ГОСТ 10994-74) предназначены для впаивания изделий на их основе в стеклянные и керамические корпуса вакуумных приборов. Химический состав этих сплавов базируется на системе Fe–Ni–Co с присутствием небольшого количества меди. Точный состав каждого сплава устанавливается для конкретного вида стекла или керамики, используемых в изделиях,

и рассчитывается из условия равенства их температурных коэффициентов линейного расширения α . Например, сплав 29НК (29 % Ni, 18 % Co, остальное — Fe) с $\alpha = (4,6-5,5) \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, называемый *коваром*, предназначен для вакуумных впаев в молибденовые стекла в электровакуумной технике при изготовлении корпусов и токовыводов различных ламп и приборов.

Для изготовления деталей, спаиваемых со стеклом (например, в телевизионных кинескопах), применяют более дешевые ферритные железохромистые сплавы 18ХТФ и 18ХМТФ, имеющие $\alpha = 8,7 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Особое место занимают сплавы с малым коэффициентом линейного расширения, существенно не меняющимся в высокотемпературной области. Эти сплавы предназначены для изготовления деталей измерительных приборов и технических средств. Промышленное значение имеет сплав на базе железа и никеля (36 %) с небольшим количеством углерода (0,05 %), называемый *инваром*. Для этого сплава $\alpha = (1...1,5) \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, причем изменение величины коэффициента при температурах 600...700 °С происходит очень плавно за счет ферромагнитного эффекта. Разновидностями инвара являются сплавы с особо низким коэффициентом теплового расширения (менее $10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) — *суперинвар*, содержащий 64 % железа, 32 % никеля и 4 % кобальта, и *нержавеющий инвар*, содержащий 54 % кобальта, 37 % железа и 9 % хрома. Эти сплавы используют для изготовления деталей, впаиваемых в неорганические диэлектрики — стекло, керамику, слюду и др.

Области применения сплавов с заданным температурным коэффициентом линейного расширения представлены в таблице 2.22.

Таблица 2.22

Области применения сплавов с заданным температурным коэффициентом линейного расширения

Марки сплавов	Области применения
1	2
36Н, 36Н-ВИ	Детали приборов, требующие постоянства размеров в интервале климатических температур
32НКД	Деталей приборов очень высокой точности, требующие постоянства размеров в интервале климатических температур

1	2
29НК, 29НК-ВИ, 29НК-1*	Вакуум-плотные спаи элементов радиоэлектронной аппаратуры со стеклами С49-1, С52-1, С48-1, С47-1
30НКД, 30НКД-ВИ	Вакуум-плотные спаи с тугоплавким стеклом С38-1 и спаи со стеклом С40-1
38НКД, 38НКД-ВИ	Вакуум-плотные спаи со стеклом П-6, С72-4, с сапфиром
47НХ, 48НХ	Вакуум-плотные спаи с термометрическими стеклами 16Ш, С72-4 и т. д.
47НЗХ	Вакуум-плотные соединения с тонкими пленками мягкого стекла «Лензос» и т. д.
33НК, 33НК-ВИ	Соединения с керамикой, слюдой и стеклом С72-4
47НД, 47НД-ВИ	Паяные соединения с мягкими стеклами С93-4, С93-2, С95-2, С94-1, С90-1, С90-2 и т. д., соединения с керамикой и слюдой для пружин герметических контактов
47НХР	Вакуумные спаи элементов радиоэлектронной аппаратуры со стеклами С90-1, С93-2, С93-4, С94-1, С95-2 и т. д.
42Н, 42Н-ВИ 42НА-ВИ,	Соединения в электровакуумной технике
18ХТФ, 18ХМТФ	Вакуум-плотные соединения со стеклами С90-1, С93-4, С95-2, герметизированные контакты
52Н, 52Н-ВИ	Соединения с мягкими стеклами С90-1, С90-2, С93-2, С94-1, С95-2 и С93-4
58Н-ВИ	Штриховые меры длины
35НКТ	Детали приборов, работающих при повышенных нагрузках
32НК-ВИ	Изделия с полированной поверхностью, детали сложной формы, которые нельзя подвергать закалке для получения более низкого ТКЛР
39Н, 36НХ	Конструкции и трубопроводы, работающие при низких температурах
* Цифра 1 — суженные пределы норм ТКЛР.	

1	2
17ХНГТ	Упругие чувствительные элементы и пружины деталей общего и специального назначения, работающие при температуре до 250 °С
97НЛ	Токоведущие и силовые упругие чувствительные элементы, работающие при температуре до 300 °С
42НХТЮ	Упругие чувствительные элементы, работающие при температуре до 100 °С
42НХТЮА	Волосковые спирали часовых механизмов
44НХТЮ	Упругие чувствительные элементы, работающих при температуре до 200 °С

Сплавы с заданными свойствами упругости (ГОСТ 10994-74) — сплавы, обладающие высокими упругими свойствами в сочетании с другими специальными свойствами (повышенными коррозионной стойкостью и прочностью, низкой магнитной проницаемостью и др.).

В зависимости от химического состава используемые в промышленности сплавы с заданными свойствами упругости делятся на три группы. К первой группе относятся низкоуглеродистые (0,05 % С) сплавы железа с никелем (35...45%), легированные хромом и титаном: 36НХТЮ, 42НХТЮА и др., ко второй — сплавы никеля с хромом (до 20 %) с низким содержанием железа (до 1 %), легированные вольфрамом (9...10,5 %): 68НХВКТЮ, к третьей — сплавы на основе кобальта (до 41 %): 40КХНМ, 40КНХМВТЮ.

Сплавы с заданными свойствами упругости являются немагнитными и коррозионно-стойкими.

Области применения сплавов с заданными свойствами упругости представлены в таблице 2.23.

Таблица 2.23

Области применения сплавов с заданными свойствами упругости

Марки сплавов	Области применения
1	2
40КХНМ	Заводные пружины часовых механизмов, витые цилиндрические пружины, работающих при температуре до 400 °С, керны электроизмерительных приборов, детали, используемые в хирургии
40КНХМВТЮ	Заводные пружины наручных часов
36НХТЮ	Упругие чувствительные элементы приборов и деталей, работающие при температуре до 250 °С
36НХТЮ5М	Упругие чувствительные элементы, работающие при температуре до 350 °С
36НХТЮ8М	Упругие чувствительные элементы, работающие при температуре до 400 °С
68НХВКТЮ	Упругие чувствительные элементы и детали приборов, работающие при температуре от -196 до +500 °С

Сверхпроводящие сплавы (ГОСТ 10994-74) — сплавы, характеризующиеся специальными электрическими свойствами в области низких температур. Это безжелезистые сплавы на основе титана и ниобия (36БТ, БТЦ-ВД), титана и молибдена (70ТМ-ВД).

Области применения сверхпроводящих сплавов представлены в таблице 2.24.

Таблица 2.24

Области применения сверхпроводящих сплавов

Марки сплавов	Области применения
36БТ	Сверхпроводящие экраны магнитного поля, тоководы сверхпроводящих магнитных систем
БТЦ-ВД	Сверхпроводниковые топологические генераторы коммутаторов в системах ввода и вывода энергии сверхпроводящих магнитов, криогенные конструкции
70ТМ-ВД	Датчики температуры, уровнемеры жидкого гелия

Сплавы с высоким электрическим сопротивлением (ГОСТ 10994-74) — сплавы, обладающие необходимым сочетанием электрических и других свойств (высокой жаростойкостью, удовлетворительной пластичностью в холодном состоянии и др.). Эти сплавы должны сочетать высокое электрическое сопротивление

Области применения сплавов с высоким электросопротивлением

Марки сплавов	Области применения
X15Ю5, X23Ю5	Резистивные элементы, электронагревательные устройства
X23Ю5Т, X27Ю5Т	Нагревательные элементы с предельной рабочей температурой 1 400 °С (X27Ю5Т), 1 350 °С (X23Ю5Т) для промышленных и лабораторных печей, а также бытовых приборов и электрических аппаратов теплового действия
X15Н60-Н-ВИ, X15Н60-Н, X20Н80-Н-ВИ, X20Н80-Н	Нагревательные элементы промышленных электропечей и различных электронагревательных устройств с предельной рабочей температурой 1 100 °С (X15Н60-Н), 1 150 °С (X15Н60-Н-ВИ), 1 200 °С (X20Н80-Н) и 1 220 °С (X20Н80-Н-ВИ)
XН70Ю-Н	Нагревательные элементы промышленных электропечей с предельной рабочей температурой 1 200 °С
XН20ЮС	Нагревательные элементы промышленных электропечей и различных нагревательных устройств с предельной рабочей температурой 1 100 °С
Н50К10*	Термодатчики и термочувствительные элементы, работающие в интервале температур от 20 до 500 °С
X20Н80-ВИ*, X20Н80*, X15Н60*	Ответственные детали внутривакуумных приборов, соединители в изделиях электронной техники, непрецизионные резисторы
X20Н73ЮМ-ВИ*, Н80ХЮД-ВИ*	Прецизионные резисторы и тензорезисторы
* Сплавы с заданным температурным коэффициентом электрического сопротивления.	

Термобиметаллы (ГОСТ 10994-74) — материалы, состоящие из двух или более слоев металлов или сплавов с различными температурными коэффициентами линейного расширения, разность которых обеспечивает их упругую деформацию при изменении темпе-

(1,06...1,47 мкОм·м), что более чем в 10 раз выше, чем у низкоуглеродистой стали) и жаростойкость (1 000...1 350 °С). К технологическим свойствам таких сплавов предъявляются требования высокой пластичности, обеспечивающей хорошую деформируемость при изготовлении прутков, полос, проволоки и лент, в том числе малых сечений, а к потребительским — малой величины температурного коэффициента линейного расширения. Сплавы с высоких электрическим сопротивлением — это сплавы систем Fe–Cr–Al, Fe–Ni–Cr и Ni–Cr. Чем больше в сплавах хрома и алюминия, тем выше их жаростойкость. Количество углерода в сплавах строго ограничивают (0,06...0,12 %), так как появление карбидов снижает пластичность и сокращает срок эксплуатации изделий.

Маркировка сплавов с высоким электросопротивлением (в отличие от других прецизионных сплавов) состоит из обозначения элемента и следующих за ним цифр. Цифры, стоящие после букв, означают среднюю массовую долю легирующего элемента в процентах. Буква Н (после дефиса) в марках сплавов X15Н60-Н-ВИ, X15Н60-Н и др. обозначает, что этот сплав обладает повышенной надежностью.

Наибольшее распространение в технике получили сплавы X15Ю5 (*фехраль*), X23Ю5 (*хромель*) и X27Ю5А. Эти сплавы малопластичные, поэтому изделия из них, особенно крупные, выполняют при подогреве до 200...300 °С. Сопротивление ползучести этих сплавов невелико, поэтому нагреватели, изготовленные из таких сплавов, при высоких температурах (1 150...1 200 °С) нередко провисают под действием собственного веса.

Высоким электросопротивлением обладают сплавы на основе никеля — X20Н80 (*нихромы*). Сплавы нихрома с железом называют *ферронихромами* (например, сплав X15Н60, содержащий 25 % Fe). Ферронихромы обладают более высокими технологическими свойствами и дешевле, чем нихромы.

Стали и сплавы с высоким электросопротивлением предназначены для изготовления деталей и элементов нагревательных приборов, реостатов, а также резисторов, терморезисторов, тензодатчиков и др.

Области применения сплавов с высоким электросопротивлением представлены в таблице 2.25.

ратуры. Обозначение марок термобиметаллов принято по ГОСТ 10533-86.

Области применения термобиметаллов представлены в таблице 2.26.

Таблица 2.26

Области применения термобиметаллов

Марки термо-биметаллов	Марки составляющих термобиметалла*	Области применения
ТБ200/113	<u>75ГНД</u> 36Н	Термочувствительные элементы приборов (тепловые реле, предохранители, термометры и т. д.)
ТБ160/122	<u>75ГНД</u> 45НХ	Термочувствительные элементы приборов, нагреваемые электрическим током (автоматы защиты сети, реле и т. д.)
ТБ148/79	<u>20НГ</u> 36Н	Термочувствительные элементы приборов (компенсаторы реле защиты и т. д.)
ТБ138/80	<u>24НХ</u> 36Н	Термочувствительные элементы приборов (реле-регуляторы, импульсные датчики, предохранители и т. д.)
ТБ129/79	<u>19НХ</u> 36Н	
ТБ107/71	<u>24НХ</u> 42Н	
ТБ103/70	<u>19НХ</u> 42Н	Термочувствительные элементы приборов (автоматы защиты сети, реле и т. д.)
ТБ73/57	<u>24НХ</u> 50Н	Термочувствительные элементы с малой величиной изгиба
ТБ95/62	<u>20НГХ</u> 46Н	Термочувствительные элементы приборов (реле, предохранители и т. д.)
* В числителе указан материал активного слоя, в знаменателе — пассивного.		

Маркировка термобиметаллов состоит из букв ТБ и последующих двух чисел, первое из которых обозначает удельный изгиб в $^{\circ}\text{C}^{-1}$, умноженный на 10^7 , а второе — удельное электрическое сопротивление в Ом·м, умноженное на 10^8 .

3. КЛАССИФИКАЦИЯ И АССОРТИМЕНТ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ИХ СПЛАВОВ

3.1. Алюминий и сплавы на его основе

Алюминий — легкий металл серебристо-белого цвета с плотностью ($\rho = 2\,700\text{ кг/м}^3$, с температурой плавления $t_{\text{пл}} = 660\text{ }^{\circ}\text{C}$. Он характеризуется невысокими значениями прочности ($\sigma_{\text{в}} = 50\text{ МПа}$) и твердости (170 НВ) при достаточно высокой пластичности ($\delta = 50\%$). Алюминий обладает низким удельным электрическим сопротивлением ($0,286\text{ Ом}/(\text{мм}^2\cdot\text{м})$), высокой теплопроводностью ($343\text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ при $190\text{ }^{\circ}\text{C}$) и коррозионной стойкостью. Среди технологических свойств у алюминия следует отметить хорошие обрабатываемость давлением, свариваемость (сваривается не всеми видами сварки), полируемость (отражательная способность — до 90%) и сравнительно плохую обрабатываемость резанием.

По ГОСТ 11069-2001 алюминий первичный выпускают высокой чистоты (А995, А99, А98, А97, А95) и технической чистоты (А85, А8, А7, А7Е, А7Э, А6, А5, А5Е, А35, А0). В обозначении марки вместе с буквой А (алюминий) указывается чистота (например, А999 содержит 99,995% Al, А0 — 99,0% Al). Буква Е в маркировке обозначает алюминий с гарантированными электрическими характеристиками, буква Э — экспериментальный. Кроме первичного, изготавливают алюминий технический деформируемый (ГОСТ 4784-97): АД000, АД00 (1010), АД00Е (1010Е), АД0 (1011), АД0Е (1011Е), АД1 (1013), АД (1015), АД1пл. Маркировка деформированного алюминия соответствует маркировке деформируемых алюминиевых сплавов, рассмотренной далее. Буквы пл в марке деформированного алюминия обозначают — плакированный.

Алюминий высокой чистоты применяется в электро- и полупроводниковой технике и для получения разного рода зеркал. Деформируемый алюминий изготавливают в виде листов, профилей, прутков, проволоки и других полуфабрикатов.

Алюминиевые сплавы благодаря более высоким технологическими и потребительскими свойствам, применяются в промышленности шире, чем первичный алюминий. Преимуществами алюминиевых сплавов являются высокие значения прочности

(σ_b — до 600 МПа), коррозионной стойкости, тепло- и электропроводности.

Алюминиевые сплавы классифицируются по способу производства, возможности упрочнения термической обработкой, основным потребительским свойствам и химическому составу (рис. 3.1).

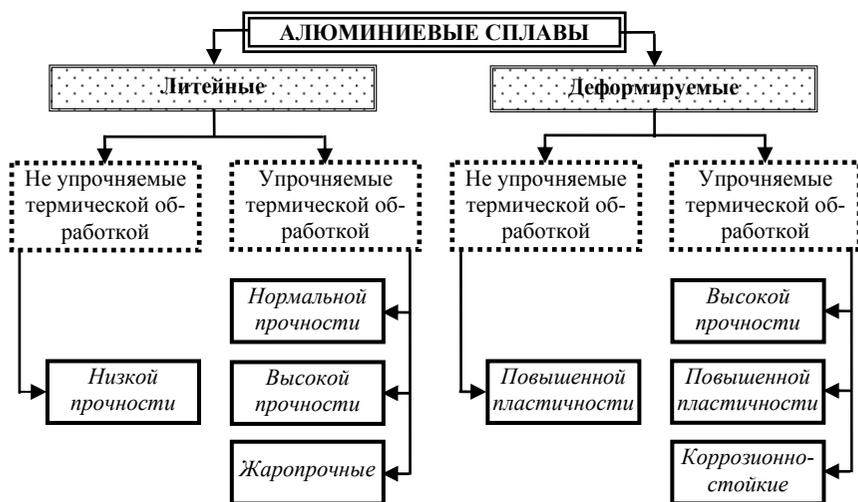


Рис. 3.1. Классификация алюминиевых сплавов

По способу производства алюминиевые сплавы делятся на **литейные** и **деформируемые**.

По возможности упрочнения термической обработкой алюминиевые сплавы делятся на сплавы **упрочняемые термической обработкой** и сплавы **не упрочняемые термической обработкой**.

По основным потребительским свойствам и химическому составу алюминиевые сплавы делятся на следующие группы:

– **сплавы высокой прочности** ($\sigma_b = 400 \dots 600$ МПа), имеющие сложный химический состав; главными легирующими элементами являются медь и магний, **нормальной прочности** ($\sigma_b = 200 \dots 400$ МПа) и **низкой прочности** (σ_b — до 200 МПа);

– **жаропрочные сплавы** (температура эксплуатации до $300 \dots 350$ °С), которые при меньшем содержании меди дополнительно легируются никелем;

– **сплавы повышенной пластичности** (низкой прочности — $\sigma_b < 250$ МПа), содержание меди в которых ограничивается 0,5 %;

– **сплавы повышенной пластичности и стойкости против коррозии**, которые не содержат меди и дополнительно легируются магнием (реже марганцем).

Литейные алюминиевые сплавы (ГОСТ 1583-93). Алюминиевые литейные сплавы маркируются буквами и цифрами. Буква А означает — сплав алюминиевый, остальные буквы — легирующие элементы сплава (табл. 3.1). Цифры после букв обозначают среднюю массовую долю соответствующего элемента в %. Содержание алюминия в марке не указывается и определяется по разности. Буквы в конце марки обозначают: ч — чистый, пч — повышенной чистоты, оч — особой чистоты, л — литейный, с — селективный, р — рафинированный сплав в чушках. ГОСТ 1583-93 предусматривает указание в скобках старой марки сплавов.

Пример. АМг4К1,5М — литейный алюминиевый сплав, легируемый магнием в количестве 4 % (Мг4), Si в количестве 1,5 % (К1,5) и Си в количестве 1 % (М), остальное — Al.

Таблица 3.1

Условные обозначения легирующих элементов в цветных металлах

Легирующий элемент	Химический символ	Обозначение в марках сталей
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Алюминий	Al	Ю
Барий	Ba	Бр
Висмут	Bi	Ви
Гадолиний	Gd	Гн
Галлий	Ga	Ги
Гафний	Hf	Гф
Германий	Ge	Г
Железо	Fe	Ж

Окончание таблицы 3.1

1	2	3
Золото	Au	Зл
Индий	In	Ин
Иридий	Ir	И
Кадмий	Cd	Кд
Кремний	Si	К
Магний	Mg	Мг
Марганец	Mn	Мц
Мышьяк	As	Мш
Медь	Cu	М
Никель	Ni	Н
Ниобий	Nb	Нп
Олово	Sn	О
Осмий	Os	Ос
Палладий	Pd	Пд
Платина	Pt	Пл
Ртуть	Hg	Р
Свинец	Pb	С
Селен	Se	СТ
Серебро	Ag	Ср
Сурьма	Sb	Су
Таллий	Tl	Тл
Тантал	Ta	ТТ
Фосфор	P	Ф
Хром	Cr	Х
Церий	Ce	Се
Цинк	Zn	Ц

Литейные не упрочняемые термической обработкой алюминиевые сплавы подразделяют на *сплавы низкой прочности* (АК12 (АЛ2), АК5М4 (АК5М4) и др.) и *антифрикционные* (АСМ, АО20-1, АО9-2 и др.), а упрочняемые термической обработкой — *сплавы нормальной прочности* (АК5М (АЛ5), АК12М2МгН (АЛ25), АК21М2 (АК21М2) и др.), *высокопрочные* (АМг10 (АЛ27), АК8М (АЛ32) и др.) и *жаропрочные* (АМ5 (АЛ19)).

Для изготовления отливок в промышленности используют пять групп алюминиевых сплавов (ГОСТ 1583-93).

I. Сплавы на основе системы *алюминий – кремний (силумины)* — марки АК12 (АЛ2), АК13 (АК13), АК9 (АК9), АК9с (АК9с), АК9ч (АЛ4), АК9пч (АЛ4-1), АК8л (АЛ34), АК7 (АК7), АК7ч (АЛ9), АК7пч (АЛ9-1), АК10Су (АК10Су).

II. Сплавы на основе системы *алюминий – медь – кремний (алькусины)* — марки АК5М (АЛ5), АК5Мч (АЛ5-1), АК5М2 (АК5М2), АК5М7 (АК5М7), АК6М2 (АК6М2), АК8М (АЛ32), АК5М4 (АК5М4), АК8М3 (АК8М3), АК8М3ч (ВАЛ8), АК9М2 (АК9М2), АК12М2 (АК11М2, АК12М2, АК12М2р), АК12ММгН (АЛ30), АК12М2МгН (АЛ25), АК21М2,5Н2,5 (ВКЖЛС-2).

III. Сплавы на основе *алюминий – медь* — марки АМ5 (АЛ19), АМ4,5Кд (ВАЛ10).

IV. Сплавы на основе *алюминий – магний* — марки АМг4К1,5М (АМг4К1,5М), АМг5К (АЛ13), АМг5Мц (АЛ28), АМг6л (АЛ23), АМг6лч (АЛ23-1), АМг10 (АЛ27), АМг10ч (АЛ27-1), АМг11 (АЛ22), АМг7 (АЛ29).

V. Сплавы *алюминия с прочими компонентами (сложнолегированные)* — марки АК7Ц9 (АЛ11), АК9Ц6 (АК9Ц6р), АЦ4Мг (АЛ24).

Области применения некоторых марок литейных алюминиевых сплавов представлены в таблице 3.2.

Замена чугуна и стали литейными алюминиевыми сплавами позволяет получать значительный технико-экономический эффект за счет снижения массы (металлоемкости) конструкций, повышения эксплуатационной надежности и долговечности, уменьшения трудоемкости благодаря применению более точных литых заготовок, а также более легкой обрабатываемости резанием.

Таблица 3.2

Области применения литейных алюминиевых сплавов

Группа	Марки сплавов	Области применения
1	2	3
I	AK12 (AL12)	Герметичные детали небольших размеров, детали, испытывающие ударные нагрузки, тонкостенные детали сложной конфигурации, детали автомобиле- и тракторостроения (картеры, блоки цилиндров, поршни двигателей внутреннего сгорания и др.)
	AK9ч (AL4), AK7ч (AL9)	Сложные по конфигурации, статически нагруженные детали (корпуса водяных насосов и компрессоров, картеры и блоки цилиндров двигателей внутреннего сгорания, системы водяного охлаждения, турбинные колеса турбохолодильников, вентиляторов, арматура и т. п.)
	AK7пч (AL9-1)	Сложные по конфигурации детали агрегатов и приборов, испытывающие средние нагрузки и работающие при температурах до 200 °С
	AK8л (AL34)	Крупные корпусные детали сложной конфигурации, работающие под большим внутренним давлением газа или жидкости
	AK8M (AL32)	Нагруженные детали (блоки цилиндров, головки блоков и другие детали автомобильных двигателей)
II	AK8M3ч (BAL8)	Силовые и герметичные детали с рабочими температурами до 250 °С, изготавливаемые литьем под давлением
	AK5M (AL5)	Головки цилиндров двигателей воздушного охлаждения, детали агрегатов и приборов, работающие при температуре не выше 250 °С
	AK12M2MgH (AL25)	Поршни двигателей внутреннего сгорания
	AM5 (AL19)	Крупногабаритные ответственные детали, работающие в условиях повышенных статических и ударных нагрузок при низких и повышенных до 300 °С температурах

Окончание таблицы 3.2

1	2	3
IV	AMг10 (AL27), AMг10ч (AL27-1)	Силовые детали, работающие при температурах от -60 до +60 °С (используют вместо дефицитных бронз, латуней, коррозионно-стойких сталей), детали, работающие в различных климатических условиях, включая воздействие морской воды и тумана
	AMг5Mц (AL28)	Арматура трубопроводов пресной воды, масляных и топливных систем, а также детали судовых механизмов и оборудования, рабочая температура которых не превышает 100 °С
	AMг6л (AL23)	Детали, работающие в условиях средних статических и небольших ударных нагрузок
	AMг7 (AL29)	Отливки высокой прочности, работающие в коррозионных средах (разработан с учетом потребности в легких сплавах, надежно работающих в любых климатических условиях), газовая аппаратура (взамен медных сплавов)
V	AK7Ц9 (AL11)	Детали, требующие повышенной пластичности
	AЦ4Mг (AL24)	Детали повышенной коррозионной стойкости

Деформируемые алюминиевые сплавы (ГОСТ 4784-97). Деформируемые сплавы хорошо подвергаются прессованию, прокатке, гибке, вальцовке и поставляются в виде полуфабрикатов (профилей, листов, проволоки и др.).

Согласно ГОСТ 4784-97 деформируемые алюминиевые сплавы имеют двойную маркировку — буквенно-цифровую и цифровую. Смешанная буквенно-цифровая маркировка алюминиевых сплавов не отличается системой и единообразием. Буквы в этой маркировке обозначают: Д — дуралюмин, АВ — авиаль, АД — сплав алюминиевый деформированный или алюминий технический деформированный, К — ковошный сплав, В — высокопрочный сплав, а цифры — условный номер сплава. AMг, AMц и AЦ — сплавы алюминия с магнием (Mг), марганцем (Mц) и цинком (Ц) соответственно (причем цифры, следующие за буквами Mг, Mц и Ц соот-

ветствуют примерному содержанию этих элементов в сплавах). Чистота сплавов обозначается следующими буквами, стоящими после маркировки: пч, ч, оч — соответственно практически чистый, чистый и очень чистый.

В настоящее время вводится единая четырехцифровая маркировка алюминиевых сплавов. Первая цифра обозначает основу всех сплавов. Алюминию присвоена цифра один. Вторая цифра обозначает основной легирующий компонент или основные легирующие компоненты: 0 — различные марки алюминия, спеченные алюминиевые сплавы (САС), различные сорта пеноалюминия; 1 — сплавы на основе системы Al–Cu–Mg; 2 — сплавы на основе системы Al–Cu; 3 — сплавы на основе системы Al–Mg–Si; 4 — сплавы на основе системы Al–Li, а также сплавы, легированные малорастворимыми компонентами, например, переходными металлами (марганец, хром, цирконий); 5 — сплавы на основе системы Al–Mg; 9 — сплавы на основе систем Al–Zn–Mg или Al–Zn–Mg–Cu; 6, 7, 8 — резервные. Последние две цифры в цифровом обозначении алюминиевого сплава указывают на его порядковый номер. Кроме того, последняя цифра несет дополнительную информацию: сплавы, оканчивающиеся на нечетную цифру или 0 являются деформируемыми, на четную — литейными, на цифру 7 — проволочные, на цифру 9 — металлокерамические сплавы.

Пример. 1110 — алюминиевый сплав (первая цифра 1) системы Al–Cu–Mg (вторая цифра 1), 10 — порядковый номер сплава, деформируемый (0).

Опытные сплавы обозначают цифрой 0, которая ставится впереди маркировки, т. е. для опытных сплавов в виде исключения применяется пятизначная маркировка. Например, сплав марки 01420. Эта цифра исключается из маркировки, когда сплав становится серийным.

Деформируемые не упрочняемые термической обработкой алюминиевые сплавы являются *сплавами повышенной пластичности* (АМц (1400), АМг0,5 (1505), АМг1 (1510) и др.). Деформируемые сплавы, упрочняемые термической обработкой, подразделяют на *сплавы нормальной прочности* (Д1 (1110), Д16 (1160), Д19 (1190) и др.), *высокопрочные* (В95 (1950), В95оч и др.), *повышенной пластичности при комнатной* (Д18 (1180)) и *повышенной* (АК4 (1140)) *температурах и коррозионно-стойкие* (АД31 (1310), АД33 (1330)).

Деформируемые алюминиевые сплавы согласно ГОСТ 4784-97 разделены на 7 групп.

I. Сплавы систем *алюминий – медь – магний* и *алюминий – медь – марганец (дуралюмины)* — марки Д1 (1110), Д16 (1160), Д16ч, В65 (1165), Д18 (1180), Д19 (1190), АК4 (1140), АК4-1 (1141), АК4-1ч, 1201, АК6 (1360), АК8 (1380), 1105.

II. Сплавы системы *алюминий – марганец* — марки ММ (1403), АМц (1400), АМцС (1401).

III. Сплавы системы *алюминий – магний (магналии)* — марки АМг0,5 (1505), АМг1 (1510), АМг1,5, АМг2 (1520), АМг2,5, АМг3 (1530), АМг3,5, АМг4,0 (1540), АМг4,5, АМг5 (1550), АМг6 (1560), Д12 (1521).

IV. Сплавы системы *алюминий – магний – кремний* — марки АД31 (1310), АД31Е (1310Е), АД33 (1330), АД35 (1350), АВ (1340).

V. Сплавы системы *алюминий – цинк – магний* — марки 1915, 1925, В95оч, В95пч, В95 (1950), В93пч, В95-1, В95-2, АЦпл.

VI. Сплавы, предназначенные *для изготовления проволоки для холодной высадки* — марки Д1П (1117), Д16П (1167), Д19П (1197), АМг5П (1557), В95П (1957).

VII. Сплавы, предназначенные *для изготовления сварочной проволоки* — марки СвА99, СвА97, СвА85Т, СвА5, СвАМц, СвАМг3, СвАМг5, Св1557, Св1577пч, СвАМг6, СвАМг63, СвАМг61, СвАК5, СвАК10, Св1201.

Области применения некоторых марок деформируемых алюминиевых сплавов представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Области применения деформируемых алюминиевых сплавов		
Группа	Марки сплавов	Области применения
1	2	3
I	Д1 (1110)	Лопасты воздушных винтов, узлы креплений, строительные конструкции и др.
	Д16 (1160)	Силовые элементы конструкций самолетов (шпангоуты, нервюры, тяги управления, лонжероны), кузова грузовых автомобилей, буровые трубы и др.

1	2	3
I	Д19 (1190)	Те же детали, что и из сплава Д16, но работающие при температурах до 200...250 °С
	В65 (1165), Д18 (1180)	Заклепки
	АК4-1 (1141)	Детали реактивных двигателей (крыльчатые насосы, колеса, компрессоры, диски, лопатки)
	АК6 (1360)	Сложные штамповки (крыльчатки вентилятора для компрессоров реактивных двигателей, корпусные детали, крепежные детали и др.)
	АК8 (1380)	Высоконагруженные детали самолетов, изготовленные ковкой и штамповкой (рамы, фитинги, пояса лонжеронов и др.), детали, работающие в условиях криогенных температур
II, III	АМц (1400), АМг2 (1520), АМг6 (1560)	Коррозионно-стойкие изделия, получаемые глубокой вытяжкой, сваркой (трубопроводы для масла и бензина, радиаторы тракторов и автомобилей, сварные бензобаки), узлы лифтов и подъемных кранов, рамы транспортных средств и др.
IV	АД31 (1310)	Коррозионно-стойкие детали невысокой прочности, работающие в интервале температур -70...+50 °С, в строительстве для дверных рам, оконных переплетов, эскалаторов
	АД33 (1330)	Детали средней прочности, работающие в интервале температур -70...+50 °С и обладающие коррозионной стойкостью во влажной атмосфере и морской воде (лопасти вертолетов, барабаны колес гидросамолетов)
	АВ (1340)	Лопасты вертолетов, штампованные и кованные детали сложной конфигурации
V	В95 (1950), В93пч	Высоконагруженные конструкции, работающие, в основном, в условиях напряжений сжатия (детали обшивки, стрингеры, шпангоуты, лонжероны самолетов и др.)

3.2. Медь и сплавы на ее основе

Медь — металл красного (в изломе — розового) цвета плотностью $\rho = 8\,960 \text{ кг/м}^3$, с температурой плавления $t_{\text{пл}} = 1\,083 \text{ °C}$. Она характеризуется невысокими механическими свойствами (в литом состоянии $\sigma_{\text{в}} = 160 \text{ МПа}$, $\delta = 25 \%$, после горячей обработки давлением $\sigma_{\text{в}} = 240 \text{ МПа}$, $\delta = 45 \%$), обладает низким электрическим сопротивлением ($0,0175 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$), высокими удельной теплопроводностью ($394 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$) и коррозионной стойкостью. Среди технологических свойств у меди следует отметить хорошая обрабатываемость давлением и возможность пайки, низкие литейные свойства (большая усадка), невысокую обрабатываемость резанием и плохую свариваемость.

По ГОСТ 859-2001 медь выпускают следующих марок: катодная — М00к (99,99 % Cu), М0к (99,97 % Cu), М1к (99,95 % Cu), М2к (99,93 % Cu), литая и деформированная — М00б (99,99 % Cu), М0б (99,97 % Cu и Ag), М1б (99,95 % Cu и Ag), М00 (99,96 % Cu), М0 (99,93 % Cu и Ag), М1 (99,90 % Cu и Ag), М1р (99,90 % Cu и Ag), М1ф (99,90 % Cu и Ag), М2р (99,70 % Cu и Ag), М3р (99,50 % Cu и Ag), М2 (99,70 % Cu и Ag), М3 (99,50 % Cu и Ag). В обозначении марки после буквы М (медь) указывается условный номер чистоты, а затем буквой способ и условия получения меди: к — катодная, б — бескислородная, р — раскисленная, ф — раскисленная фосфором. В обозначение меди марок М1 и М1р, предназначенной для электротехнической промышленности и подлежащей испытаниям на электропроводность, дополнительно включают букву Е.

Главное применение меди — производство электрических проводов. Примеси понижают ее электропроводность, поэтому в электротехнике используют медь с суммарным содержанием примесей менее 0,1 % (М00, М0, М1). Она применяется для изготовления конструкционных изделий в теплотехнике (нагревателей, радиаторов, теплообменников, холодильников и др.) и вакуумной технике. Медь поставляется в виде листов, прутков, труб и проволоки.

Более 30 % меди идет на производство сплавов. Преимуществами медных сплавов являются хорошая электропроводность, низкий коэффициент трения, высокая пластичность, высокая прочность ($\sigma_{\text{в}} = 300 \dots 1\,200 \text{ МПа}$), коррозионная стойкость в ряде агрессивных сред, возможность термомеханической обработки.

Медные сплавы подразделяются по химическому составу на латуни, бронзы и медно-никелевые сплавы, а по способу изготовления из них деталей — на деформируемые и литейные (рис. 3.2). Из деформируемых медных сплавов изготавливают листы, ленты, трубы, полуфабрикаты различного профиля. Из литейных сплавов методом литья получают фасонные детали и художественные изделия.

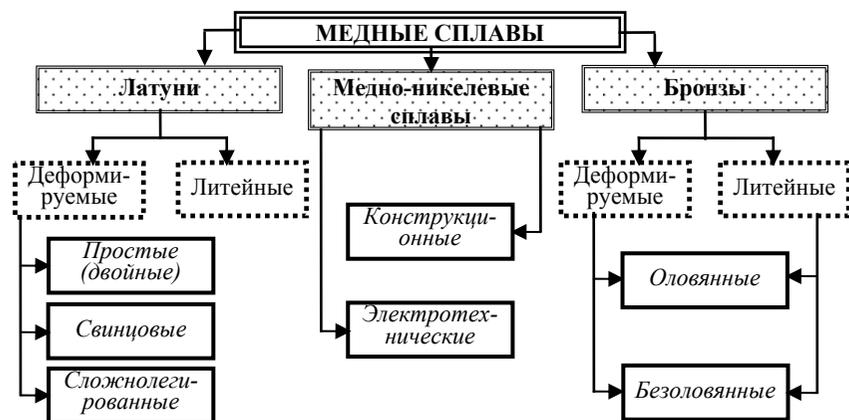


Рис. 3.2. Классификация медных сплавов

Латуни — двойные или многокомпонентные сплавы меди, в которых основным легирующим элементом является цинк. Все латуни по способу производства делятся на деформируемые и литейные.

Деформируемые латуни (медно-цинковые сплавы, обрабатываемые давлением) (ГОСТ 15527-2004) по химическому составу подразделяются на простые (двойные) и многокомпонентные (свинцовые и сложнолегированные).

Деформируемые простые латуни маркируются буквой Л, следующая за ней цифра означает содержание меди. Марка многокомпонентной латуни включает буквы Л (латунь) и буквы, соответствующие легирующим элементам (табл. 3.1), после букв следуют цифры через дефис. Первая цифра указывает среднее содержание меди в %, остальные — содержание соответствующих легирующих элементов в том же порядке, как и буквы, их обозначающие. Содержание цинка в наименовании марки латуни не указывается и определяется по разности.

Пример 1. Л96 — деформируемая латунь с содержанием 96 % Cu, остальное (4 %) — Zn.

Пример 2. ЛА85-1,5 — деформируемая латунь с содержанием 85 % Cu, 1,5 % Al, остальное (13,5 %) — Zn.

В *простых (двойных)* латунях основными элементами являются медь и цинк. Простые латуни, содержащие до 10 % Zn, называют томпаком (Л96, Л90), от 10 до 20 % Zn — полутомпаком, от 20 до 30 % Zn — патронными (Л85, Л80, Л70). С увеличением содержания цинка цвет латуней изменяется от красноватого до светло-желтого, повышаются предел прочности от 270 до 320 МПа и твердость от 47 до 50 НВ. Прочность простой латуни может быть значительно повышена холодной пластической деформацией. Томпак (полутомпак) имеет высокую пластичность и коррозионную стойкость. Он применяется для изготовления радиаторных трубок, деталей конденсационно-холодильного оборудования, уплотнительных прокладок, биметалла сталь – латунь и т. д. Патронные латуни используют для производства деталей электрооборудования, проволоки, гильз и пр. Латуни марок Л68, Л63, Л60 хорошо обрабатываются давлением в горячем и холодном состоянии. Изделия из таких латуней (проволока, трубы, прутки, листы, ленты) изготавливаются холодной штамповкой и глубокой вытяжкой.

Области применения простых (двойных) деформируемых латуней представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4

Области применения простых (двойных) деформируемых латуней

Марки латуней	Области применения
Л96, Л90, Л85	Листы, ленты, полосы, трубы, прутки, проволока для деталей в электротехнике, для медалей и значков
Л80	Листы, ленты, полосы, проволока, художественные изделия, сильфоны, манометрические трубки
Л70	Радиаторные ленты, полосы, трубы, теплообменники, детали, получаемые глубокой вытяжкой
Л68	Проволочные сетки, радиаторные ленты, трубы для теплообменников, детали, получаемые глубокой вытяжкой
Л63	Листы, ленты, полосы, трубы, прутки, фольга, проволока, детали, получаемые глубокой вытяжкой
Л60	Трубные доски в холодильных установках, штампованные детали, фурнитура

Многокомпонентные латуни делятся на две группы: свинцовые и сложнолегированные. Свинцовые латуни (1...3 % Pb) являются автоматными сплавами (свинец улучшает обрабатываемость резанием), их используют для изготовления деталей в часовой и авто-тракторной промышленности. В сложнолегированных латунях основными легирующими элементами являются олово, алюминий, кремний, никель и марганец, которые повышают механические свойства латуней и увеличивают их коррозионную стойкость.

Области применения свинцовых и сложнолегированных деформируемых латуней представлены в таблицах 3.5 и 3.6 соответственно.

Таблица 3.5

Области применения свинцовых деформируемых латуней

Марки латуней	Области применения
ЛС74-3, ЛС64-2	Ленты, полосы, прутки
ЛС63-3	Ленты, полосы, прутки, проволока
ЛС59-1	Листы, ленты, полосы, прутки, профили, трубы, проволока, поковки
ЛС58-2	Полосы, прутки, проволока
ЛС58-3, ЛС59-2, ЛЖС58-1-1, ЛС59-1В	Прутки

Таблица 3.6

Области применения сложнолегированных деформируемых латуней

Марки латуней	Области применения
1	2
ЛО90-1	Ленты, полосы, проволока
ЛО70-1	Листы, полосы, прутки для приборостроения, трубы для конденсаторов и теплообменников
ЛОМш70-1-0,05, ЛОМш70-1-0,04, ЛАМш77-2-0,05, ЛАМш77-2-0,04, ЛА77-2у, ЛК75В, ЛМш68-0,05	Трубы
ЛКБО62-0,2-0,04-0,5, ЛОК59-1-0,3, ЛК62-0,5	Проволока, прутки

Окончание таблицы 3.6

1	2
ЛО62-1	Листы, полосы, плиты для трубных решеток, прутки для приборостроения, трубы для конденсаторов и теплообменников
ЛО60-1	Проволока
ЛА77-2	Трубные доски для конденсаторов и теплообменников, стойкие к морской воде детали машин, высоконагружаемая арматура
ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5, Л75мк	Полосы, трубы
ЛАЖ60-1-1	Трубы, прутки для подшипников скольжения, судостроения и приборостроения
ЛАН59-3-2	Прутки, трубы
ЛЖМц59-1-1	Полосы, трубы, прутки, проволока
ЛМц58-2	Листы, ленты, полосы, прутки, проволока для приборостроения

Латуни, за исключением с содержанием свинца, легко поддаются обработке давлением в холодном и горячем состояниях. Все латуни хорошо паяются твердыми и мягкими припоями. Хорошие технологические и широкий диапазон потребительских свойств, красивый цвет и сравнительная дешевизна латуни делают ее наиболее распространенным медным сплавом.

При вылеживании или эксплуатации в латунных изделиях иногда возникают трещины — *сезонное растрескивание*. Это явление наблюдается, главным образом, в латунях с содержанием цинка более 20 % и отчетливо обнаруживается в изделиях, полученных холодной деформацией (прутках, полых изделиях и др.). Сезонное растрескивание усиливается в химически активных средах. Образование трещин является в этом случае результатом совместного действия остаточных напряжений, вызванных холодной деформацией, и химически активными средами.

Литейные латуни (медно-цинковые сплавы литейные) (ГОСТ 1020-97) по химическому составу делятся в зависимости

от основного легирующего элемента на свинцовые, марганцовые, марганцово-свинцовые, кремнистые и др. Литейные латуни обладают повышенными механическими свойствами: $\sigma_B = 196...705$ МПа, $\delta = 6...20$ %, $HB = 60...165$ МПа.

Маркировка литейных латуней отличается от маркировки деформируемых: латунь обозначается буквой Л, далее следует обозначение цинка (Ц) и легирующих элементов (табл. 3.1). Цифры после буквенного обозначения цинка и элементов указывают на их среднюю массовую долю в %. Содержание меди в наименовании марки литейной латуни не указывается и определяется по разности. Буква д в конце марки обозначает, что латунь предназначена для получения отливок под давлением.

Пример. ЛЦ40Сд — литейная латунь, предназначенная для получения отливок под давлением (д), с содержанием 40 % Zn, около 1 % Pb, остальное (59 %) — Cu.

Легирующие элементы по-разному влияют на литейные свойства сплавов. Железо и марганец снижают жидкотекучесть латуни, а олово (до 2,5 %) — ее повышает. Алюминий и кремний (в отдельности) повышают жидкотекучесть двойных латуней. В то же время наличие примесей алюминия в кремнистой латуни ЛЦ16К4 приводит к снижению ее жидкотекучести и способствует возникновению в отливках пористости.

Области применения литейных латуней представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7

Области применения литейных латуней

Наименование латуни	Марки латуней	Области применения
1	2	3
Свинцовая	ЛЦ40С	Арматура, втулки и сепараторы шариковых и роликовых подшипников
	ЛЦ40Сд	Арматура (втулки, тройники, переходники), сепараторы подшипников, работающих в воздушной среде или пресной воде
Марганцово-алюминиевая	ЛЦ40Мц3А	Детали несложной конфигурации

Окончание таблицы 3.7

1	2	3
Марганцовая	ЛЦ40Мц1,5	Детали простой конфигурации, работающие при ударных нагрузках, детали узлов трения, работающие в условиях статических нагрузок при температурах не выше 60 °С
Марганцово-железная	ЛЦ40Мц3Ж	Несложные по конфигурации детали ответственного назначения и арматура морского судостроения, работающие при температуре до 300 °С
Марганцово-свинцовая	ЛЦ38Мц2С2	Конструкционные детали судов, антифрикционные детали несложной конфигурации (втулки, вкладыши, ползуны, арматура подшипников)
Марганцово-свинцово-кремнистая	ЛЦ37Мц2С2К	Антифрикционные детали, арматура
Алюминиевая	ЛЦ30А3	Коррозионно-стойкие детали, применяемые в судо- и машиностроении
Оловянно-свинцовая	ЛЦ25С2	Штуцеры гидросистем автомобилей
Алюминиево-железо-марганцовая	ЛЦ23А6Ж3Мц2	Ответственные детали, работающие при высоких нагрузках, антифрикционные детали (нажимные винты, гайки нажимных винтов прокатных станов, венцы червячных колес, втулки)
Кремнистая	ЛЦ16К4	Сложные по конфигурации детали приборов и арматуры, работающие при температуре до 250 °С в паровоздушной среде, детали, работающие в морской воде, при условии обеспечения протекторной защиты (шестерни, детали узлов трения и др.)
Кремнисто-свинцовая	ЛЦ14К3С3	Подшипники, втулки

1	2
БрОФ4-0,25	Трубы для изготовления контрольно-измерительных приборов
БрОФ2-0,25	Винты, ленты для гибких шлангов, токопроводящие детали, присадочный материал для сварки
БрОЦ4-3	Ленты, полосы, прутки, применяемые в электротехнике и машиностроении, проволока для изготовления пружин и аппаратуры химической промышленности
БрОЦС4-4-2,5, БрОЦС4-4-4	Ленты и полосы, применяемые для изготовления прокладок во втулках и подшипниках

Бронзы — двойные или многокомпонентные сплавы меди с другими элементами. Бронзы немагнитны, коррозионно-стойки, имеют высокие коэффициенты тепло- и электропроводности, обладают антифрикционными свойствами. Все бронзы по способу производства делятся на деформируемые и литейные.

Деформируемые бронзы (бронзы, обрабатываемые давлением) предназначены для изготовления заготовок и полуфабрикатов методами обработки металлов давлением.

Деформируемые бронзы маркируются буквами Бр и буквами соответствующих легирующих элементов (табл. 3.1), после букв следуют цифры через дефис, указывающие содержание соответствующих легирующих элементов в том же порядке, как и буквы, их обозначающие. Содержание меди в наименовании марки бронзы не указывается и определяется по разности.

Пример. БрАЖ9-4 — деформируемая бронза с содержанием 9 % Al, 4 % Fe, остальное (87 %) — медь.

По химическому составу деформируемые бронзы подразделяются на оловянные и безоловянные.

Бронзы оловянные деформируемые (обрабатываемые давлением) (ГОСТ 5017-2006) обладают высокими антифрикционными и упругими свойствами, коррозионно-стойки в атмосфере и пресной воде, хорошо обрабатываются резанием.

Области применения деформируемых оловянных бронз представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8

Области применения деформируемых оловянных бронз	
Марки бронз	Области применения
1	2
БрОФ8-0,3	Проволока для изготовления сеток
БрОФ7-0,2	Прутки для изготовления деталей, применяемых в различных отраслях промышленности
БрОФ6,5-0,4	Проволока для изготовления сеток и пружин, ленты и полосы, применяемые в машиностроении
БрОФ6,5-0,15	Ленты, полосы, прутки, применяемые в машиностроении, детали подшипников, трубчатые заготовки для изготовления биметаллических сталебронзовых втулок

Бронзы безоловянные деформируемые (обрабатываемые давлением) (ГОСТ 18175-78) подразделяются на типы по основному легирующему элементу системы: алюминиевые, бериллиевые, кремниевые и т. д.

Области применения безоловянных деформируемых бронз представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9

Области применения безоловянных деформируемых бронз	
Марки бронз	Области применения
1	2
<i>Алюминиевые</i>	
БрА5	Монеты, детали, работающие в морской воде, детали для химического машиностроения
БрА7	Детали для химического машиностроения, скользящие контакты
БрАЖМц10-3-1,5, БрАЖН10-4-4, БрАЖНМц9-4-4-1	Трубные доски конденсаторов, детали для химической аппаратуры
БрАМц9-2	Трубные доски конденсаторов, износостойкие детали, винты, валы, детали для гидравлических установок
БрАМц10-2	Заготовки, фасонное литье в машиностроении

Окончание таблицы 3.9

1	2
БрАЖ9-4	Шестерни, втулки, седла клапанов для авиапромышленности, отливки массивных деталей для машиностроения
<i>Бериллиевые</i>	
БрБ2, БРБНТ1,9	Пружины, пружинящие детали ответственного назначения, износостойкие детали всех видов, неискрящие инструменты
<i>Кремниевые</i>	
БрКМц3-1	Детали всех видов для химических аппаратов, пружины и пружинящие детали, детали для судостроения, а также сварных конструкций
БрКН1-3	Ответственные детали в двигателестроении, направляющие втулки
<i>Марганцевая</i>	
БрМц5	Детали и изделия, работающие при повышенных температурах
<i>Кадмиевая</i>	
БрКд1	Коллекторы электродвигателей, детали машин контактной сварки и другие детали
<i>Магниева</i>	
БрМг0,3	Коллекторы электродвигателей, детали машин контактной сварки и другие детали
<i>Серебряная</i>	
БрСр0,1	Коммутаторы, коллекторные кольца, обмотки роторов турбогенераторов
<i>Хромовая</i>	
БрХ1	Электроды для сварки, оборудование для сварочных машин

Литейные бронзы маркируются по аналогии с литейными латунями. Бронза обозначается буквами Бр, далее следует обозначение легирующих элементов (табл. 3.1); буква Л в конце марки обозначает — литейная. Цифры после буквенного обозначения элементов указывают на их среднюю массовую долю в %. Содержание меди

в наименовании марки бронзы не указывается и определяется по разности.

Пример. БрО3Ц7С5Н1 — литейная бронза с содержанием 3 % Sn, 7 % Zn, 5 % Pb, 1 % Ni, остальное (84 %) — Cu.

По химическому составу литейные бронзы разделяют на оловянные и безоловянные.

Оловянные литейные бронзы (ГОСТ 613-79) имеют невысокие механические свойства, которые изменяются в пределах $\sigma_b = 150 \dots 250$ МПа, $\delta = 3 \dots 12$ %, 40...80 НВ. Однако оловянные бронзы характеризуются высокими антифрикционными свойствами, обусловленными большим температурным интервалом кристаллизации и резко выраженной ликвацией.

Легирующие элементы оловянных бронз по-разному влияют на их свойства. Так, Sn повышает механические и антифрикционные свойства, коррозионную стойкость, Zn уменьшает интервал кристаллизации, облегчает сварку и пайку, Pb улучшает жидкотекучесть, обрабатываемость резанием, а также антифрикционные и механические свойства, Ni повышает антифрикционные и механические свойства, Р повышает жидкотекучесть и износостойкость.

Из оловянной литейной бронзы изготавливается паровая и водяная арматура, выдерживающая давление до 2,5 МПа, подшипники для валов при больших удельных нагрузках и оборотах, шестерни, втулки, работающие в условиях истирания.

Области применения оловянных литейных бронз представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10

Области применения оловянных литейных бронз	
Марки бронз	Области применения
1	2
БрО3Ц12С5	Арматура общего назначения
БрО3Ц7С5Н1	Детали, работающие в масле, паре и в пресной воде
БрО4Ц7С5	Арматура, антифрикционные детали
БрО4Ц4С17	Антифрикционные детали
БрО5Ц5С5, БрО6Ц6С3	Арматура, антифрикционные детали, вкладыши подшипников

Окончание таблицы 3.10

1	2
БрО5С25	Биметаллические подшипники скольжения
БрО8Ц4	Арматура, фасонные части трубопровода, насосы, работающие в морской воде
БрО10Ф1	Узлы трения арматуры, высоконагруженные детали шнековых приводов, нажимные и шпиндельные гайки, венцы червячных шестерен
БрО10Ц2	Арматура, антифрикционные детали, вкладыши подшипников, детали трения и облицовки гребных валов
БрО10С10	Подшипники скольжения, работающие в условиях высоких удельных давлений

Безоловянные литейные бронзы (ГОСТ 493-79) являются, как правило, многокомпонентными сплавами. Их механические свойства значительно выше, чем у оловянных бронз. Кроме того, безоловянные бронзы имеют достаточно высокие антифрикционные свойства и коррозионную стойкость в пресной и морской воде, во многих агрессивных средах. Они хорошо сопротивляются ударным нагрузкам, обладают меньшим, чем оловянные бронзы, антифрикционным износом.

Безоловянные литейные бронзы применяют для деталей, подвергающихся эксплуатации в более легких условиях, чем оловянные. Наиболее широкое применение получили алюминиевые бронзы с содержанием 9...11 % Al. Эта добавка Al повышает жидкотекучесть, механические и антифрикционные свойства сплавов. Механические, технологические и эксплуатационные свойства безоловянных литейных бронз улучшаются также при легировании Fe, Mn, Ni, Al и другими элементами.

Безоловянные литейные бронзы имеют высокие механические свойства ($\sigma_b = 60...610$ МПа, $\delta = 2...20$ %, 25...250 НВ), коррозионные и антифрикционные свойства. Многие из них хорошо противостоят разрушению в условиях кавитации.

Безоловянные литейные бронзы применяют для изготовления гребных винтов крупных судов, тяжело нагруженных шестерен и зубчатых колес, корпусов насосов, арматуры для морской воды, деталей химической и пищевой промышленности.

Области применения безоловянных литейных бронз представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11

Области применения безоловянных литейных бронз

Марки бронз	Области применения
БрА9Мц2Л, БрА10Мц2Л	Антифрикционные детали, детали арматуры, работающие в пресной воде, жидком топливе и в паре при температуре до 250 °С
БрА9Ж3Л, БрА10Ж3Мц2	Арматура, антифрикционные детали
БрА10Ж4Н4Л	Детали химической и пищевой промышленности, а также детали, работающие при повышенных температурах
БрА11Ж6Н6	Арматура, антифрикционные детали
БрА9Ж4Н4Мц1	Арматура для морской воды
БрС30, БрСу3Н3Ц3С20Ф, БрА7Мц15Ж3Н2Ц2	Антифрикционные детали

Медно-никелевые сплавы — сплавы на основе меди, в которых легирующим элементом, определяющим основные свойства сплава, является никель. Добавка никеля к меди увеличивает твердость, прочность и электросопротивление, уменьшает термический коэффициент электросопротивления и повышает коррозионную стойкость во многих средах.

Медно-никелевые сплавы выделены в особую группу (ГОСТ 492-2006). По назначению их делят на *конструкционные* (мельхиор, нейзильбер, куниаль) и *электротехнические* (копель, константан, манганин).

Медно-никелевые сплавы маркируются буквами МН и цифрами, указывающими на суммарное содержание Ni и Co. Содержание меди в наименовании марки сплава не указывается и определяется по разности.

Пример. МН19 — медно-никелевый сплав, содержащий 19 % Ni и Co, остальное — Cu.

Если сплав легируется, в марке указывают введенные элементы и их содержание через дефисы в порядке их упоминания.

Пример. МНМцАЖЗ-12-0,3-0,3 — медно-никелевый сплав, содержащий 3 % (Ni и Co), 12 % Mn, 0,3 % Al, 0,3 % Fe, остальное (84,4 %) — Cu.

Мельхиоры — сплавы Cu, главным образом, с Ni (5...30 %) (МН19, МНЖМц30-0,8-1 и др.) серебристого цвета. Они обладают невысокой прочностью ($\sigma_b = 350...400$ МПа), высокой коррозионной и кавитационной стойкостью на воздухе и в воде, хорошей обрабатываемостью давлением.

Нейзильберы — сплавы Cu с Ni (5...35 %) и Zn (13...45 %) (МНЦ15-20, МНЦ18-27 и др.), обладающие высокой коррозионной стойкостью и прочностью ($\sigma_b = 500...700$ МПа). При повышении содержания Ni нейзильбер приобретает красивый белый цвет с зеленоватым или синеватым отливом.

Куниали — сплавы Cu с Ni (4...20 %) и Al (1...4 %) (МНА 13-3 — куниаль А и МНА 6-1,5 — куниаль Б). Обладают высокой коррозионной стойкостью в атмосферных условиях, пресной и морской воде. По прочности ($\sigma_b > 700$ МПа) они не уступают некоторым конструкционным сталям.

Копель МНМц43-0,5 (сплав Cu с Ni (43 %) и Mn ($\approx 0,5$ %)), **константан** МНМц40-1,5 (сплав Cu с Ni (≈ 40 %) и Mn ($\approx 1,5$ %)), а также **манганин** МНМц3-12 (сплав Cu с Mn (11...13,5 %) и Ni (2,5...3,5 %)) относятся к сплавам с высоким удельным электрическим сопротивлением, мало зависящим от температуры. Рабочая температура копей около 600 °С, константана — 500 °С, а манганина — от 15 до 35 °С.

Области применения медно-никелевых сплавов представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12

Области применения медно-никелевых сплавов

Наименование сплава	Марки сплавов	Области применения
1	2	3
Копель	МНМц43-0,5	Термопары и компенсационные провода
Константан	МНМц40-1,5	Компенсационные провода, изделия электротехнического назначения

1	2	3
Манганин	МНМц3-12	Изделия электротехнического назначения, детали измерительных приборов
	МНМцАЖЗ-12-0,3-0,3	
Мельхиор (сплав ТП)	МН0,6	Компенсационные провода
Мельхиор (сплав ТБ)	МН16	
Мельхиор	МН19	Плакировочный материал для медицинских инструментов, изделия точной механики
	МН25	Монеты, декоративные изделия
	МНЖМц30-1-1	Конденсаторные трубы, трубные доски кондиционеров в приборостроении, маслоохладители
	МНЖМц10-1-1	Конденсаторные трубы, трубные доски кондиционеров в приборостроении
Сплав	МНЖ5-1	Трубопроводы, детали для электротехники и приборостроения
Сплав	МНЖКТ5-1-0,2-0,2	Материалы для сварки, наплавки и пайки
Куниаль А	МНА13-3	Изделия повышенной прочности в машиностроении
Куниаль Б	МНА6-1,5	Пружины и другие изделия в электротехнической промышленности
Нейзильбер	МНЦ12-24	Корпуса часов, прессованные детали
	МНЦ18-27	
	МНЦ15-20	Пружины реле, детали для электротехники, детали, получаемые глубокой вытяжкой; столовые приборы, художественные изделия
МНЦ18-20		
Свинцовистый нейзильбер	МНЦС16-29-1,8	Изделия часовой промышленности

3.3. Титан и сплавы на его основе

Титан — легкий (плотностью $\rho = 4\,500 \text{ кг/м}^3$), тугоплавкий ($t_{\text{пл}} = 1\,665 \text{ }^\circ\text{C}$), прочный ($\sigma_b = 300 \dots 550 \text{ МПа}$, 100 НВ) и пластичный ($\delta = 20 \dots 25 \%$) металл серебристо-белого цвета.

Наличие защитной пленки TiO_2 на поверхности титана обеспечивает ему высокую коррозионную и химическую стойкость, сохраняющиеся в интервале температур от -250 до $+550 \text{ }^\circ\text{C}$. По этим показателям титан значительно превосходит коррозионно-стойкие стали и другие сплавы.

Марки технического титана (ГОСТ 19807-91): ВТ1-00 (99,53 % Ti), ВТ1-0 (99,45 % Ti).

Технический титан используется для изготовления химических и пищевых емкостей, а как конструкционный материал — в криогенной технике и медицине (титановые имплантаты). Его поставляют в виде листов, труб, проволоки и других полуфабрикатов. Технический титан хорошо обрабатывается давлением, сваривается дуговой сваркой в среде защитных газов и контактной сваркой, но плохо обрабатывается резанием. Губчатый титан (ТГ90, ТГ100, ТГ110 и др.) (ГОСТ 17746-96) широко используется в вакуумной технике. Карбид титана, обладающий высокой твердостью, входит в состав твердых сплавов, применяемых для изготовления режущих инструментов. Оксид титана применяется в лакокрасочном производстве. Повсеместное использование титана ограничивается его очень высокой стоимостью.

Титановые сплавы относятся к группе легких сплавов и характеризуются высокой удельной прочностью. При одинаковой прочности (например, $\sigma_b = 450 \text{ МПа}$) изделия из титановых сплавов в 1,8 раза легче стальных.

Титановые сплавы классифицируются *по способу производства (литейные и деформируемые), механическим свойствам (сплавы нормальной прочности, высокопрочные, жаропрочные, повышенной пластичности) и способности упрочняться термической обработкой (упрочняемые и неупрочняемые термической обработкой).*

Деформируемые титановые сплавы (ГОСТ 19807-91) (ОТ4-1, ВТ5, ВТ20 и др.) обладают высокими жаропрочными свойствами и отсутствием хладноломкости (в том числе при очень низких температурах). Титановые сплавы превосходят коррозионно-стойкие

стали, медные и никелевые сплавы в стойкости против коррозии в морской воде, а также в таких агрессивных средах, как влажный хлор, горячая азотная кислота высокой концентрации и др. Титановые сплавы немагнитны, обладают низкой теплопроводностью и малым коэффициентом линейного расширения. Вместе с тем, они уступают сталям, особенно с повышенным содержанием углерода, в твердости и износостойкости. Титановые сплавы удовлетворительно обрабатываются резанием, могут свариваться.

Области применения титана и деформируемых титановых сплавов представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13

Области применения титана и деформируемых титановых сплавов

Термо-обработка	Класс прочности	Сплав	Области применения
1	2	3	4
Неупрочняемые	Малопрочные, высокопластичные	ВТ1-00	Слабонагруженные детали сложной конфигурации, работающие при температуре от -253 до $150 \text{ }^\circ\text{C}$
		ВТ1-0	
		ОТ4-0	Детали сложной конфигурации, работающие длительно при температуре $300 \dots 350 \text{ }^\circ\text{C}$ и кратковременно при $500 \dots 600 \text{ }^\circ\text{C}$
		ОТ4-1	Тонкостенные детали сложной формы, работающие длительно при температуре до $300 \text{ }^\circ\text{C}$ (3 000 ч) и $350 \text{ }^\circ\text{C}$ (2 000 ч)
	Среднепрочные	ОТ4	Детали, длительно работающие при температуре до $350 \dots 400 \text{ }^\circ\text{C}$
		ВТ5	Сварные детали, работающие при температуре от -253 до $+400 \text{ }^\circ\text{C}$
		ВТ5-1	Штампованные детали и узлы, работающие при температуре до $450 \text{ }^\circ\text{C}$
		ВТ20	Детали, длительно работающие при температуре до $500 \text{ }^\circ\text{C}$
		ПТМ7М	Трубы и другие тонкостенные сварные детали

Окончание таблицы 3.13

1	2	3	4
Упрочняемые	Высокопрочные	BT3-1	Кованные и штампованные детали, работающие при температуре до 400 °С (6 000 ч) и 450 °С (2 000 ч)
		BT6	Штамповарные детали, длительно работающие при температуре до 400...450 °С
		BT14	Детали, длительно работающие при температуре до 400 °С
		BT16	Крепежные и резьбовые детали диаметром 40 мм, работающие при температуре до 350 °С
		BT22	Детали, длительно работающие при температуре 350 °С (2 000 ч)
		BT9	Детали, работающие при температуре до 500 °С

Литейные титановые сплавы обладают более низкими механическими свойствами, чем соответствующие деформируемые. Упрочняющая термическая обработка для этих сплавов не применяется, т.к. резко снижает их пластичность. Марочный состав литейных титановых сплавов: BT1Л, BT5Л, BT6Л, BT14Л, BT3-1Л, BT9Л, BT20Л и др. Наиболее распространены литейные сплавы BT1Л, BT5Л и BT9Л. Сплав BT1Л обладает наибольшей химической стойкостью. Его применяют для изготовления деталей, работающих в агрессивных средах. Сплав BT5Л применяют для деталей, работающих при температурах от -235 до +350 °С. Сплав BT9Л наиболее высокопрочный и предназначен для изготовления нагруженных деталей, работающих при температурах до 500 °С.

Титановые сплавы находят широкое применение в следующих отраслях: в авиастроении, ракетостроении — каркасные детали, обшивка, топливные баки, детали реактивных двигателей, диски и лопатки компрессоров, детали воздухозаборника, детали корпусов ракетных двигателей второй и третьей ступени и т. д.; в судостроении — обшивка корпусов судов и подводных лодок, сварные трубы, гребные винты, детали насосов и др.; в химической промышленности — реакторы для агрессивных сред, насосы, змеевики, центрифуги и др.; в

гальванотехнике — ванны для хромирования, анодные корзины, теплообменники, трубопроводы, подвески и др.; в газовой и нефтяной промышленности — фильтры, седла клапанов, резервуары, отстойники и др.; в криогенной технике — детали холодильников, насосов компрессоров, теплообменники и др.; в пищевой промышленности — сепараторы, холодильники, емкости для продуктов, цистерны и др.; в медицинской промышленности — инструмент, наружные и внутренние протезы, внутрикостные фиксаторы, зажимы и др.

Несмотря на высокую стоимость производства и сложность обработки изделий из титановых сплавов, их применение оказывается выгодным благодаря высокой коррозионной стойкости и прочности при низкой удельной массе. Однако из-за дефицита титана использование титановых сплавов весьма ограничено. В настоящее время применяют вторичные титановые сплавы (BTB1, BTB2, BTB3, BTB4), основу шихты которых составляют отходы технологического производства титана, а также слитки из этих отходов.

3.4. Магний и сплавы на его основе

Магний — металл серебристо-белого цвета с плотностью $\rho = 1\,739 \text{ кг/м}^3$ и температурой плавления $t_{\text{пл}} = 651 \text{ °С}$.

Магний маркируется по чистоте и выпускается четырех марок (ГОСТ 804-93): Mg80 (99,80 % Mg), Mg90 (99,90 % Mg), Mg95 (99,95 % Mg), Mg98 (99,98 % Mg). Механические свойства литого магния невысокие: предел прочности $\sigma_{\text{в}} = 115 \text{ МПа}$, относительное удлинение $\delta = 8 \%$, твердость — 30 НВ.

Изделия из магния не изготавливают, он применяется, главным образом, при производстве легких сплавов, для раскисления и обессеривания некоторых металлов, для восстановления Hf, Ti, U, Zr и других металлов из их соединений (металлотермия). Чистый магний используется в пиротехнике и химической промышленности.

Основным преимуществом магниевых сплавов по сравнению с остальными промышленными металлами является их небольшая плотность ($\rho = 1\,700 \dots 1\,800 \text{ кг/м}^3$). Все магниевые сплавы имеют сравнительно высокую прочность ($\sigma_{\text{в}} = 200 \dots 400 \text{ МПа}$), пластичность ($\delta = 6 \dots 20 \%$), хорошо поглощают вибрации, но из-за пониженного модуля упругости ($E = 4,3 \cdot 10^4 \text{ МПа}$) пригодны лишь для

малонагруженных деталей. Магниево-алюминиевые сплавы обладают низкой коррозионной стойкостью, особенно в контакте с другими металлами. Недостатками магниевых сплавов также являются низкие литейные свойства и плохая обрабатываемость давлением. Эти сплавы удовлетворительно свариваются дуговой сваркой в защитных (инертных) газах и хорошо обрабатываются резанием.

Маркируются магниевые сплавы буквами и цифрами. Буквы обозначают: М — магниевый сплав, А — деформируемый, Л — литейный, а цифры — условный порядковый номер сплава. Буквы в конце маркировки обозначают: пч — повышенной чистоты, он — общего назначения.

Пример. МА8пч — сплав магниевый (М), деформируемый (А), 8 — условный порядковый номер, повышенной чистоты (пч).

Магниево-алюминиевые сплавы классифицируют по способу производства, уровню прочности, плотности, возможным температурам эксплуатации и чувствительности к упрочняющей термической обработке.

По уровню прочности магниевые сплавы разделяют на **малопрочные, средней прочности** и **высокопрочные**. По плотности их делят на **легкие** и **сверхлегкие** сплавы. К сверхлегким сплавам относятся сплавы, легированные литием (МА21, МА18 — самые легкие конструкционные металлические материалы), а к легким сплавам — все остальные. По чувствительности к упрочняющей термической обработке различают **термически упрочняемые** и **термически неупрочняемые** сплавы.

При классификации по возможным температурам эксплуатации магниевые сплавы разделяют на группы:

- сплавы **общего назначения**, предназначенные для работы при обычных температурах;
- **жаропрочные** сплавы, предназначенные для длительной эксплуатации при температурах до 200 °С;
- **высокожаропрочные** сплавы, предназначенные для длительной эксплуатации при температурах до 250...300 °С;
- сплавы **для эксплуатации при криогенных температурах**.

По способу производства магниевые сплавы делят на деформируемые и литейные.

Деформируемые магниевые сплавы (ГОСТ 14957-76) предназначены для изготовления полуфабрикатов (листов, плит, прутков,

профилей, полос, труб, проволоки, штамповок и поковок) методами горячей обработки металлов давлением, а также слитков и слябов. Деформируемые магниевые сплавы выпускаются следующих марок: МА1, МА2, МА2-1, МА2-1пч, МА5, МА8, МА8пч, МА11, МА12, МА14, МА15, МА17, МА18, МА19, МА20, МА21 (ИМВ2).

Использование деформируемых сплавов дает высокую массовую эффективность: для крупных корпусных деталей экономия по массе составляет 21, 57 и 111 % по сравнению с алюминиевыми, титановыми и стальными деталями соответственно.

Области применения деформируемых магниевых сплавов представлены в таблице 3.14.

Таблица 3.14

Области применения деформируемых магниевых сплавов

Марки сплавов	Области применения
МА1	Сварные детали несложной конфигурации, детали арматуры бензо- и маслосистем, не несущие больших нагрузок
МА2	Кованые и штампованные детали сложной конфигурации для сварных конструкций
МА2-1	Панели, штамповки сложной конфигурации для сварных конструкций
МА5	Нагруженные детали
МА8	Листы, плиты, штамповки сложной конфигурации для сварных конструкций
МА11, МА12	Детали, нагревающиеся в процессе эксплуатации
МА14	Высоконагруженные детали
МА15	Детали сварных конструкций, требующие повышенного предела текучести при сжатии
МА17	Провода ультразвуковых линий
МА19	Детали сварных конструкций, для которых требуются повышенные пределы прочности и текучести при растяжении и сжатии

Литейные магниевые сплавы (ГОСТ 2856-79) предназначены для получения фасонных отливок. Они выпускаются следую-

щих марок: МЛ3, МЛ4, МЛ4пч, МЛ5, МЛ5пч, МЛ5он, МЛ6, МЛ8, МЛ9, МЛ10, МЛ11, МЛ12, МЛ15, МЛ19.

Достоинствами магниевых литейных сплавов являются малая плотность, высокая удельная прочность и ударная вязкость, а также хорошая обрабатываемость резанием. Детали из современных магниевых сплавов могут длительно работать при температурах выше 300 °С и кратковременно при температуре 400 °С.

Области применения литейных магниевых сплавов представлены в таблице 3.15.

Таблица 3.15

Области применения литейных магниевых сплавов

Марки сплавов	Области применения
МЛ2	Детали, от которых требуется повышенная коррозионная стойкость и герметичность (горловины, бензобаки, бензо-масляная арматура и др.)
МЛ3	Детали с высокой герметичностью (детали арматуры корпусов насосов и др.)
МЛ4	Коррозионно-стойкие детали двигателей и других агрегатов, работающие в условиях статических и динамических нагрузок (корпуса приборов и инструментов, штурвалы и др.)
МЛ5	Нагруженные детали, работающие в условиях морского климата, а также детали двигателей, приборов и др. (тормозные барабаны, кронштейны, штурвалы и др.)
МЛ6	Высоко- и средненагруженные детали (детали приборов, аппаратуры, корпуса и др.)
МЛ8, МЛ12	Нагруженные детали (реборды, барабаны колес и другие конструкции)
МЛ9	Детали двигателей, приборов и др.
МЛ10	Нагруженные детали различных конструкций, двигателей, приборов и агрегатов, требующие высокой герметичности и высокой стабильности размеров
МЛ11	Детали двигателей, приборов и агрегатов, требующие повышенной герметичности и не испытывающие высоких нагрузок при комнатной температуре
МЛ15	Нагруженные детали двигателей, приборов, агрегатов, требующие герметичности

3.5. Антифрикционные (подшипниковые) сплавы

Антифрикционные сплавы — материалы с низким коэффициентом трения скольжения, достаточной твердостью, хорошей деформируемостью и пластичностью, способностью удерживать смазку на поверхности. Кроме того, антифрикционные материалы должны иметь низкую способность к адгезии, хорошую теплопроводность и быть коррозионно-стойкими в рабочей среде. Антифрикционные сплавы предназначены для заливки вкладышей подшипников скольжения, паровых турбин и др.

Основные потребительские свойства антифрикционных сплавов реализуются за счет структурных особенностей — однородная, мягкая, пластичная основа с включением твердых частиц (например, SnSb). Мягкая основа должна обеспечивать хорошую прирабатываемость трущихся поверхностей, а равномерно распределенные в основе, хорошо полирующиеся твердые включения — уменьшать (наряду со смазкой) коэффициент трения. При вращении вал опирается на твердые частицы, обеспечивающие износостойкость, а основная масса, истирающаяся более быстро, прирабатывается к валу и образует сеть микроскопических каналов, по которым циркулирует смазка и уносятся продукты износа.

Наиболее распространенными металлическими антифрикционными материалами являются сплавы на основе свинца и олова (баббиты), цинковые, медные (бронзы и латуни) и алюминиевые сплавы. В меньшей мере используются чугуны и стали.

Баббиты — антифрикционные сплавы на основе Sn, Pb, Cu с добавками Sb, Cu и других элементов, предназначенные для заливки вкладышей подшипников. Наименование баббитов определяется преобладающим по содержанию элементом основы: оловянные, свинцовые и кальциевые. Каждый тип баббитов характеризуется температурой эксплуатации и степенью ответственности деталей, для которых он применяется.

Оловянные баббиты (ГОСТ 1320-74) — антифрикционные сплавы системы Sn-Sb-Cu. Дополнительное легирование осуществляется Cd, Ni и Pb.

Олово — мягкий и пластичный металл серебристо-белого цвета с температурой плавления $t_{пл} = 231,9$ °С. Так называемое белое олово с плотностью 7 290 кг/м³ полиморфно и ниже 13,2 °С

переходит в серое олово с плотностью $5\,850\text{ кг/м}^3$. На воздухе олово тускнеет, покрываясь пленкой его оксида, стойкого к химическим реагентам. Около 59 % используемого олова идет на производство баббитов, типографских и других сплавов. Оно применяется для покрытия других металлов, защиты их от коррозии (*лужение*), на изготовление белой жести для консервных банок, фольги и др.

Оловянные баббиты маркируются буквой Б, за которой следует цифра, показывающая содержание основного компонента — олова (остальное — сурьма и медь), буква С — свинец.

Пример. Б83С — баббит с содержанием 83 % Sn, 1 % Pb, остальное (16 %) — Cu и Sb.

Согласно ГОСТ 1320-74 оловянные баббиты выпускаются следующих марок: Б83, Б83, Б83С.

Оловянные баббиты обладают наилучшим сочетанием антифрикционных и физико-механических свойств. Однако ввиду большого содержания дорогостоящего олова они применяются для заливки подшипников только тяжело нагруженных машин (турбин) ответственного назначения.

Свинцовые баббиты (ГОСТ 1320-74) — антифрикционные сплавы системы Pb–Sn–Sb–Cu. Дополнительное легирование осуществляется Cd, Ni и As.

Свинец — тяжелый, мягкий и ковкий металл синевато-серого цвета с плотностью $\rho = 11\,340\text{ кг/м}^3$ и температурой плавления $t_{\text{пл}} = 327,4\text{ }^\circ\text{C}$. На воздухе свинец покрывается оксидной пленкой, стойкой к химическим воздействиям. Он не взаимодействует с соляной и серной кислотами. Свинец наиболее широко используется для изготовления пластин для аккумуляторов (около 30 % выплавляемого свинца), оболочек электрических кабелей, аппаратуры, устойчивой к агрессивным средам, а также для защиты от гамма-излучения (стенки из свинцовых кирпичей).

Согласно ГОСТ 1320-74 свинцовые баббиты выпускаются следующих марок: Б16 (15...17 % Sn, 15...17 % Sb, 1,5...2,0 % Cu, остальное — Pb); БН (9...11 % Sn, 13...15 % Sb, 1,5...2,0 % Cu, 0,1 % Ni, 0,5...0,9 % As, остальное — Pb); БС6 (5,5...6,57 % Sn, 5,5...6,5 % Sb, 0,1...0,3 % Cu, остальное — Pb).

Свинцовые баббиты применяют для менее нагруженных подшипников, чем оловянные. Свинцовый баббит Б16 является де-

шевым заменителем оловянных баббитов. Он используется для изготовления подшипников скольжения высокоскоростных двигателей, хорошо воспринимает ударные и знакопеременные нагрузки.

Кальциевые баббиты (ГОСТ 1209-90) — антифрикционные сплавы систем Ca–Pb–Na–Sn и Ca–Pb–Na–Al–Zn.

Кальций — щелочно-земельный металл серебристо-белого цвета с плотностью $1\,540\text{ кг/м}^3$ и температурой плавления $t_{\text{пл}} = 851\text{ }^\circ\text{C}$.

Кальций химически очень активен: при комнатной температуре он легко окисляется на воздухе. Как активный восстановитель кальций служит для получения U, Th, V, Cr, Zn, Be и других металлов и их соединений, для раскисления сталей, бронз и других сплавов.

Соединения кальция широко применяют в строительстве. Кальций также входит в состав антифрикционных сплавов.

Кальциевые баббиты маркируются следующим образом. Буквы в маркировке обозначают: БК — баббит кальциевый, Ш — сплав, предназначенный для подшихтовки сплавов, А и Ц — легирующие элементы (алюминий и цинк соответственно).

Согласно ГОСТ 1209-90 кальциевые баббиты выпускаются следующих марок: БКА (0,95...1,15 % Ca, 0,7...0,9 % Na, 0,4...0,6 % Zn, остальное — Pb), БК2 (0,3...0,55 % Ca, 0,2...0,4 % Na, 1,5...2,1 % Sn, остальное — Pb), БК2Ш (0,65...0,9 % Ca, 0,7...0,9 % Na, 1,5...2,1 % Sn, остальное — Pb), БК2Ц (0,95...1,15 % Ca, 0,7...0,9 % Na, 1,5...2,1 % Sn, 0,4...0,6 % Zn, остальное — Pb).

Кальциевые баббиты, имеющие небольшую прочность ($\sigma_{\text{в}} = 60...120\text{ МПа}$) и твердость (20...30 НВ), могут применяться только в подшипниках с прочным стальным (чугунным) или бронзовым корпусом, например, на железнодорожном транспорте для подшипников вагонов, коленчатого вала тепловозных двигателей и др. Для автомобильного транспорта их применяют в виде тонкостенных подшипниковых вкладышей, получаемых штамповкой из биметаллической ленты.

Области применения оловянных, свинцовых и кальциевых баббитов представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16

Области применения оловянных, свинцовых и кальциевых баббитов

Марки баббитов	Области применения
<i>Оловянные баббиты</i>	
Б88	Подшипники, работающие при больших скоростях и высоких динамических нагрузках: подшипники для быстроходных и среднеоборотных дизелей, нижние половины крейцкопфных подшипников малооборотных дизелей
Б83, Б83С	Подшипники, работающие при больших скоростях и средних нагрузках: подшипники турбин, крейцкопфные, мотылевые и рамовые подшипники малооборотных дизелей, опорные подшипники гребных валов
<i>Свинцовые баббиты</i>	
БН	Подшипники, работающие при средних скоростях и средних нагрузках: подшипники судовых дизелей и компрессоров
Б16	Моторно-осевые подшипники электровозов, путевых машин, детали паровозов и другое оборудование тяжелого машиностроения
БС6	Подшипники автотракторных двигателей
<i>Кальциевые баббиты</i>	
БКА	Для заливки подшипников трения для вагонов и тендеров железных дорог
БК2	Для заливки вкладышей коренных и шатунных подшипников дизелей и газовых двигателей
БК2Ш, БК2Ц	Для подшихтовки сплавов при заливке вкладышей коренных и шатунных подшипников дизелей и газовых двигателей

Цинковые антифрикционные сплавы (ГОСТ 21437-95) — антифрикционные сплавы системы Zn–Al–Cu–Mg.

Цинк — металл синевато-белого цвета с плотностью $\rho = 7130 \text{ кг/м}^3$ и температурой плавления $t_{\text{пл}} = 419,5 \text{ }^\circ\text{C}$. На воздухе цинк покрывается защитной пленкой его оксида. Он применяется в щелочных аккумуляторах, для покрытия других металлов с целью защиты их от коррозии (*цинкование*) и получения многих сплавов.

Цинковые антифрикционные сплавы маркируются буквой Ц

и буквами соответствующих легирующих элементов (А — алюминий, М — медь), после букв следуют цифры через дефис, указывающие содержание соответствующих легирующих элементов (в %) в том же порядке, как и буквы, их обозначающие. Содержание цинка в наименовании марки сплава не указывается и определяется по разности. Буква Л в конце марки сплава обозначает — литейный.

Пример. ЦАМ10-5Л — цинковый антифрикционный сплав с содержанием 10 % Al, 5 % Cu, остальное (85 %) — Zn, литейный (Л).

Согласно ГОСТ 21437-95 цинковые антифрикционные сплавы выпускаются четырех марок: деформируемые — ЦАМ9-1,5, ЦАМ10-5; литейные — ЦАМ9-1,5Л, ЦАМ10-5Л.

Цинковые баббиты обладают высокими антифрикционными свойствами и прочностью ($\sigma_{\text{в}} = 250 \dots 400 \text{ МПа}$) и могут применяться для узлов трения, температура которых не превышает $100 \text{ }^\circ\text{C}$ при сравнительно небольших скоростях скольжения (до 8 м/с).

Области применения цинковых антифрикционных сплавов представлены в таблице 3.17.

Таблица 3.17

Области применения цинковых антифрикционных сплавов

Марки сплавов	Области применения
ЦАМ9-1,5Л	Монометаллические вкладыши, втулки, ползуны и т.д., биметаллические изделия с металлическим каркасом
ЦАМ9-1,5	Вкладыши на основе биметаллической ленты из стали и дюралюминия
ЦАМ10-5Л	Подшипники и втулки агрегатов различного назначения
ЦАМ10-5	Прокатные полосы для направляющих скольжения металлорежущих станков и других изделий

Антифрикционные сплавы на медной основе — бронзы и латуни. Подшипники из бронзы изготовляют в монометаллическом и биметаллическом исполнении. Монометаллические подшипники (вкладыши, втулки и др.) изготовляют из бронз, обладающих достаточной прочностью и твердостью. Бронзы, употребляемые в таких подшипниках, подразделяют на сплавы с высоким (до 10 %) и низким (до 3 %) содержанием олова. Бронзы с высоким содержанием олова используют в наиболее ответственных деталях

Области применения алюминиевых антифрикционных сплавов

Марки сплавов	Области применения
АО9-2, АО3-7	Отливки монометаллических вкладышей и втулок
АО6-1, АО9-1, АО20-1, АМК	Штампованные вкладыши с толщиной антифрикционного слоя менее 1 мм из биметаллической ленты со сталью и дюралюминием, полученной методом прокатки или сварки взрывом
АО12-1	Биметаллическая лента со сталью
АН-2,5	Отливки вкладышей, штампованные вкладыши с толщиной антифрикционного слоя менее 0,5 мм, полученные из прокатной монометаллической и биметаллической ленты
АСМ, АМСТ	Штампованные вкладыши с толщиной антифрикционного слоя менее 0,5 мм, полученные из прокатной монометаллической и биметаллической ленты

и узлах. Для биметаллических подшипников в качестве антифрикционного слоя применяются бронзы, содержащие повышенное количество свинца без олова (БрС30) или с 1 % Sn.

Для изготовления свертных втулок, торцовых дисков и других антифрикционных деталей применяют деформируемые оловянные бронзы, а также свинцовистая бронза БрОС5-25.

В тяжело нагруженных трущихся деталях (дорожные машины, тяжелое станочное оборудование, скользящие соединения теплопередающего оборудования и др.) применяют высокопрочные алюминиевые бронзы.

В качестве антифрикционных сплавов на медной основе также используются кремнистые, марганцовые и алюминиево-железные латуни.

Алюминиевые антифрикционные сплавы (ГОСТ 14113-78) — алюминиевые сплавы, предназначенные для изготовления монометаллических и биметаллических подшипников методом литья, а также вкладышей, изготавливаемых штамповкой из монометаллической и биметаллической ленты и полосы, полученных методом прокатки или сварки взрывом.

Алюминиевые антифрикционные сплавы маркируются буквой А и буквами соответствующих легирующих элементов, после букв следуют цифры через дефис, указывающие содержание соответствующих легирующих элементов в том же порядке, как и буквы, их обозначающие. В марках сплавов системы Al–Sn–Cu вторая цифра указывает на содержание меди в %. Содержание алюминия в наименовании марки сплава не указывается и определяется по разности.

Пример. АО20-1 — алюминиевый антифрикционный сплав с содержанием 20 % Sn, 1 % Cu, остальное (79 %) — Al.

Антифрикционные алюминиевые сплавы согласно ГОСТ 14113-78 выпускаются следующих марок: сплавы на основе Al–Sn–Cu — АО9-2, АО3-7, АО6-1, АО9-1, АО12-1, АО20-1; сплав на основе Al–Ni — АН-2,5; сплавы на основе Al–Sb (с добавками Cu и Ti) — АСМ, АМСТ; сплав на основе Al–Cu–Si — АМК.

Высокие антифрикционные свойства алюминиевых сплавов позволяют заменять ими антифрикционные сплавы на свинцовой и оловянной основах, а также свинцовистую бронзу.

Области применения алюминиевых антифрикционных сплавов представлены в таблице 3.18.

Антифрикционные сплавы на железной основе. В качестве антифрикционных материалов *стали* используют в очень легких условиях работы при небольших давлениях и невысоких скоростях скольжения. Имея высокую твердость и температуру плавления, стали плохо прирабатываются, сравнительно легко схватываются с сопряженной поверхностью цапфы и образуют задиры. В качестве антифрикционных сталей обычно используют медистые стали, содержащие малое количество углерода, либо графитизированные стали, имеющие включения свободного графита.

Чугуны применяют для подшипников и других трущихся деталей в большем количестве и ассортименте, чем стали. Антифрикционные свойства чугунов определяются в значительной степени строением графитовой составляющей. Чугун с шаровидной формой графита и с толстыми пластинкам более износостоек, чем чугун с тонкими пластинками. В структуре антифрикционного чугуна желательнее иметь минимальное количество свободного феррита (не более 15 %), свободный цементит должен отсутствовать. Область использования антифрикционных чугунов, как и сталей, также ограничивается легкими условиями работы (см. табл. 1.5).

3.6. Твердые сплавы

Твердые сплавы — сплавы на основе карбидов тугоплавких материалов (вольфрама, титана и др.), связанных мягкой матрицей (кобальтом, молибденом, никелем и др.). Их изготавливают из порошков методами порошковой металлургии: прессованием и спеканием.

Твердые сплавы можно разделить на вольфрамовые и безвольфрамовые.

Вольфрамовые твердые сплавы изготавливают на основе карбидов вольфрама, титана и тантала с кобальтовой связкой. Структура материалов этой группы представляет собой твердые частицы карбидов вольфрама и титана (у некоторых сплавов, кроме того, карбидов тантала), связанные мягкой эвтектикой (кобальтом). С увеличением содержания кобальта снижаются твердость и износостойкость, но возрастает прочность сплавов.

В соответствии с ГОСТ 3882-74 вольфрамовые твердые сплавы делятся на три группы: **вольфрамовые** (ВК3, ВК6, ВК8 и др.), **титановольфрамовые** (Т30К4, Т5К10 и др.) и **титанотанталовольфрамовые** (ТТ7К12, ТТ8К6 и др.).

Потребительские свойства твердых сплавов по твердости (73...75 HRA), величине модуля Юнга ($E = 500\ 000$ МПа) и температуре эксплуатации ($t = 620...720$ °С) превосходят аналогичные показатели быстрорежущих сталей, однако уступают им по показателям прочности ($\sigma_b = 900...1\ 000$ МПа, $\sigma_{изг} = 1\ 400...1\ 650$ МПа).

В марках таких материалов первые буквы обозначают группу, к которой относится сплав (В — вольфрамовая, Т — титановольфрамовая, ТТ — титанотанталовольфрамовая); цифры в вольфрамовой группе — количество кобальта в %; первые цифры в титановольфрамовой группе — количество карбида титана в %, а вторые — количество кобальта в %; первые цифры в титанотанталовольфрамовой группе — количество карбидов титана и тантала в %, а вторые — количество кобальта в %. Количество карбида вольфрама в марке твердого сплава не указывается и определяется по разнице в %.

Пример 1. ВК8 — твердый сплав вольфрамовой группы с содержанием 8 % Со, остальное (92 %) — WC.

Пример 2. Т30К4 — твердый сплав титановольфрамовой группы с содержанием 4 % Со, 30 % TiC, остальное (66 %) — WC.

Пример 3. ТТ7К12 — твердый сплав титанотанталовольфрамовой группы с содержанием 12 % Со, 7 % (TiC и TaC), остальное (81 %) — WC.

В марках после дефиса может быть указана крупность порошков: ОМ — особо мелкие порошки, М — мелкие порошки, В — крупнозернистый карбид вольфрама, ВК — особо крупный карбид вольфрама.

Твердые сплавы вольфрамовой группы используются для обработки материалов резанием, для оснащения горного инструмента и для бесстружковой обработки металлов, быстроизнашивающихся деталей машин, приборов и приспособлений с твердостью 65...69 HRC. Получаемая чистота обрабатываемой поверхности из-за высокой жесткости порошковых материалов лучше, чем после резания инструментами из быстрорежущих сталей. Стойкость режущего инструмента из твердых сплавов по сравнению со стойкостью инструмента из аналогичных литых сплавов в 1,2...2 раза выше.

Области применения вольфрамовых твердых сплавов представлены в таблице 3.19.

Таблица 3.19

Области применения вольфрамовых твердых сплавов

Марки сплавов	Области применения
1	2
Для обработки материалов резанием	
<i>Вольфрамовые</i>	
ВК3	Чистовое точение с малым сечением среза, окончательное нарезание резьбы, развертывание отверстий и других аналогичных видов обработки серого чугуна, цветных металлов и их сплавов и неметаллических материалов (резины, фибры, пластмассы, стекла, стеклопластиков и т.д.), резка листового стекла
ВК3-М	Чистовая обработка (точение, растачивание, нарезание резьбы, развертывание) твердых, легированных и отбеленных чугунов, цементированных и закаленных сталей, а также высокоабразивных неметаллических материалов

Продолжение таблицы 3.19

1	2
ВК6-ОМ	Чистовая и получистовая обработка твердых, легированных и отбеленных чугунов, закаленных сталей и некоторых марок нержавеющей высокопрочных и жаропрочных сталей и сплавов, особенно сплавов на основе титана, вольфрама и молибдена (точение, растачивание, развертывание, нарезание резьбы, шабровка)
ВК6М	Получистовая обработка жаропрочных сталей и сплавов, нержавеющей сталей аустенитного класса, специальных твердых чугунов, закаленного чугуна, твердой бронзы, сплавов легких металлов, абразивных неметаллических материалов, пластмасс, бумаги, стекла, обработка закаленных сталей при тонких сечениях среза на весьма малых скоростях резания
ВК6	Черновое и получерновое точение, предварительное нарезание резьбы токарными резцами, получистовое фрезерование сплошных поверхностей, рассверливание и растачивание отверстий, зенкерование серого чугуна, цветных металлов и их сплавов и неметаллических материалов
ВК8	Черновое точение при неравномерном сечении среза и прерывистом резании, строгании, черновое фрезерование, сверление, черновое рассверливание, черновое зенкерование серого чугуна, цветных металлов и их сплавов и неметаллических материалов, обработка нержавеющей, высокопрочных и жаропрочных труднообрабатываемых сталей и сплавов, в том числе сплавов титана
ВК10-ОМ	Сверление, зенкерование, развертывание, фрезерование и зубофрезерование стали, чугуна, некоторых труднообрабатываемых материалов и металлов цельнотвердосплавным, мелкогабаритным инструментом
ВК15	Режущий инструмент для обработки дерева
<i>Титановольфрамовые</i>	
Т30К4	Чистовое точение с малым сечением среза (типа алмазной обработки), нарезание резьбы и развертывание отверстий незакаленных и закаленных углеродистых сталей

Продолжение таблицы 3.19

1	2
Т15К6	Получерновое точение при непрерывном резании, чистовое точение при прерывистом резании, нарезание резьбы токарными резцами и вращающимися головками, получистовое и чистовое фрезерование сплошных поверхностей, рассверливание и растачивание предварительно обрабатываемых отверстий, чистовое зенкерование, развертывание и другие аналогичные видов обработки углеродистых и легированных сталей
Т14К8	Черновое точение при неравномерном сечении среза и непрерывном резании, получистовое и чистовое точение при прерывистом резании, черновое фрезерование сплошных поверхностей, рассверливание литых и кованых отверстий, черновое зенкерование и другие подобные виды обработки углеродистых и легированных сталей
Т5К10	Черновое точение при неравномерном сечении среза и прерывистом резании, фасонное точение, отрезка токарными резцами, чистовое строгание, черновое фрезерование прерывистых поверхностей и другие виды обработки углеродистых и легированных сталей, преимущественно в виде поковок, штамповок и отливок по корке и окалине
<i>Титанотанталовольфрамовые</i>	
ТТ7К12	Тяжелое черновое точение стальных поковок, штамповок и отливок по корке с раковинами при наличии песка, шлака и различных неметаллических включений, при неравномерном и равномерном сечении среза и наличии ударов, все виды строгания углеродистых и легированных сталей, сверление отверстий в стали, тяжелое черновое фрезерование углеродистых и легированных сталей
ТТ10К8	Черновая и получистовая обработка некоторых марок труднообрабатываемых материалов, нержавеющей сталей аустенитного класса, маломагнитных сталей и жаропрочных сталей и сплавов, в том числе титановых

Продолжение таблицы 3.19

1	2
ТТ20К9	Фрезерование стали, особенно фрезерование глубоких пазов и другие виды обработки, предъявляющие повышенные требования к сопротивлению сплава тепловым и механическим циклическим нагрузкам
Т8К7	Фрезерование труднообрабатываемых чугунов
ТТ8К6	Чистовое и получистовое точение, растачивание, фрезерование и сверление серого и ковкого чугуна, а также отбеленного чугуна, непрерывное точение с небольшими сечениями среза стального литья высокопрочных, нержавеющей сталей, в том числе и закаленных, обработка сплавов цветных металлов и некоторых марок титановых сплавов при резании с малыми и средними сечениями среза
Для бесстружковой обработки металлов, быстроизнашивающихся деталей машин, приборов и приспособлений	
Вольфрамовые	
ВК3, ВК3-М, ВК4, ВК6, ВК6-М	Сухое волочение проволоки из стали, цветных металлов и их сплавов при небольшой степени обжатия, быстроизнашивающиеся детали машин, приборов и измерительного инструмента, работающие без ударных нагрузок
ВК8	Волочение, калибровка и прессование прутков, труб из стали, цветных металлов и их сплавов, быстроизнашивающиеся детали машин, приборов и измерительного инструмента, работающие при небольших ударных нагрузках
ВК10	Волочение и калибровка прутков и труб из стали, цветных металлов и их сплавов при средней степени обжатия, быстроизнашивающиеся детали машин, приборов и измерительного инструмента, работающие при ударных нагрузках средней эффективности
ВК15	Волочение и прессование прутков и труб из стали при повышенной степени обжатия, штамповка, высадка, обрезка, вытяжка углеродистых и качественных сталей при ударных нагрузках малой интенсивности

Окончание таблицы 3.19

1	2
ВК20	Штамповка, высадка, обрезка углеродистых и качественных сталей при ударных нагрузках средней и высокой интенсивности
ВК10-КС	Штамповка, высадка, вытяжка легированных и специальных сталей при ударных нагрузках малой интенсивности
ВК20-КС	Штамповка, высадка, обрезка легированных и специальных сталей и сплавов при ударных нагрузках средней интенсивности

Безвольфрамовые твердые сплавы изготавливают на основе карбида титана TiC (сплав ТН-20, ТН-30, ТН-50) (ТУ 48–19-223–768) или карбонитрида титана Ti(NC) (сплав КНТ-16) с Ni и Mo. Ni и Mo образуют связывающую матрицу. Из безвольфрамовых материалов, обладающих более низкими, чем вольфрамовые материалы, потребительскими свойствами, изготавливаются инструменты для обработки сталей, цветных металлов, а также бурения менее прочных горных пород.

Технологическим недостатком твердых сплавов является невозможность обработки их резанием, так как они не поддаются термической обработке и не изменяют своей твердости. Таким образом, изделия из твердых сплавов с учетом технологии их изготовления делают только простой формы (короткие сверла, пластины-накладки, закрепляемые в режущем инструменте или штампе). На рабочие поверхности многогранных неперетачиваемых пластин (МНП) нередко наносят тонкие износостойкие карбидные (TiC) или нитридные (TiN) покрытия, повышающие срок службы инструмента в 3...4 раза.

4. ПРОДУКЦИЯ ИЗ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

4.1. Металлопродукция, получаемая методами обработки давлением

Классификация металлопродукции, получаемой обработкой давлением

Основными видами обработки металлов и сплавов давлением являются прокатка, волочение, прессование и гибка. Получаемое в результате такой обработки изделие называется *прокатом* или *профилем*.

Прокатка — это вид обработки металлов давлением, заключающийся в пластическом деформировании заготовки, путем пропускания ее через вращающиеся валки прокатных станов. В зависимости от способа обработки различают горячую прокатку, проводимую при температуре выше температуры рекристаллизации, и холодную, проводимую при температуре ниже температуры рекристаллизации.

Продукцией прокатного производства являются заготовки для последующей обработки резаньем или давлением, сортовой прокат, фасонный прокат, листовой прокат, трубы и профили специального назначения.

К **заготовкам** прокатного производства относятся блюмы, слябы и сутунки. Они прокатываются из слитков, поступающих из сталеплавильных цехов, или отливаются из жидкого металла на машинах непрерывного литья.

Блюм (*блюмс, блум*) — это заготовка квадратного сечения со стороной более 140 мм. Блюмы получают на прокатных станах, называемых блюмингами.

Сляб — заготовка прямоугольного сечения, у которой ширина более чем в 15 раз превосходит ее высоту. Слябы получают на прокатных станах, называемых слябингами.

Сутунка — плоская стальная заготовка толщиной 4...22 мм и шириной 150...730 мм. Сутунки используются для изготовления листового проката.

К **сортовому** относят прокат, у которого касательная к любой точке контура поперечного сечения не пересекает данное сечение (прокат квадратный (квадрат), круглый (круг), прямоугольный (по-

лосовой), треугольный, шестиугольный (шестигранный), овальный, полукруглый, сегментный и др.).

К **фасонному** относят прокат, у которого касательная хотя бы к одной точке контура поперечного сечения пересекает данное сечение (балка, швеллер, уголок, однотавр, двутавр).

Листовой прокат в зависимости от толщины подразделяется на фольгу, ленты, листы и плиты.

Трубы выпускаются общего и специального назначения, сварные и бесшовные.

К **специальным видам проката** относятся кольца, валы, зубчатые колеса, рельсы и профили с переменным поперечным сечением по длине (периодические профили).

Прессование — вид горячей обработки металлов давлением, при котором металл выдавливается из замкнутого объема (контейнера) через отверстие в матрице. Профиль прессованного изделия соответствует профилю сечения отверстия матрицы.

Волочение — вид холодной обработки металлов давлением, заключающийся в протягивании заготовки через постепенно сужающееся отверстие в инструменте, называемом волококой или фильерой. **Калибровка** — процесс, совмещающий волочение и небольшое обжатие горячекатаного сортового стального проката для получения более точных размеров, улучшения качества поверхности и повышения некоторых механических свойств.

Гибка — процесс изготовления гнутых профилей из полосового проката, находящегося в холодном состоянии, на роликовых профилегибочных станах.

Сортамент стальных изделий, полученных обработкой давлением

Основными видами стального *сортового* проката являются круглый, квадратный, полосовой, шестигранный прокат, а также проволока.

Прокат сортовой стальной круглый (ГОСТ 2590-2006) выпускается горячекатаным диаметром 5...270 мм. Прокат диаметром до 9 мм поставляется в мотках, свыше 9 мм — в прутках. Прокат диаметром более 270 мм изготавливается по согласованию с потребителем. Прокат из углеродистой стали обыкновенного качества и низколегированной стали изготавливают длиной 2...12 м, из каче-

ственной углеродистой и легированной стали — от 2 до 6 м включительно и из высоколегированной стали — 1...6 м.

По точности прокатки прокат подразделяют на прокат особо высокой (АО1), высокой (А1, А2, А3), повышенной (В1) и обычной (В1, В2, В3, В4, В5) точности.

По длине прокат поставляется мерной длины (МД), мерной длины с немерной длиной (МД1), кратной мерной длины (КД), кратной мерной длины с немерной длиной (КД1), немерной длины (НД), ограниченной в пределах немерной длины (ОД), ограниченной с немерной длиной (ОД1) и в мотках (НМД).

По предельным отклонениям по длине проката мерной и кратной мерной длины прокат подразделяется на группы (БД и ВД), а по кривизне — на классы (I, II, III, IV).

Прокат сортовой стальной квадратный (ГОСТ 2591-2006) выпускается горячекатаным с размером сторон 6...200 мм. Прокат с размером сторон более 200 мм изготавливают по согласованию изготовителя с потребителем. Прокат из углеродистой стали обыкновенного качества и низколегированной стали изготавливают длиной 2...12 м, из качественной углеродистой и легированной стали — 2...6 м и из высоколегированной стали — 1...6 м.

По точности прокатки прокат квадратный подразделяют на прокат повышенной (Б1, Б2) и обычной (В1, В2, В3, В4, В5) точности.

По длине прокат поставляется мерной длины (МД), мерной длины с немерной длиной (МД1), кратной мерной длины (КД), кратной мерной длины с немерной длиной (КД1), немерной длины (НД), ограниченной в пределах немерной длины (ОД), ограниченной с немерной длиной (ОД1) и в мотках (НМД).

По предельным отклонениям по длине проката мерной и кратной мерной длины прокат квадратный подразделяется на группы (БД и ВД), а по кривизне — на классы (I, II, III, IV).

Сталь калиброванная квадратная (ГОСТ 8559-75) выпускается с размером сторон 3...100 мм. Квадратная сталь с размером сторон 5 мм и выше изготавливается в прутках, менее 5 мм — в мотках. По согласованию потребителя с изготовителем допускается изготовление стали с размером сторон до 13 мм включительно в мотках. Длина прутков составляет 2...6,5 м. По требованию потребителя прутки могут изготавливаться больших длин. В зависи-

мости от назначения прутки изготавливаются мерной длины, кратной мерной длины, мерной длины с остатком до 15 % и кратной мерной длины с остатком до 15 %.

Прокат сортовой стальной полосовой (ГОСТ 103-2006) выпускается горячекатаным толщиной 4...60 мм и шириной — 11...200 мм. Полосы изготавливают из углеродистой стали обыкновенного качества, низколегированной и фосфористой стали длиной 2...12 м, из углеродистой качественной и легированной стали — 2...6 м.

По назначению прокат подразделяют на прокат общего назначения (ОН), прокат для горячей (ГШГ) и холодной (ХШГ) штамповки гаек.

По точности прокатки прокат подразделяют на прокат повышенной (БТ1, БТ2, БТ3) и обычной (ВТ1, ВТ2, ВТ3) точности по толщине, и прокат повышенной (БШ1, БШ2, БШ3) и обычной (ВШ1, ВШ2, ВШ3) точности по ширине.

По длине прокат поставляется мерной длины (МД), мерной длины с немерной длиной (МД1), кратной мерной длины (КД), кратной мерной длины с немерной длиной (КД1), немерной длины (НД), ограниченной в пределах немерной длины (ОД), ограниченной с немерной длиной (ОД1) и в рулонах (РД).

По предельным отклонениям по длине проката мерной и кратной мерной длины прокат подразделяется на группы (БД и ВД), по притуплению углов — на группы (БУ и ВУ).

По требованию к серповидности прокат выпускают с высоким (АС), повышенным (БС) и обычным (ВС) требованием.

По виду плоскостности прокат подразделяют на прокат особо высокой (ПО), высокой (ПВ) и нормальной (ПН) плоскостности.

Прокат сортовой стальной шестигранный (ГОСТ 2879-2006) выпускается горячекатаным с диаметром вписанного круга 8...103 мм. Прокат изготавливают в прутках длиной 2...6 м. По согласованию изготовителя с потребителем прокат может изготавливаться в мотках.

По точности прокатки прокат подразделяют на прокат повышенной (Б1) и обычной (В1) точности, с симметричными предельными отклонениями — повышенной (Б2) и обычной (В2) точности, и с плюсовыми предельными отклонениями по диаметру вписанного круга (В3).

По длине прокат поставляется мерной длины (МД), мерной длины с немерной длиной (МД1), кратной мерной длины (КД), кратной мерной длины с немерной длиной (КД1), немерной длины (НД), ограниченной в пределах немерной длины (ОД), ограниченной с немерной длиной (ОД1) и в мотках (НМД).

По предельным отклонениям по длине проката мерной и кратной мерной длины прокат подразделяется на группы (БД и ВД), по притуплению углов на группы (БУ и ВУ), а по кривизне — на классы (I, II, III, IV).

Прокат калиброванный шестигранный (ГОСТ 8560-78) выпускается размером 3...100 мм. Прокат калиброванный шестигранный изготавливается в прутках. По требованию потребителя прокат может изготавливаться в мотках. Прутки изготавливают длиной 2...6,5 м. По требованию потребителя прутки могут изготавливаться больших длин. В зависимости от назначения прутки изготавливают мерной длины, кратной мерной длины, немерной длины с остатком до 10 % массы партии и ограниченной длины в пределах немерной. Остатком считаются прутки длиной не менее 1,5 м.

В заказе на сортовой прокат указываются его вид, точность прокатки, класс кривизны, основные размеры, марка стали, номера соответствующих стандартов и некоторые другие сведения, которые установлены стандартами для конкретных групп сталей.

Пример. Прокат сортовой стальной круглый горячекатаный диаметром 30 мм, обычной точности прокатки (В1), II класса кривизны, немерной длины по ГОСТ 2590-2006 из стали марки Ст5пс, категории проката I и группы назначения II по ГОСТ 535-88:

Круг $\frac{В1 - II - 30 \text{ ГОСТ } 2590 - 2006}{Ст5пс1 - II \text{ ГОСТ } 535 - 2005}$

Проволока низкоуглеродистая общего назначения (ГОСТ 3282-74) предназначена для изготовления гвоздей, увязки, ограждений и других изделий.

Проволока изготавливается по виду обработки термически обработанная (О) и термически необработанная, а по виду поверхности — без покрытия и с покрытием.

Проволока без покрытия термически обработанная изготавливается светлой (С), а по согласованию потребителя с изготовителем допускается изготовление черной (Ч) проволоки.

Проволока с покрытием подразделяется на оцинкованную 1-го класса (1Ц) и оцинкованную 2-го класса (2Ц), по точности изготовления — повышенной (П) и нормальной точности, а по временному сопротивлению разрыву (только для термически необработанной проволоки) — I группы (I) и II группы (II).

Проволока без покрытия изготавливается диаметром 0,16...10,00 мм, с покрытием — 0,20...6,00 мм.

В заказе на проволоку низкоуглеродистую общего назначения указываются диаметр, точность изготовления, термическая обработка, вид проволоки, вид покрытия, группы по временному сопротивлению разрыву и номер стандарта.

Пример 1. Проволока диаметром 1,2 мм, повышенной точности (II), термически обработанная (О), светлая (С):

Проволока 1,2-II-O-C ГОСТ 3282-74.

Пример 2. Проволока диаметром 1,2 мм, повышенной точности (II), термически необработанная, оцинкованная 2-го класса (2Ц), II группы по временному сопротивлению разрыву:

Проволока 1,2-II-2Ц-II ГОСТ 3282-74.

Проволока стальная сварочная (ГОСТ 2246-70) выпускается холоднотянутой из низкоуглеродистой, легированной и высоколегированной стали диаметром 0,3...12 мм. Проволока изготавливается следующих марок:

- низкоуглеродистая — Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-10ГА и др.;
- легированная — Св-08ГС, Св-12ГС, Св-08Г2С, Св-10ГН, Св-08ГСМТ, Св-10НМА, Св-08МХ, Св-08ХМ, Св-18ХМА, Св-08ХНМ, Св-08ХМФА, Св-08ХГ2С, Св-08ХГСМА и др.;
- высоколегированная — Св-12Х11НМФ, Св-10Х11НВМФ, Св-12Х13, Св-20Х13, Св-06Х14, Св-08Х14ГНТ, Св-06Х25Н12ТЮ (ЭП-87), Св-07Х25Н13, Св-13Х25Н18, Св-30Х25Н16Г7, Св-08Н50, Св-01Х23Н28М3Д3Т, Св-30Х15Н35В3Б3Т, Св-06Х15Н60М15 и др.

По назначению проволока выпускается для сварки (наплавки) и для изготовления электродов (Э).

По виду поверхности низкоуглеродистая и легированная проволока поставляется неомедненной и омедненной (О).

По требованию потребителя проволока должна изготавливаться из стали, выплавленной электрошлаковым (Ш), вакуумно-дуговым (ВД) переплавом или в вакуумно-индукционных печах (ВИ).

В заказе на проволоку стальную сварочную указываются диаметр, марка, способ выплавки стали, назначение, вид поверхности и номер стандарта.

Пример. Проволока сварочная диаметром 2,5 мм, марки Св-08ХГСМФА, из стали, выплавленной в вакуумно-индукционной печи (ВИ), предназначенная для изготовления электродов (Э), с омедненной поверхностью (О):

Проволока 2,5 Св-08ХГСМФА-ВИ-Э-О ГОСТ 2246-70.

Основными видами стального *фасонного* проката являются уголок, швеллер и двутавр.

Уголки подразделяются на стальные горячекатаные равнополочные и неравнополочные, стальные гнутые равнополочные (ГОСТ 19771-93) и неравнополочные (ГОСТ 19772-93).

Уголки стальные равнополочные (ГОСТ 8509-93) и *уголки стальные неравнополочные* (ГОСТ 8510-86) изготавливают горячекатаными длиной 4...12 м: мерной длины, мерной длины с немерной в количестве не более 5 % массы партии, кратной мерной длины, кратной мерной длины с немерной в количестве не более 5 % от массы партии, немерной длины и ограниченной длины в пределах немерной. По точности прокатки уголки изготавливают высокой (А) и обычной (В) точности.

Швеллеры подразделяются на стальные горячекатаные, стальные гнутые равнополочные (ГОСТ 8278-83) и стальные гнутые неравнополочные (ГОСТ 8281-80).

Швеллеры стальные (ГОСТ 8240-97) выпускаются горячекатаными общего и специального назначения высотой 50...400 мм и шириной полок 32...115 мм. Швеллеры изготавливают длиной 2...12 м, по соглашению с изготовителем — длиной свыше 12 м: мерной длины, мерной длины с немерной в количестве не более

5 % массы партии, кратной мерной длины, кратной мерной длины с немерной в количестве не более 5 % массы партии, немерной длины, ограниченной длины в пределах немерной.

По форме и размерам швеллеры изготавливают следующих серий: с уклоном граней полок (У), с параллельными гранями полок (П), экономичные с параллельными гранями полок, легкой серии с параллельными гранями полок (Л) и специальные (С).

Двутавры стальные (ГОСТ 8239-89) выпускают горячекатаными с уклоном внутренних граней полок высотой от 100 до 600 мм и шириной полок от 55 до 190 мм. Двутавры изготавливают длиной от 4 до 12 м: мерной длины, кратной мерной длины, немерной длины. По точности прокатки двутавры изготавливают повышенной точности (Б) и обычной точности (В).

В заказе на фасонный прокат указываются его вид, основные размеры, точность прокатки, марка стали, номера соответствующих стандартов и некоторые другие сведения, которые установлены стандартами для конкретных групп сталей.

Пример. Уголок горячекатаный равнополочный размером 50×50×3 мм высокой точности прокатки (А) по ГОСТ 8509-93, марки СтЗсп, категории проката 2 по ГОСТ 535-88:

$$\text{Уголок} \frac{\text{А} - 50 \times 50 \times 3 \text{ ГОСТ } 8509 - 93}{\text{СтЗсп} - 2 \text{ ГОСТ } 535 - 2005}$$

К основным разновидностям стального листового проката относятся прокат листовой горячекатаный и холоднокатаный.

Прокат листовой горячекатаный (ГОСТ 19903-74) выпускается шириной 500 мм и более в листах толщиной 0,40...160 мм и рулонах толщиной 1,2...12 мм.

По точности прокатки при толщине до 12 мм прокат подразделяется на прокат повышенной (А) и нормальной (Б) точности; по плоскостности — особо высокой плоскостности (ПО), высокой плоскостности (ПВ), улучшенной плоскостности (ПУ) и нормальной плоскостности (ПН); по характеру кромки — с необрезной кромкой (НО) и с обрезной кромкой (О).

Прокат листовой холоднокатаный (ГОСТ 19904-90) выпускается шириной 500 мм и более в листах толщиной 0,35...5,00 мм и рулонах толщиной 0,35...3,50 мм.

По точности изготовления прокат подразделяется на прокат высокой (ВТ), повышенной (АТ) и нормальной (БТ) точности по толщине; высокой (ВШ), повышенной (АШ) и нормальной (БШ) точности — по ширине; высокой (ВД), повышенной (АД) и нормальной (БД) точности — по длине.

По плоскостности листовой прокат делят на прокат особо высокой (ПО), высокой (ПВ), улучшенной (ПУ) и нормальной (ПН) плоскостности.

По характеру кромки прокат делится на прокат с обрезной (О) и с необрезной (НО) кромками.

В заказе на листовой прокат указываются его основные размеры, качественные характеристики, марки стали и номера стандартов.

Пример 1. Прокат тонколистовой горячекатаный, повышенной точности прокатки (А), нормальной плоскостности (ПН), с обрезной кромкой (О), размером 3×1 000×2 000 мм по ГОСТ 19903-74, из стали марки 12ГС по ГОСТ 17066-94:

Лист $\frac{А - ПН - О - 3 \times 1\,000 \times 2\,000 \text{ ГОСТ } 19903 - 74}{12\text{ГС ГОСТ } 17066 - 94}$.

Пример 2. Прокат рулонный горячекатаный, нормальной точности прокатки (Б), с обрезной кромкой (О), размером 2×1 000 мм по ГОСТ 19903-74, из стали марки 12ГС по ГОСТ 17066-94:

Рулон $\frac{Б - О - 2 \times 1\,000 \text{ ГОСТ } 19903 - 74}{12\text{ГС ГОСТ } 17066 - 94}$.

Трубы стальные выпускаются общего и специального назначения, сварные и бесшовные.

К *трубам стальным общего назначения* относятся трубы бесшовные холоднокатаные, трубы бесшовные холоднотянутые, трубы бесшовные горячекатаные, водогазопроводные (оцинкованные и не оцинкованные, с резьбой и без резьбы, легкие обыкновенные и усиленные), тонкостенные с накатанной резьбой, электросварные (с прямым или спиральным швом, холоднотянутые и холоднокатаные).

К *трубам специального назначения* относятся трубы стальные прецизионные (повышенной точности изготовления), фугерован-

ные пластмассой, коррозионно-стойкие (из коррозионно-стойкой стали или биметаллические), из высоколегированных сталей, нарезные (бурильные), крекинговые и др.

Трубы стальные бесшовные горячедеформированные (ГОСТ 8732-78) выпускаются общего назначения с наружным диаметром 20...550 мм и толщиной стенки — 2,5...75 мм.

По длине трубы изготавливаются: немерной длины — в пределах 4...12,5 м, мерной длины — в пределах немерной длины, кратной мерной — в пределах немерной длины с припуском на каждый рез по 5 мм, приблизительной длины — в пределах немерной длины.

Трубы стальные водогазопроводные (ГОСТ 3262-75) выпускаются сварные неоцинкованные и оцинкованные (Ц). Трубы изготавливаются с внутренним диаметром (условным проходом) 6...150 мм и толщиной стенки 1,8...5,5 мм.

По длине трубы изготавливают 4...12 м мерной или кратной мерной длины (с припуском на каждый рез по 5 мм и продольным отклонением на всю длину плюс 10 мм) и немерной длины.

По точности изготовления трубы поставляются обычной и повышенной (П) точности.

Трубы могут изготавливаться с резьбой (Р) или муфтой (М).

В заказе на трубы указываются вид покрытия, наличие резьбы или муфты, условный проход, точность изготовления, толщина стенки, длина и номер стандарта.

Пример. Труба с цинковым покрытием (Ц), с резьбой (Р), с условным проходом 20 мм, повышенной (П) точности изготовления, толщиной стенки 2,8 мм, длиной 4 000 мм:

Труба Ц-Р-20П×2,8-4 000 ГОСТ 3262-75.

Для труб под накатку резьбы в условном обозначении после слова «Труба» указывается буква Н. Для труб с длинной резьбой в условном обозначении после слова «Труба» указывается буква Д.

К *специальным видам проката* относятся кольца, валы, зубчатые колеса, рельсы и профили с переменным поперечным сечением по длине (периодические профили).

Рельсы для наземных и подвесных путей (ГОСТ 19240-73) выпускаются двухголовыми, тавровыми и типа Р5. Двухголовые и тавровые рельсы изготавливают мерной длины, кратной мерной

длины и немерной длины. Длина рельсов устанавливается по требованию потребителя, но не должна быть более 8 м для двухголовых рельсов и не более 7 м для тавровых рельсов. Рельсы типа Р5 поставляются длиной 6 м.

В заказе на рельс указываются его тип, марка стали и соответствующие ГОСТы.

Пример. Рельс тавровый по ГОСТ 19240-73, стали марки Ст5сп, категории 1:

Рельс тавровый $\frac{\text{ГОСТ 19240 - 73}}{\text{Ст5 сп - 1 ГОСТ 535 - 2005}}$

Периодические профили выпускаются трех-, четырех-, пяти- и семиступенчатые для валов электродвигателей, полувалов турбокомпрессоров, тракторов, автомобилей, дорожных машин и др. Их применение позволяет сократить отходы металла в процессах обработки сложнопрофильных изделий, снизить трудоемкость и увеличить производительность труда, повысить сцепляемость с другими материалами (например, арматура в бетоне).

Некоторые виды стального проката представлены на рисунке 4.1.

Сортамент изделий из алюминия и алюминиевых сплавов, полученных обработкой давлением

Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов (ГОСТ 8617-81) выпускаются в закаленном и естественно или искусственно состаренном состоянии из сплавов марок АВ, Д1, Д16, АК4, АК6, 1915, 1925 с максимальной толщиной полок и стенок не более 150 мм, из сплава марки В95 — не более 125 мм, из сплавов марок АД31, АД33, АД35, 1925С, 1935, ВД1, АВД1, АКМ — не более 100 мм.

По типу профили подразделяются на сплошные (площадью поперечного сечения до 200 см² и диаметром описанной окружности до 350 мм) и полые (площадью поперечного сечения до 60 см² и диаметром описанной окружности до 250 мм).

По состоянию материала профили выпускаются без термической обработки (горячепрессованные), отожженные (М), закаленные и естественно состаренные (Т), закаленные и искусственно соста-

ранные (Т1), не полностью закаленные и искусственно состаренные (Т5).



Рис. 4.1. Виды стального проката:

a — прокат квадратный (ГОСТ 2591-2006); *б* — прокат круглый (ГОСТ 2590-2006); *в* — прокат полосовой (ГОСТ 103-2006); *г* — прокат шестигранный (ГОСТ 2879-2006); *д* — уголки равнополочные (ГОСТ 8509-93); *е* — уголки неравнополочные (ГОСТ 8510-86); *ж* — швеллеры (ГОСТ 8240-97); *з* — двутавры (ГОСТ 8239-89); *и* — рельсы (ГОСТ 19240-73)

По прочности профили поставляются нормальной и повышенной прочности (ПП). По назначению профили выпускаются общего назначения (из алюминия марок А6, А5, А0, АД0, АД1, АДС, АД и алюминиевых сплавов марок АМц, АМцС, АМг2, АМг3, АМг3С, АМг5, АМг6, АД31, АД33, АД35, АВ, Д1, Д16, АК4, АК6, В95, 1915, 1925, 1925С, ВД1, АВД1, АКМ) и электротехнического (из алюминия марок АД0, АД00, А7, А6, А5, А5Е и алюминиевых сплавов марок АД31, АД31Е).

Форма и размеры, площади сечений, диаметры описанной окружности и теоретическая масса 1 м длины нормируются стандартами на определенный вид профиля, в том числе: прямоугольные полосообразного сечения (ГОСТ 13616-97), бульбообразные уголкового сечения (ГОСТ 13617-97), косоугольные фитингового уголкового сечения (ГОСТ 13618-97), прямоугольные фасонного зетового сечения (ГОСТ 13619-97), прямоугольные равнополочного зетового сечения (ГОСТ 13620-90), прямоугольные равнополочного двутаврового сечения (ГОСТ 13621-90), прямоугольные равнополочного таврового сечения (ГОСТ 13622-91), прямоугольные равнополочного швеллерного сечения (ГОСТ 13623-90), прямоугольные отбортованного швеллерного сечения (ГОСТ 13624-90), прямоугольные равнополочного уголкового сечения (ГОСТ 13737-90), прямоугольные неравнополочного уголкового сечения (ГОСТ 13738-91), прямоугольные таврошвеллерного сечения (ГОСТ 17575-90), косоугольные трапециевидного отбортованного сечения (ГОСТ 17576-97).

В заказе на профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов указываются номер или шифр профиля, длину, назначение, состояние материала, прочность и номера соответствующих стандартов. Для профилей электротехнического назначения дополнительно указываются буквы ЭН, которые ставят после номера или шифра профиля.

Пример 1. Профиль из сплава марки Д16, в закаленном и естественно состаренном состоянии (Т), повышенной прочности (ПП), фасонного сечения (номер или шифр профиля), длиной 3 000 мм:

Профиль Д16.Т.ПП (номер или шифр)×3 000 ГОСТ 8617-81.

Пример 2. Профиль из сплава марки АД31, в закаленном и естественно состаренном состоянии (Т), нормальной прочности, таврового сечения с номером 420019 по ГОСТ 13622-91, немерной длины:

Профиль (или Тавр) АД31.Т 420019 ГОСТ 8617-81/ГОСТ 13662-91.

Прутки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов (ГОСТ 21488-97) выпускаются круглого (КР), квадратного (КВ) и шестигранного (ШГ) сечений из алюминия марок АД0, АД1, АД и алюминиевых сплавов марок АМц, АМцС, АМг2, АМг3, АМг5,

АМг6, АД31, АД33, АД35, АВ, Д1, Д16, АК4, АК4-1, АК6, АК8, В95, 1915, 1925 ВД1, В95-2, АКМ с номинальным размером сечения, равным 5...400 мм.

По точности изготовления прутки подразделяются на прутки нормальной, повышенной (П) и высокой (В) точности, а по виду прочности — нормальной и повышенной (ПП) прочности.

По состоянию материала прутки выпускаются без термической обработки, мягкие (отожженные) (М), закаленные и естественно состаренные (Т), закаленные и искусственно состаренные (Т1).

Прутки прессованные выпускаются немерной длины и мерной длины (с указанием размера), мерной кратной длины (КД) (с указанием кратности), немерной длины не короче заданной (НК) (с указанием заданного размера), немерной длины не более заданной (НБ) (с указанием заданного размера) и немерной длины в бухтах (БТ) (без указания длины).

В заказе на прутки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов указываются марка сплава, состояние материала, вид прочности, форма и размеры сечения, точность изготовления, длина и ее характеристика, номер стандарта.

Пример 1. Пруток из сплава марки Д16, в закаленном и естественно состаренном состоянии (Т), повышенной прочности (ПП), квадратного сечения (КВ), номинальным размером 50 мм, повышенной точности изготовления (П), длиной 3 000 мм:

Пруток Д16.Т.ПП КВ50П×3 000 ГОСТ 21488-97.

Пример 2. Пруток из алюминия марки АД0, без термической обработки, круглого сечения (КР), номинальным размером 12 мм, нормальной точности изготовления, в бухте (БТ):

Пруток АД0 КР12БТ ГОСТ 21488-97.

Проволока из алюминия и алюминиевых сплавов для холодной высадки (ГОСТ 14838-78) изготавливается диаметром 1,4...12 мм из алюминия марки АД1 и алюминиевых сплавов марок АМц, АМг2, АМг5П, Д1П, Д16П, Д18, В65.

По точности изготовления проволока выпускается нормальной и повышенной (П) точности.

В заказе на проволоку из алюминия и алюминиевых сплавов для холодной высадки указываются марка сплава, диаметр, точность изготовления и номер стандарта.

Пример 1. Проволока из алюминия марки АД1, диаметром 9 мм, нормальной точности изготовления:

Проволока АД1 9 ГОСТ 14838-78.

Пример 2. Проволока из алюминия марки АД1, диаметром 9 мм, повышенной точности изготовления:

Проволока АД1 9 П ГОСТ 14838-78.

Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов (ГОСТ 7871-75) изготавливается тянутой (В) или прессованной (П) диаметром 0,8...12,5 мм из алюминия марок СвА99, СвА97, СвА85Т, СвА5 и алюминиевых сплавов марок СвАМц, СвАМг3, СвАМг5, Св1557, СвАМг6, СвАМг63, СвАМг61, СвАК5, СвАК10, Св1201.

Проволока поставляется в нагартованном (Н) или отожженном (М) состоянии в бухтах (БТ) или на катушках (БР).

В заказе на проволоку сварочную из алюминия и алюминиевых сплавов указывают способ изготовления, марку сплава, состояние материала, диаметр, вид поставки и номер стандарта.

Пример 1. Проволока тянутая (В) из алюминиевого сплава марки СвАМг5, в отожженном состоянии (М), диаметром 5,00 мм, на катушке:

Проволока В.СвАМц.М 5,00×БР ГОСТ 7871-75.

Пример 2. Проволока прессованная (П) из алюминиевого сплава марки СвАМц, в нагартованном состоянии (Н), диаметром 5,00 мм, в бухте (БТ):

Проволока П.СвАМц.Н 5,00×БТ ГОСТ 7871-75.

Листы из алюминия и алюминиевых сплавов (ГОСТ 21631-76) выпускаются толщиной 0,5...10,5 мм из алюминия марок А7, А6, А5,

А0, АД0 и АД1 и алюминиевых сплавов марок Д12, АМц, АМцС, АМг2, АМг3, АМг5, АМг6, АВ, Д1, Д16 и В95. Листы поставляются мерной или кратной мерной длины с интервалом 500 мм.

По способу изготовления листы подразделяются на неплакированные, плакированные с технологической (Б), нормальной (А) или утолщенной (У) плакировкой.

По состоянию материала листы выпускаются без термической обработки, отожженные (М), полунагартованные (Н2), нагартованные (Н), закаленные и естественно состаренные (Т), закаленные и искусственно состаренные (Т1), нагартованные после закалки и естественного старения (ТН).

По качеству отделки поверхности листы подразделяется на продукцию высокой (В), повышенной (П) и обычной отделки. Листы высокой отделки изготавливают толщиной до 4,0 мм из алюминия марок А7, А6, А5, А0, АД00, АД0, АД1, АД и алюминиевых сплавов марок АМц, АМг2, а листы с повышенной и обычной отделкой поверхности — из всех марок алюминия и алюминиевых сплавов.

По точности изготовления листы выпускаются повышенной точности по толщине, ширине, длине, или одному или двум из указанных параметров (П) и нормальной точности по толщине, ширине и длине.

В заказе на листы из алюминия и алюминиевых сплавов указываются: марка сплава, вид плакировки, термической обработки, качество отделки, точность изготовления, размеры и номер стандарта.

Пример. Лист из алюминиевого сплава марки Д16 с технологической плакировкой (Б), нагартованный (Н) после закалки и естественного старения (Т), толщиной 2 мм, шириной 1 200 мм, нормальной точности по толщине и длине и повышенной по ширине (П), длиной 2 000 мм, повышенной отделки поверхности (П):

Лист Д16.Б.ТН 2×1 200П×2 000 ГОСТ 21631-76. П.

Плиты из алюминия и алюминиевых сплавов (ГОСТ 17232-99) выпускаются толщиной 12...200 мм из алюминия марок АД0, АД1 и алюминиевых сплавов марок АМц, АМг2, АМг3, АМг6, АВ, Д1, Д16 и В95.

Плиты поставляются без термической обработки, но по согласию допускается поставка плит в термообработанном состоянии (отожженные, закаленные и состаренные).

По способу изготовления плиты подразделяются на неплакированные, плакированные с технологической (Б) и нормальной (А) плакировкой.

По точности изготовления по толщине плиты выпускаются нормальной и повышенной (П) точности.

В заказе на плиты из алюминия и алюминиевых сплавов указываются марка сплава, плакировка, размеры, точность изготовления и номер стандарта.

Пример. Плита из алюминиевого сплава марки Д16 с нормальной плакировкой (А), толщиной 20 мм, шириной 1 200 мм, длиной 3 000 мм, нормальной точности изготовления по толщине:

Плита Д16 А 20×1 200×3 000 ГОСТ 17232-99.

Сортамент изделий из меди, полученных обработкой давлением

Прутки медные (ГОСТ 1535-2006) выпускаются тянутыми (круглого, квадратного и шестигранного сечений) с номинальным размером 3...50 мм и прессованными (круглого сечения) размером 20...180 мм мерной, мерной, немерной (НД) и кратной мерной (КД) длины из меди марок М1, М1р, М1ф, М2р, М2, М3.

По способу изготовления прутки изготавливаются холоднодеформированными (тянутыми) (Д) и горячедеформированными (прессованными) (Г).

По форме сечения прутки выпускаются круглыми (КР), квадратными (КВ) и шестигранными (ШГ).

По точности изготовления прутки выпускаются нормальной (Н), повышенной (П) и высокой (В) точности.

По состоянию прутки поставляются в мягком (М), полутвердом (П) или твердом (Т) состояниях.

В заказе на прутки прессованный медный указываются: способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры сечения, длина, марка меди, особые условия (допускаемые отклонения диаметра с симметричными допусками (А), для обработки на автоматах (АВ), мягкое состояние повышенной пластич-

ности (Л), полутвердое состояние повышенной пластичности (Ф), твердое состояние повышенной пластичности (У), с обрезанными концами (ОК), с повышенной точностью по кривизне (С), регламентированные требования по испытанию на растяжение (Р), регламентированные требования измерения твердости по Бринеллю (НВ), регламентированные требования измерения твердости по Виккерсу (НV), прутки в бухтах свободной намотки (БТ), прутки в бухтах послойной упорядоченной намотки (БУ)) и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины.

Пример 1. Пруток тянутый (Д), круглый (КР), высокой точности изготовления (В), твердый (Т), диаметром 10 мм, кратной мерной длины (КД) 1 500 мм, из меди марки М1, предназначенный для обработки на автоматах (АВ):

Пруток ДКРВТ 10×1 500 КД М1 АВ ГОСТ 1535-2006.

Пример 2. Пруток прессованный (Г), круглый (КР), диаметром 35 мм, немерной длины (НД), из меди марки М3:

Пруток ГКРХХ 35 НД М3 ГОСТ 1535-2006.

Проволока медная круглая электротехническая (ТУ 19-705.492-2005) выпускается марок МТ (медная твердая), ММ (медная мягкая), МС (медная для воздушных линий связи), МТЭ (медная твердая для эмалирования), ММЭ (медная мягкая для эмалирования), МТБ (медная твердая из бескислородной меди) и ММБ (медная мягкая из бескислородной меди). Проволока марок МТ, ММ, МТБ, ММБ изготавливается номинальным диаметром 0,020...16,00 мм, а марок МТЭ и ММЭ — 0,0125...2,30 мм.

В заказе на проволоку указываются ее марка, диаметр и номер ТУ.

Пример. Проволока медная марки ММ (медная мягкая), диаметром 1,00 мм:

Проволока ММ-1,00 ТУ 16-705 492-2005.

Проволока прямоугольного сечения и шины медные для электротехнических целей (ГОСТ 434-78) выпускается марок ПММ

(проволока медная мягкая), ПМТ (проволока медная твердая), ШММ (шины медные мягкие), ШМТ (шины медные твердые), ШМТВ (шины медные твердые из бескислородной меди).

Проволока выпускается толщиной 0,5...12,5 мм и шириной 2...35 мм, а шины — толщиной 4...30 мм и шириной 16...120 мм.

В заказе на проволоку указываются ее марка, размеры и номер стандарта.

Пример 1. Проволока марки ПММ (медная мягкая), размером 0,80×2,00 мм:

ПММ 0,80×2,00 ГОСТ 434-78.

Пример 2. Шина марки ШММ (медная мягкая), размером 8,00×40,0 мм:

ШММ 8,00×40,00 ГОСТ 434-78.

Фольга, ленты, листы и плиты медные (ГОСТ 1173-2006) изготавливаются прямоугольного сечения (ПР) из меди марок М1, М1р, М2, М2р, М3 и М3р.

Фольга выпускается холоднокатаной (Д) толщиной 0,05...0,1 мм, шириной 10...300 мм и длиной не менее 30 м.

Лента выпускается холоднокатаной (Д) толщиной 0,1...6 мм, шириной 10...1 000 мм и длиной 2...30 м.

Листы выпускаются холоднокатаными (Д) толщиной 0,2...12 мм, шириной 10...1 000 мм и длиной 500...2 000 мм и горячекатаными (Г) толщиной 3...25 мм, шириной 100...3 000 мм и длиной 1 000...6 000 мм.

Плиты выпускаются горячекатаными (Г) толщиной более 25 мм, шириной 150...2 500 мм и длиной 600...4 000 мм.

Фольга поставляется в рулонах, лента — в рулонах или разрезанная на длины (полосы) с обрезной кромкой, холоднокатаные листы — в отрезках с обрезной или обкатанной кромкой, горячекатаные листы и плиты — в отрезках.

По точности изготовления фольга, ленты, листы и плиты нормальной точности по толщине и ширине (Н), нормальной точности по толщине и повышенной по ширине (К), повышенной точности по толщине и нормальной по ширине (И), повышенной точности по

толщине и ширине (П). По состоянию фольга, ленты, листы и плиты поставляются в мягком (М), полутвердом (П) или твердом (Т) состояниях мерной или немерной длины (НД).

В заказе на фольгу, ленты, листы и плиты указываются: наименование, способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры, длина, марка меди, особые условия (увеличенной длины (УД), для силовых конденсаторов и обмоток трансформаторов (КО), с нормированной глубиной выдавливания (ГВ), с предельными отклонениями по толщине «±» и ширине «+» (ЕН), с предельными отклонениями по толщине «±» и ширине «-» (ЕГ)) и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины.

Пример 1. Лента холоднокатаная (Д), прямоугольная (ПР), повышенной точности изготовления по толщине и ширине (П), полутвердая (П), толщиной 0,7 мм, шириной 35 мм. Немерной длины, из меди марки М1:

Лента ДПРПП 0,70×35 НД М1 ГОСТ 1173-2006.

Пример 2. Лист горячекатаный (Г), прямоугольный (ПР), толщиной 7,0 мм, шириной 1 500 мм, длиной 3 000 мм, из меди марки М2:

Лист ГПРХХ 7,0×1 500×3 000 М2 ГОСТ 1173-2006.

Трубы медные и латунные (ГОСТ 617-2006) выпускаются из меди марок М1, М1р, М1ф, М2р, М3р, М2, М3 и латуни Л96 холоднодеформированными (диаметром 3...360 мм, с толщиной стенки 08...10 мм) и прессованными (диаметром 30...280 мм, с толщиной стенки 5...30 мм). По длине трубы изготавливают в отрезках и бухтах. В отрезках трубы изготавливают немерной длины (НД) (1,5...6 м — холоднодеформированные, 1...6 м — прессованные), мерной длины или кратной мерной (КД) в пределах немерной длины (холоднодеформированные). В бухтах трубы изготавливают немерной длины не менее 10 м следующих типов: бухты свободной намотки (БТ), бухты послышной упорядоченной намотки (БУ), бухты плоской спиральной намотки (БС).

По способу изготовления трубы изготавливают холоднодеформированными (тянутыми или холоднокатаными) (Д) и прессован-

ными (Г), а по форме сечения — круглыми (КР).

По точности изготовления трубы выпускаются нормальной точности по толщине стенки и диаметру (Н), повышенной по толщине стенки и диаметру (П), нормальной по толщине стенки и повышенной по диаметру (И), повышенной по толщине стенки и нормальной по диаметру (К), нормальной по среднему диаметру (С), в процентах от толщины стенки (У).

По состоянию трубы поставляются в мягком (М), полутвердом (П), твердом (Т), мягком повышенной пластичности (Л), полутвердом повышенной прочности (Ф) или твердом повышенной прочности (Ч) состояниях.

В заказе на трубы медные и латунные указываются: способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры (диаметр и толщина стенки), длина, марка металла, особые условия (труба повышенной точности по длине (Б), труба повышенной точности по кривизне (О), регламентированные требования по испытанию на растяжение (Р), регламентированные требования измерения твердости по Виккерсу (Н)) и номер стандарта.

Знак «Х» ставится вместо отсутствующих данных, кроме обозначения длины и особых условий.

Пример 1. Труба тянутая (Д), круглая (КР), нормальной точности по толщине стенки и диаметру (Н), твердая (Т), наружным диаметром 28 мм и толщиной стенки 3 мм, длиной 3 000 мм, из меди марки М2, повышенной точности по кривизне (О), с регламентированными требованиями по испытанию на растяжение (Р):

Труба ДКРНТ 28×3×3 000 М2 О Р ГОСТ 617-2006.

Пример 2. Труба прессованная (Г), круглая (КР), наружным диаметром 90 мм и внутренним диаметром 60 мм, немерной длины (НД), из меди марки М3:

Труба ГКРХХ 90×60 НД М3 ГОСТ 617-2006.

Сортамент изделий из латуни, полученных обработкой давлением

Прутки латунные (ГОСТ 2060-2006) выпускаются тянутыми (круглого, квадратного и шестигранного сечений) с номинальным

размером 3...50 мм и прессованными (круглого сечения) размером 10...180 мм мерной, мерной, немерной (НД) и кратной мерной (КД) длины из латуни марок Л63, ЛС63-3, ЛС59-1В, ЛС59-1, ЛС58-2, ЛАЖ60-1-1, ЛС58-3, ЛС59-2, ЛЖС58-1-1, ЛО62-1, ЛЖМц59-1-1, ЛМц58-2.

По способу изготовления прутки изготавливаются холоднодеформированными (тянутыми) (Д) и горячедеформированными (прессованными) (Г).

По форме сечения прутки выпускаются круглыми (КР), квадратными (КВ) и шестигранными (ШГ).

По точности изготовления прутки выпускаются нормальной (Н), повышенной (П) и высокой (В) точности.

По состоянию прутки поставляются в мягком (М), полутвердом (П) или твердом (Т) состояниях.

В заказе на прутки прессованный латунный указываются: способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры сечения, длина, марка латуни, особые условия (антимагнитный (АМ), мягкое состояние повышенной пластичности (Л), полутвердое состояние повышенной пластичности (Ф), твердое состояние повышенной пластичности (У), прессованное состояние обычной пластичности (С), прессованное состояние повышенной пластичности (Ц), вид угла — без закругления (БС), с закруглением (СК), с обрезанными концами (ОК), регламентированные требования по испытанию на растяжение (Р), регламентированные требования измерения твердости (Н): по Бринеллю (НВ), по Виккерсу (НV), прутки в бухтах свободной намотки (БТ), прутки в бухтах послойной упорядоченной намотки (БУ)) и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины.

Пример 1. Пруток тянутый (Д), шестигранный (ШГ), нормальной точности изготовления (Н), полутвердый (П), диаметром 24 мм, длиной 3 000 мм, из латуни марки ЛО62-1, с закругленным углом (СК):

Пруток ДШГНП 24×3 000 ЛО62-1 СК ГОСТ 2060-2006.

Пример 2. Пруток прессованный (Г), квадратный (КВ), нормальной точности изготовления (Н), диаметром 24 мм, немерной длины (НД), из латуни марки ЛЖС58-1-1:

Пруток ГКВНХ 24 НД ЛЖС58-1-1 ГОСТ 2060-2006.

Проволока латунная (ГОСТ 1066-90) изготавливается холоднодеформированной (тянутой) (Д) круглого (КР) (диаметр 0,1...3,6 мм), квадратного (КВ) и шестигранного (ШГ) (номинальный размер 3...5,5 мм) сечения из латуни марок Л80, Л68, Л63 и ЛС59-1.

По точности изготовления проволока выпускается нормальной (Н) и повышенной (П) точности.

По состоянию проволока поставляется в мягком (М), полутвердом (П) или твердом (Т) состоянии в мотках и бухтах (БТ) или на катушках (шпулях) (КТ).

В заказе на проволоку латунную указываются: способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры сечения, длина, марка латуни, особые условия (антимагнитная (АМ), повышенная точность по овальности (ПО), повышенное качество поверхности (ПК), повышенная прочность (ПП), повышенная пластичность (ПЛ), регламентированные пределы временного сопротивления в полутвердом состоянии (ВС)) и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины.

Пример 1. Проволока холоднодеформированная (Д), круглая (КР), нормальной точности (Н), мягкая (М), диаметром 0,50 мм, на катушках (КТ), из латуни марки Л80, антимагнитная (АМ):

Проволока ДКРНМ 0,50 КТ Л80 АМ ГОСТ 1066-90.

Пример 2. Проволока холоднодеформированная (Д), квадратная (КВ), повышенной точности (П), полутвердая, размером 12,00 мм, в мотках (БТ), из латуни марки Л63:

Проволока ДКВПП 12,00 БТ Л63 ГОСТ 1066-90.

Фольга, ленты, листы и плиты латунные (ГОСТ 2208-2007) изготавливаются прямоугольного сечения (ПР) из латуни марок Л90, Л85, Л80, Л70, Л68, Л63, ЛС59-1, ЛО90-1, ЛО62-1, ЛМц58-2, ЛЖМц59-1-1.

Фольга выпускается холоднокатаной (Д) толщиной 0,05...0,1 мм, шириной 10...300 мм и длиной не менее 30 м.

Лента выпускается холоднокатаной (Д) толщиной 0,1...6 мм, шириной 10...1 000 мм и длиной 2...30 м.

Листы выпускаются холоднокатаными (Д) толщиной 0,2...12 мм, шириной 10...1 000 мм и длиной 500...2 000 мм, и горячекатаными (Г) толщиной 3...25 мм, шириной 100...3 000 мм и длиной 1 000...6 000 мм.

Плиты выпускаются горячекатаными (Г) толщиной более 25 мм, шириной 150...2 500 мм и длиной 600...4 000 мм.

Фольга поставляется в рулонах, лента — в рулонах или разрезанная на длины (полосы) с обрезной кромкой, холоднокатаные листы — в отрезках с обрезной или обкатанной кромкой, горячекатаные листы и плиты — в отрезках.

По точности изготовления фольга, ленты, листы и плиты выпускаются мерной или немерной длины (НД), нормальной точности по толщине и ширине (Н), нормальной точности по толщине и повышенной по ширине (К), повышенной точности по толщине и нормальной по ширине (И), повышенной точности по толщине и ширине (П).

По состоянию фольга, ленты, листы и плиты поставляются в мягком (М), полутвердом (П), твердом (Т), особо твердом (О) и пружинно-твердом (Ж) состояниях.

В заказе на фольгу, ленты, листы и плиты латунные указываются их наименование, способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры, длина, марка латуни, особые условия (антимагнитные (АМ), с нормированной глубиной выдавливания (ГВ), с предельными отклонениями: по толщине «±» и ширине «+» (ЕН), по толщине «±» и ширине «-» нормальной точности изготовления (ЕШ), по толщине «±» и ширине «-» повышенной точности изготовления (ЕГ), для пищевой промышленности (ПЩ), регламентированные требования по испытанию на растяжение (Р), регламентированные требования измерения твердости (Н): по Бригеллю (НВ), по Виккерсу (НВ)) и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины.

Пример 1. Лента холоднокатаная (Д), прямоугольная (ПР), повышенной точности изготовления по толщине и ширине (П), полутвердая (П), толщиной 0,7 мм, шириной 35 мм, немерной длины, из латуни марки Л90, вид испытания Р:

Лента ДПРПП 0,70×35 НД Л90 Р ГОСТ 2208-2007.

Пример 2. Лист горячекатаный (Г), прямоугольный (ПР), толщиной 7,0 мм, шириной 1 500 мм, длиной 3 000 мм, из латуни марки Л63:

Лист ГПРХХ 7,0×1 500×3 000 Л63 ГОСТ 2208-2007.

Сортамент изделий из бронзы, полученных обработкой давлением

Прутки оловянно-фосфористой бронзы (ГОСТ 10025-78) изготавливаются тянутыми (Д), холоднокатаными (Д) или прессованными (П) из бронзы марок БрОФ6,5-0,15 и БрОФ7-0,2. Прутки изготавливаются круглого сечения (КР) диаметром 5,0...40,0 мм тянутые и холоднокатаные, и диаметром 40,0...110 мм — прессованные.

По точности изготовления прутки изготавливаются нормальной (Н), повышенной (П) и высокой (В) точности.

По состоянию прутки поставляются в мягком (М), полутвердом (П), твердом (Т) и особо твердом (О) состояниях немерной длины (НД) и в бухтах (БТ).

В заказе на пруток из оловянно-фосфористой бронзы указываются способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры сечения, длина (мерность), марка бронзы и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины.

Пример 1. Пруток тянутый (Д), круглого сечения (КР), нормальной точности изготовления (Н), твердый (Т), диаметром 20 мм, немерной длины (НД), из бронзы марки БрОФ6,5-0,15:

Пруток ДКРНТ 20 НД БрОФ6,5-0,15 ГОСТ 10025-78.

Пример 2. Пруток прессованный (П), круглого сечения (КР), диаметром 80 мм, немерной длины (НД), из бронзы марки БрОФ7-0,2:

Пруток ПКРХХ 80 НД БрОФ7-0,2 ГОСТ 10025-78.

Прутки бронзовые (ГОСТ 1628-78) изготавливаются тянутыми (Д), прессованными (П) и горячекатаными (Г) из безоловянных бронз марок БрАМц9-2, БрКМц3-1, БрАЖ9-4, БрАЖН10-4-4,

БрАЖМц10-3-1,5, БрКМц3-1, БрКН1-3. Тянутые прутки изготавливают круглого сечения (КР) диаметром 5,0...40,0 мм, квадратного (КВ) и шестигранного (ШГ) сечений номинальным размером 5,0...41,0 мм, прессованные — круглого сечения диаметром 16,0...160 мм, горячекатаные — круглого сечения диаметром 30,0...100,0 мм.

По точности изготовления прутки изготавливаются нормальной (Н), повышенной (П) и высокой точности (В) точности.

По состоянию прутки поставляются в полутвердом (П) и твердом (Т) состояниях немерной (НД), кратной мерной (КД), мерной длины и в бухтах (БТ).

В заказе на пруток бронзовый указываются способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры сечения, длина (мерность), марка бронзы, особые условия (мерная повышенной точности по длине (МП), для обработки на автоматах (АВ)) и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины и особых условий.

Пример 1. Пруток тянутый (Д), квадратный (КВ), нормальной точности изготовления (Н), твердый (Т), номинальных размером 20,0 мм, длины, кратной 3 м (КДЗ), из сплава марки БрАМц3-1:

Пруток ДКВНТ 20,0 КДЗ БрАМц3-1 ГОСТ 1628-78.

Пример 2. Пруток прессованный (П), круглый (КР), высокой точности изготовления (В), диаметром 18,0 мм, мерной длины 2 000 мм, из бронзы марки БрАЖ9-4, повышенной точности по длине (МП):

Пруток ПКРВХ 18,0×2 000 БрАЖ9-4 МП ГОСТ 1628-78.

Прутки из бериллиевой бронзы (ГОСТ 15835-70) изготавливаются тянутыми (Д) и прессованными (П) из бериллиевой бронзы марки БрБ2. Тянутые прутки изготавливают круглого (КР), квадратного (КВ) и шестигранного (ШГ) сечений номинальным размером 5,0...40,0 мм, прессованные — круглого сечения диаметром 42,0...100,0 мм.

По точности изготовления прутки изготавливаются нормальной (Н), повышенной (П) и высокой (В) точности.

По состоянию прутки поставляются в мягком (закаленном) (М) и твердом (холоднодеформированном после закалки) (Т) состояниях немерной длины (НД).

В заказе на пруток из бериллиевой бронзы указываются способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры сечения, длина (мерность), марка бронзы и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины.

Пример 1. Пруток тянутый (Д), шестигранный (ШГ), нормальной точности изготовления (Н), твердый (Т), диаметром 19,0 мм, немерной длины (НД), из бронзы марки БрБ2:

Пруток ДШГНТ 19 НД БрБ2 ГОСТ 15835-70.

Пример 2. Пруток прессованный (П), круглый (КР), диаметром 60 мм, немерной длины (НД), из бронзы марки БрБ2:

Пруток ПКРХХ 60 НД БрБ2 ГОСТ 15835-70.

Прутки из оловянно-цинковой бронзы (ГОСТ 6511-60) изготавливаются тянутыми (Д) и прессованными (Г) из оловянно-цинковой бронзы марки БрОЦ4-3. Тянутые прутки изготавливают круглого сечения (КР) диаметром 5,0...40,0 мм, квадратного (КВ) и шестигранного (ШГ) сечений номинальным размером 5,0...36,0 мм, прессованные — круглого сечения диаметром 42,0...120 мм, горячекатаные — круглого сечения диаметром 30,0...100,0 мм.

По точности изготовления прутки изготавливаются нормальной (Н) и повышенной (П) точности.

По состоянию прутки поставляется в мягком (закаленном) (М) и твердом (холоднодеформированным после закалки) (Т) состояниях немерной (НД), кратной (КД) длины и в бухтах (БТ).

В заказе на пруток из оловянно-цинковой бронзы указываются способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры сечения, длина (мерность), особые условия (для обработки на автоматах (АВ)), марка бронзы и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины и особых условий.

Пример 1. Пруток тянутый (Д), шестигранный (ШГ), нормальной точности изготовления (Н), диаметром 10 мм, в бухтах (БТ), из бронзы марки БрОЦ4-3:

Пруток ДШГНХ 10 БТ БрОЦ4-3 ГОСТ 6511-60.

Пример 2. Пруток прессованный (Г), круглый (КР), диаметром 60 мм, немерной длины (НД), из бронзы марки БрОЦ4-3:

Пруток ГКРХХ 60 НД БрОЦ4-3 ГОСТ 6511-60.

Проволока из бериллиевой бронзы (ГОСТ 15834-77) изготавливается холоднодеформированной (Д) круглого сечения (КР) диаметром 0,06...12 мм из бронзы марки БрБ2.

По точности изготовления проволока выпускается нормальной (Н), повышенной (П) и высокой (В) точности.

По состоянию проволока поставляется в мягком (М) и твердом (Т) состояниях в мотках и бухтах (БТ) или на катушках (КТ).

В заказе на проволоку из бериллиевой бронзы указываются способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры сечения, длина, марка бронзы и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины.

Пример. Проволока холоднодеформированная (Д), круглая (КР), повышенной (П) точности изготовления, твердая (Т), диаметром 0,30 мм, на катушках (КТ), из бронзы марки БрБ2:

Проволока ДКРПТ 0,30 КТ БрБ2 ГОСТ 15834-77.

Проволока из кремнемарганцевой бронзы (ГОСТ 5222-72) изготавливается холоднодеформированной (тянутой) (Д) круглого (КР) (диаметр 0,1...10 мм) и квадратного (КВ) (номинальный размер 0,6...1,4 мм) сечений из бронзы марки БрКМц3-1.

По точности изготовления проволока выпускается нормальной (Н) и повышенной (П) точности.

По состоянию проволока поставляется в твердом (Т) состоянии в мотках и бухтах (БТ) или на катушках (КТ).

В заказе на проволоку из кремнемарганцевой бронзы указываются способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, со-

стояние, размеры, длина, марка бронзы и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины.

Пример 1. Проволока холоднодеформированная (Д), круглого сечения (КР), повышенной точности изготовления (П), твердая (Т), диаметром 2,5 мм, в мотках (БТ), из бронзы марки БрКМц3-1:

Проволока ДКРПТ 2,5 БТ БрКМц3-1 ГОСТ 5222-72.

Пример 2. Проволока холоднодеформированная (Д), квадратного сечения (КВ), нормальной точности изготовления (Н), твердая (Т), размером 1,6 мм, в мотках (БТ), из бронзы марки БрКМц3-1:

Проволока ДКВНТ 1,6 БТ БрКМц3-1 ГОСТ 5222-72.

Проволока из оловянно-цинковой бронзы (ГОСТ 5221-2008) изготавливается холоднодеформированной (тянутой) (Д) круглого (КР) (диаметр 0,1...12 мм) и квадратного (КВ) (номинальный размер 0,6...3 мм) сечений из бронзы марки БрОЦ4-3.

По точности изготовления проволока выпускается нормальной (Н) и повышенной (П) точности.

По состоянию проволока поставляется в твердом (Т) состоянии в бухтах (БТ) или на катушках (КТ).

В заказе на проволоку из оловянно-цинковой бронзы указываются способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры, длина, марка бронзы, особые условия (для упругих элементов (УЭ)) и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины и особых условий.

Пример 1. Проволока холоднодеформированная (Д), круглого сечения (КР), нормальной точности изготовления (Н), твердая (Т), диаметром 1,20 мм, на катушках (КТ), из бронзы марки БрОЦ4-3:

Проволока ДКРНТ 1,20 КТ БрОЦ4-3 ГОСТ 5221-2008.

Пример 2. Проволока холоднодеформированная (Д), квадратного сечения (КВ), твердая (Т), размером 0,80 мм, в бухтах (БТ), из бронзы марки БрОЦ4-3:

Проволока ДКВХТ 0,80 БТ БрОЦ4-3 ГОСТ 5221-2008.

Полосы и ленты из оловянно-фосфористой и оловянно-цинковой бронзы (ГОСТ 1761-92) выпускаются холоднокатаными (Д) прямоугольного сечения (ПР) из бронз марок БрОЦ4-3 и БрОФ6,5-0,15. Полосы изготавливаются толщиной 1,0...3,0 мм, шириной 40...300 мм, длиной 800...2 000 мм (из бронзы марки БрОФ6,5-0,15) и 800...1 600 мм (из бронзы марки БрОЦ4-3), а ленты — толщиной 0,10...2,00 мм, шириной 10...300 мм, длиной не менее 5 м.

По точности изготовления ленты выпускаются нормальной по толщине и ширине (Н), повышенной по толщине и ширине (П) и высокой по толщине (В) точности. По состоянию полосы и ленты поставляются в мягком (М), полутвердом (П), твердом (Т) или особо твердом (ОТ) состояниях мерной (МД) и немерной (НД) длины.

В заказе на полосы или ленты из оловянно-фосфористой и оловянно-цинковой бронзы указываются их наименование, способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры, длина (мерность), марка бронзы, особые условия (мягкая полоса или лента из бронзы марки БрОФ6,5-0,15 с повышенными механическими свойствами (П), лента увеличенной длины (У), лента антимагнитная (А)) и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины.

Пример 1. Полоса холоднокатаная (Д), прямоугольного сечения (ПР), мягкая (М), толщиной 5,0 мм, шириной 200 мм, мерной длины 1 500 мм, из оловянно-фосфористой бронзы марки БрОФ6,5-0,15:

Полоса ДПРХМ 5,0×200×1 500 МД БрОФ6,5-0,15 ГОСТ 1761-92.

Пример 2. Лента холоднокатаная (Д), прямоугольного сечения (ПР), высокой точности изготовления по толщине (В), мягкая (М), толщиной 0,20 мм, шириной 150 мм, немерной длины (НД), из бронзы марки БрОФ6,5-0,15, увеличенной длины (У), антимагнитная (А):

Лента ДПРВМ 0,20×150 НД БрОФ6,5-0,15 УА ГОСТ 1761-92.

Полосы и ленты из алюминиево-марганцевой бронзы (ГОСТ 1595-90) выпускаются холоднокатаными (Д) (полосы и ленты) и горячекатаными (Г) (полосы) прямоугольного сечения (ПР) из бронзы марки БрАМц9-2.

Холоднокатаные полосы выпускаются толщиной 1,0...12,5 мм, шириной 50...300 мм, длиной 1 000...1 500 мм, горячекатаные — толщиной 6,0...22,0 мм, шириной 100...300 мм, длиной 1 000...1 500 мм

Холоднокатаные ленты выпускаются толщиной 0,4...1,0 мм, шириной 10...300 мм, длиной не менее 2 м.

По состоянию полосы и ленты поставляются в мягком (М) и твердом (Т) состояниях мерной (МД) или немерной (НД) длины.

В заказе на полосы и ленты из алюминиево-марганцевой бронзы указываются их наименование, способ изготовления, форма сечения, состояние, размеры, длина (мерность), марка бронзы и номер стандарта. Состояние указывают для холоднокатаных полос и лент. Мерность указывают только для полос. Для лент указывают только немерную длину. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины.

Пример 1. Полоса горячекатаная (Г), прямоугольного сечения (ПР), толщиной 8,0 мм, шириной 200 мм, немерной длины (НД), из бронзы марки БрАМц9-2:

Полоса ГПРХХ 8,0×200 НД БрАМц9-2 ГОСТ 1595-90.

Пример 2. Лента холоднокатаная (Д), мягкая (М), толщиной 0,60 мм, шириной 50 мм, немерной длины (НД), из бронзы марки БрАМц9-2:

Лента ДПРХМ 0,60×50 НД БрАМц9-2 ГОСТ 1595-90.

Полосы и ленты из бериллиевой бронзы (ГОСТ 1789-70) изготавливаются холоднокатаными (Д) прямоугольного сечения (ПР) из бронзы марок БрБ2, БрБНТ1,9 и БрБНТ1,7. Полосы выпускаются толщиной 0,02...6 мм, шириной 40...300 мм, длиной 200...1 500 мм, а ленты — толщиной 0,02...6,0 мм, шириной 200...1 500 мм, длиной не менее 5 м.

По точности изготовления полосы и ленты изготавливаются нормальной (Н) и повышенной (П) точности.

По состоянию полосы и ленты поставляются в мягком (закаленном) (М) и твердом (деформированном после закалки на 30...40 %) (Т) состояниях мерной (МД), кратной мерной (КД) или немерной (НД) длины.

В заказе на полосы и ленты из бериллиевой бронзы указываются их наименование, способ изготовления, форма сечения, состояние, размеры, длина (мерность), марка бронзы, и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины.

Пример 1. Полоса холоднокатаная (Д), прямоугольного сечения (ПР), нормальной точности изготовления (Н), мягкая (закаленная) (М), толщиной 0,30 мм, шириной 80 мм, кратной длины (КД) из бериллиевой бронзы марки БрБ2:

Полоса ДПРНМ 0,30×80 КД БрБ2 ГОСТ 1789-70.

Пример 2. Лента холоднокатаная (Д), прямоугольного сечения (ПР), повышенной точности изготовления (П), твердая (деформированная после закалки на 30...40 %) (Т), толщиной 0,50 мм, шириной 200 мм, немерной длины (НД) из бериллиевой бронзы БрБНТ1,9:

Лента ДПРПТ 0,50×200 НД БрБНТ1,9 ГОСТ 1789-70.

Полосы и ленты из кремнисто-марганцевой бронзы (ГОСТ 4748-92) изготавливаются холоднокатаными (Д) прямоугольного сечения (ПР) из бронзы марки БрКМц3-1. Полосы выпускаются толщиной 1,0...10 мм, шириной 40...300 мм, длиной 400...2 000 мм, а ленты — толщиной 0,05...2,0 мм, шириной 10...300 мм, длиной не менее 5 м.

По точности изготовления ленты изготавливаются нормальной (Н) и повышенной (П) точности.

По состоянию полосы и ленты поставляются в мягком (М), полутвердом (П), твердом (Т) и особо твердом (О) состояниях мерной (МД), кратной мерной (КД) или немерной (НД) длины.

В заказе на полосы и ленты из кремнисто-марганцевой бронзы указываются их наименование, способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры, длина (мерность), марка бронзы и номер стандарта. Состояние указывают для холоднокатаных полос и лент. Мерность указывают только для полос.

Для лент указывают только немерную длину. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины.

Пример 1. Полоса холоднокатаная (Д), прямоугольного сечения (ПР), полутвердая (П), толщиной 1,2 мм, шириной 200 мм, длиной кратной (КД) мерной 500 мм из бронзы марки БрКМц3-1:

Полоса ДПРХП 1,2×200×500 КД БрКМц3-1 ГОСТ 4748-92.

Пример 2. Лента холоднокатаная (Д), прямоугольного сечения (ПР) нормальной точности изготовления (Н), твердая (Т), толщиной 0,05 мм, шириной 100 мм, немерной длины (НД) из бронзы марки БрКМц3-1:

Лента ДПРНТ 0,05×100 НД БрКМц3-1 ГОСТ 4748-92.

Ленты и полосы из оловянно-цинково-свинцовой бронзы (ГОСТ 15885-77) изготавливаются холоднокатаными (Д) прямоугольного сечения (ПР) из бронзы марки БрОЦС4-4-2,5. Полосы выпускаются толщиной 1,58...3,00 мм, шириной 40...300 мм, длиной не менее 1,5 м, а ленты — толщиной 0,5...2,0 мм, шириной 10...300 мм, длиной не менее 7 м.

По точности изготовления ленты изготавливаются нормальной (Н) и повышенной (П) точности.

По состоянию полосы и ленты поставляются в мягком (М), полутвердом (П) и твердом (Т) состояниях мерной (МД) или немерной (НД) длины.

В заказе на полосы и ленты из оловянно-цинково-свинцовой бронзы указываются их наименование, способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры сечения, длина (мерность), марка бронзы и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины.

Пример 1. Лента холоднодеформированная (Д), прямоугольного сечения (ПР), нормальной точности изготовления (Н), мягкая (М), толщиной 0,50 мм, шириной 50 мм, немерной длины (НД), из сплава марки БрОЦС 4-4-2,5:

Лента ДПРНМ 0,50×50 НД БрОЦС 4-4-2,5 ГОСТ 15885-77.

Пример 2. Полоса холоднодеформированная (Д), прямоугольного сечения (ПР), нормальной точности изготовления (Н), твердая (Т), толщиной 2,5 мм, шириной 100 мм, немерной длины (НД), из сплава марки БрОЦС 4-4-2,5:

Полоса ДПРНТ 2,5×100 НД БрОЦС 4-4-2,5 ГОСТ 15885-77.

Трубы бронзовые прессованные (ГОСТ 1208-90) изготавливаются горячедеформированными (прессованными) (Г) круглого сечения (КР) наружным диаметром 42...280 мм с толщиной стенки 5...60 мм из бронзы марок БрАЖМц 10-3-1,5 и БрАЖН 10-4-4.

Трубы поставляются мерной, кратной мерной (КД) и немерной (НД) длины.

В заказе на трубы бронзовые указываются способ изготовления, форма сечения, точность изготовления, состояние, размеры, длина, марка бронзы, особые условия (трубы для изготовления сепараторов подшипников качения (С)) и номер стандарта. Вместо отсутствующих данных ставится «Х», кроме обозначения длины и особых условий.

Пример 1. Труба прессованная (Г), круглого сечения (КР), наружным диаметром 65 мм с толщиной стенки 7,5 мм, длиной 3 000 мм, из бронзы марки БрАЖН10-4-4:

Труба ГКРХХ 65×7,5×3 000 БрАЖН10-4-4 ГОСТ 1208-90.

Пример 2. Труба прессованная (Г), круглого сечения (КР), наружным диаметром 205 мм с толщиной стенки 22,5 мм, немерной длины (НД), из бронзы марки БрАЖМц10-3-1,5 для изготовления сепараторов подшипников качения (С):

Труба ГКРХХ 205×22,5 НД БрАЖМц10-3-105 С ГОСТ 1208-90.

Сортамент изделий из магниевых сплавов, полученных обработкой давлением

Профили прессованные из магниевых сплавов (ГОСТ 19657-84) выпускаются без термической обработки и искусственно состаренными с площадью поперечного сечения до 12 см² и диаметром описанной окружности до 150 мм из сплавов марок МА1, МА2, МА2-1, МА2-1пч, МА8, МА12 и МА14.

По типу профили подразделяются на сплошные и полые. По состоянию материала профили выпускаются без термической обработки (горячепрессованные) и искусственно состаренные (Т1). Профили поставляются мерной, кратной (КД) и немерной (НД) длины.

Форма и размеры, площади сечений, диаметры описанной окружности и теоретическая масса 1 м длины нормируются стандартами на определенный вид профиля: прямоугольные полосообразного сечения (ГОСТ 13616-97), бульбообразные уголкового сечения (ГОСТ 13617-97), косоугольные фитингового уголкового сечения (ГОСТ 13618-97), прямоугольные фасонного зетового сечения (ГОСТ 13619-97), прямоугольные равнополочного зетового сечения (ГОСТ 13620-90), прямоугольные равнополочного двутаврового сечения (ГОСТ 13621-90), прямоугольные равнополочного таврового сечения (ГОСТ 13622-91), прямоугольные равнополочного швеллерного сечения (ГОСТ 13623-90), прямоугольные отбортованного швеллерного сечения (ГОСТ 13624-90), прямоугольные равнополочного уголкового сечения (ГОСТ 13737-90), прямоугольные неравнополочного уголкового сечения (ГОСТ 13738-91), прямоугольные таврошвеллерного сечения (ГОСТ 17575-90), косоугольные трапециевидного отбортованного сечения (ГОСТ 17576-97).

В заказе на профили прессованные из магниевых сплавов указываются марка сплава, состояние материала, номер или шифр профиля, длина (мерность) и номер стандарта.

Пример 1. Профиль из магниевых сплавов марки МА8, в состоянии без термической обработки, фасонного сечения, длиной 2 000 мм:

Профиль МА8 (номер или шифр профиля)×2 000 ГОСТ 19657-84.

Пример 2. Профиль из сплава марки МА1 в искусственно состаренном состоянии (Т1), фасонного сечения, длиной, кратной (КД) 2 000 мм:

Профиль МА1.Т1 (номер или шифр профиля)×2 000 КД ГОСТ 19657-84.

Прутки прессованные из магниевых сплавов (ГОСТ 18351-73) изготавливаются круглого сечения диаметром 5...300 мм из сплавов марок МА1, МА2, МА2-1, МА2-1пч, МА5, МА8, МА14 и МА15.

По точности изготовления прутки изготавливаются нормальной, повышенной (П) и высокой (В) точности.

По состоянию материала прутки поставляются в закаленном (гомогенном) (Т4), в искусственно состаренном (Т1) состояниях и без термической обработки мерной, кратной (КД) и немерной (НД) длины.

В заказе на пруток прессованный из магниевых сплавов указываются марка сплава, состояние, размеры сечения, точность изготовления, длина (мерность) и номер стандарта.

Пример 1. Пруток из сплава марки МА5, закаленный (Т4), диаметром 50 мм, высокой точности изготовления (В), длиной 1 500 мм:

Пруток МА5.Т4.50В×1 500 ГОСТ 18351-73.

Пример 2. Пруток из сплава МА8, без термической обработки, диаметром 50 мм, повышенной точности изготовления (П), длиной кратной (КД) 1 000 мм:

Пруток МА8.50П×1 000 КД ГОСТ 18351-73.

Листы из магниевых сплавов (ГОСТ 22635-77) изготавливаются толщиной 0,6...10,5 мм, толщиной 500...1 200 мм и длиной 1 000...3 500 мм из сплавов марок МА2-1, МА2-1пч, МА8 и МА15.

По состоянию материала листы поставляются отожженными (М) и полунагартованными (1/2Н).

В заказе на листы из магниевых сплавов указываются марка сплава, состояние, размеры сечения, длина и номер стандарта.

Пример. Лист из сплава марки МА8, полунагартованный (1/2Н), толщиной 1,5 мм, шириной 1 200 мм, длиной 3 000 мм:

Лист МА8 1/2Н – 1,5×1 200×3 000 ГОСТ 22635-77.

Плиты из магниевых сплавов (ГОСТ 21990-76) изготавливаются горячекатаными толщиной 12...50 мм, шириной 500...1 000 мм и длиной 1 000...3 000 мм из сплавов марок МА2-1 и МА2-1пч.

В заказе на плиты из магниевых сплавов указываются марка сплава, размеры сечения, длина и номер стандарта.

Пример. Плита из сплава МА2-1пч, толщиной 20 мм, шириной 1 000 мм, длиной 2 500 мм:

Плита МА2-1пч 20×1 000×2 500 ГОСТ 21990-76.

Трубы прессованные из магниевых сплавов (ГОСТ 19441-74) изготавливаются цилиндрическими наружным диаметром 16...50 мм с толщиной стенки 1,5...3,0 мм из сплавов МА2-1, МА2-1пч и МА8.

По состоянию материала трубы поставляются в отожженном состоянии (М) и без термической обработки мерной, кратной (КД) и немерной (НД) длины.

В заказе на трубы из магниевых сплавов указываются марка сплава, состояние, диаметр, толщина стенки, длина и номер стандарта.

Пример 1. Труба из сплава марки МА8, без термической обработки, с наружным диаметром 20 мм, толщиной стенки 2 мм, немерной длины (НД):

Труба МА8 20×2×НД ГОСТ 19441-74.

Пример 2. Труба из сплава марки МА8, в отожженном состоянии (М), с наружным диаметром 20 мм, толщиной стенки 2 мм, длиной 3 000 мм:

Труба МА8.М 20×2×3 000 ГОСТ 19441-74.

Сортамент изделий из титана и титановых сплавов, полученных обработкой давлением

Прутки катаные из титана и титановых сплавов (ГОСТ 26492-85) изготавливаются круглыми горячекатаными необточенными диаметром 10...150 мм из титана марок ВТ1-00, ВТ1-0, ВТ1-2 и титановых сплавов марок ОТ4-0, ОТ4-1, ОТ4, ВТ5, ВТ5-1, ВТ6, ВТ3-1, ВТ-9, ВТ-14, ВТ20, ВТ22, ВТ6С, ВТ8, АТ3.

Прутки поставляются обычного и повышенного (П) качества мерной, кратной (КД) и немерной длины.

В заказе на прутки катаные из титана и титановых сплавов указываются марка сплава, качество, диаметр, длина и номер стандарта.

Пример 1. Пруток из титанового сплава марки ОТ4, обычного качества, диаметром 65 мм, длиной, кратной (КД) 1 000 мм:

Пруток ОТ4 65×1 000 КД ГОСТ 26492-85.

Пример 2. Пруток из титанового сплава марки ОТ4, повышенного качества (П), диаметром 65 мм, немерной длины:

Пруток ОТ4.П 65 ГОСТ 26492-85.

Проволока сварочная из титана и титановых сплавов (ГОСТ 27265-87) изготавливается диаметром 1,0...7,0 мм из титана марки ВТ1-00св и титановых сплавов марок ВТ2св, 2В, ПТ-7Мсв, ОТ4св, ОТ4-1св, СПТ-2, ВТ6св, ВТ20-1св, ВТ20-2св.

В заказе на проволоку сварочную из титана и титановых сплавов указываются марка сплава, диаметр проволоки и номер стандарта.

Пример. Проволока из титанового сплава марки ОТ4-1св диаметром 4,0 мм:

Проволока ОТ4-1св 4,0 ГОСТ 27265-87.

Листы из титана и титановых сплавов (ГОСТ 22178-76) изготавливаются толщиной 0,3...10,5 мм, шириной 400...1 200 мм и длиной 1 250...5 000 мм из титана марок ВТ1-00, ВТ1-0 и титановых сплавов марок ОТ4-1, ТО4-0, ОТ4, ВТ5-1, ВТ6, ВТ6С, ВТ14, ВТ20.

По качеству отделки поверхности листы выпускаются с высокой (В), повышенной (П) и обычной отделками, а по отклонению от плоскостности — улучшенной (У) и нормальной плоскостности.

В заказе на листы из титана и титановых сплавов указываются марка сплава, размеры, номер стандарта, качество отделки поверхности и плоскостность.

Пример 1. Лист из титана марки ВТ1-0, толщиной 5 мм, шириной 1 000 мм и длиной 1 500 мм, высокой отделки поверхности (В), улучшенной плоскостности (У):

Лист ВТ1-0 5×1 000×1 500 ГОСТ 22178-76. В.У.

Пример 2. Лист из титанового сплава марки ОТ4, толщиной 5 мм, шириной 1 000 мм и длиной 1 500 мм, обычной отделки поверхности, нормальной плоскостности:

Лист ОТ4 5×1 000×1 500 ГОСТ 22178-76.

Плиты из титана и титановых сплавов (ГОСТ 23755-79) изготавливаются толщиной 11...150 мм, шириной 600...1 600 мм, длиной 1 000...7 000 мм из титана марок ВТ1-00, ВТ1 и титановых сплавов марок ОТ4-0, ОТ4-1, ОТ4, ВТ5-1, ВТ6, ВТ14, ВТ20, ПТ-3В, 40 и АТ3.

В заказе на плиты из титана и титановых сплавов указываются марка сплава, размеры и номер стандарта.

Пример. Плита из титанового сплава марки ОТ4-1 толщиной 32 мм, шириной 1 500 мм и длиной 4 600 мм:

Плита ОТ4-1 32×1 500×4 600 ГОСТ 23755-79.

Трубы бесшовные горячекатаные из сплавов на основе титана (ГОСТ 21945-76) изготавливаются наружным диаметром 83...480 мм с толщиной стенки 6...65 мм из сплавов марок ВТ1-0, ПТ-7М, ПТ-3В, ВТ14, ОТ4, ОТ4-1, АТ3 и ТС5.

По точности изготовления трубы выпускаются повышенной (п) и обычной точности по диаметру и (или) толщине стенки, а по качеству поверхности — с повышенным (А) и с обычным (В) качеством.

По длине трубы изготавливаются мерной, немерной и кратной (кр) длины.

В заказе на трубы бесшовные горячекатаные из сплавов на основе титана указываются наружный диаметр, толщина стенки, точность изготовления, длина (мерность), марка сплава, качество поверхности и номер стандарта.

Пример 1. Труба горячекатаная наружным диаметром 89 мм и толщиной стенки 10 мм, обычной точности изготовления, немерной длины, из сплава марки ПТ-7М:

Труба 89×10 ПТ-7М ГОСТ 21945-76.

Пример 2. Труба горячекатаная наружным диаметром 89 мм, обычной точности изготовления по диаметру и повышенной точности изготовления (п) по толщине стенки, толщиной стенки 10 мм, длины, кратной (кр) 1 500 мм, из сплава марки ПТ-7М, с повышенным качеством поверхности (А):

Труба 89×10 п×1 500 кр ПТ-7М А ГОСТ 21945-76.

Трубы сварные из титана и титановых сплавов (ГОСТ 24890-81) изготавливают из ленты различными методами сварки наружным диаметром 25...102 мм с толщиной стенки 1,5 и 2 мм из титана марок ВТ1-00, ВТ1-0 и титанового сплава ОТ4-0.

По состоянию материала трубы поставляется в отожженном состоянии (М) и без термической обработки мерной, кратной (КД) и немерной (НД) длины.

В заказе на трубы из титана и титановых сплавов указываются марка сплава, состояние, наружный диаметр, толщина стенки, длина и номер стандарта.

Пример 1. Труба из сплава марки ОТ4-0, в состоянии без термической обработки, наружным диаметром 25 мм, толщиной стенки 2,0 мм, немерной длины (НД):

Труба ОТ4-0 25×2,0×НД ГОСТ 24890-81.

Пример 2. Труба из сплава марки ОТ4-0, в отожженном состоянии (М), наружным диаметром 25 мм, толщиной стенки 2,0 мм, длиной, кратной (КД) 2 000 мм:

Труба ОТ4-0.М 25×2,0×2 000 КД ГОСТ 24890-81.

4.2. Продукция литейного производства

Продукция чугунного литейного производства

Все детали, получаемые из чугуна, изготавливают методами литья. Литые изделия (отливки) получают путем заливки жидкого металла в литейные формы. Процесс их изготовления называется литейным производством. Жидкий чугун для изготовления отли-

Сортамент чугунных труб

Виды труб	Диаметр (условный проход), D_v , мм	Длина L , м	Толщина стенки, мм		
			Класс ЛА	Класс А	Класс Б
Напорные	65...1000	2...10	6,7...22,5	7,4...24,8	8...27
Канализационные	50	0,75; 1,0; 2,0	4		
	100	0,75; 1,0; 1,25; 2,0; 2,1; 2,2	4,5		
	150	0,75; 1,0; 2,0; 2,1; 2,2	5		

вок получают в специальных печах (вагранках, пламенных и электропечах, тигельных горнах) из чушкового литейного чугуна, ферросплавов, чугунного лома, возврата (брака) литейного производства и флюсов.

Чугунные отливки по структуре литого чугуна подразделяются на четыре группы: серые (СЧ), ковкие (КЧ), высокопрочные (ВЧ) и специальные (жаростойкие, антифрикционные и др.). Маркировка наносится на необрабатываемую поверхность отливки в виде литых, набивных или красочных обозначений.

Чугунные отливки поставляются партиями, сопровождаемыми документом о качестве, в котором приводятся товарный знак предприятия-изготовителя, номер чертежа детали или отливки, номер или дата плавки, количество и масса отливок, марка чугуна, результаты испытаний, штамп ОТК и обозначение стандарта.

Массовой продукцией литейного производства являются чугунные трубы и соединительные изделия к ним — фитинги.

Трубы и соединительные части к ним изготавливаются из серого чугуна по ГОСТ 1412-85 и в соответствии с требованиями к отливкам по ГОСТ 26358-84.

Чугунные трубы на одном конце имеют раструб специальной формы, с помощью которого производится их соединение. Они отличаются, по сравнению со стальными, пластмассовыми и керамическими, повышенной стойкостью против коррозии, большей толщиной стенок (6...27 мм) и большим сроком службы.

По назначению чугунные трубы подразделяются на *напорные* (ГОСТ 9583-75), используемые для транспортировки жидкости под давлением, и *канализационные* (ГОСТ 6942-98).

В зависимости от толщины стенок напорные трубы подразделяются на три класса: ЛА, А и Б. В зависимости от длины эти трубы изготовляют мерной и немерной длины.

Основными потребительскими характеристиками чугунных труб являются внутренний диаметр (условный проход), толщина стенки и длина. Сортамент чугунных труб приведен в таблице 4.1.

Допускается по согласованию между потребителем и предприятием-изготовителем изготовление канализационных труб без раструбов и поставка их в комплекте с муфтами МФ. Длина таких труб может отличаться от указанной в таблице 4.1.

В заказе на чугунные трубы указываются их назначение, основные размеры и номер стандарта.

Пример 1. Труба чугунная (Ч) напорная (Н) раструбная (Р) диаметром 150 мм, мерной длины 6 000 мм, класса Б по толщине стенки:

Труба ЧНР 150×6 000 Б ГОСТ 9583-75.

Пример 2. Труба чугунная (Ч) напорная (Н) раструбная (Р) диаметром 400 мм, немерной длины, класса ЛА по толщине стенки:

Труба ЧНР 400 ЛА ГОСТ 9583-75.

Пример 3. Труба (Т) чугунная (Ч) канализационная (К), диаметром 100 мм, длиной 2 000 мм:

ТЧК-100×2000 ГОСТ 6942-98.

Согласно ГОСТ 6942-98 соединительными (фасонными) частями чугунных труб являются компенсационные и переходные патрубki, колена, отводы, отводы-тройники приборные, отступы, тройники различных конструкций (прямые, прямые компенсационные, тройники косые и др.), крестовины различных конструкций (прямые, косые, двухплоскостные и др.), муфты, ревизии, заглушки, прочистки (табл. 4.2), необходимые для сооружения сложной системы трубопроводов.

Таблица 4.2

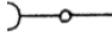
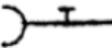
Сортамент чугунных канализационных фасонных частей

Наименование	Диаметры (условные проходы), мм		Условное обозначение	
	D_y	d_y	графическое	Буквенное
1	2	3	4	5
Патрубки	50, 100, 150	—		П- D_y -L
Патрубки компенсационные	100, 150	—		ПК- D_y
Патрубки переходные	50/100, 100/150	—		ПП- $D_y \times D_y$
Колена	50, 100, 150	—		К- D_y
Колена низкие	100	—		КН-100
Отводы 110° и 120°	50, 100	—		О 110°- D_y или О 120°- D_y
Отводы 135°	50, 100, 150	—		О 135°- D_y
Отводы 150°	50, 100, 100Д, 150	—		О 150°- D_y
Отводы-тройники приборные	100	50		ОТПр-100×50 или ЛОТПр-100×50
Отступы	50, 100, 150	—		ОТС- D_y
Тройники прямые	50, 100, 100, 100, 100, 150, 150, 150	50, 50, 100, 100К, 100Д, 50, 100, 150		ТП- $D_y \times d_y$

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
Тройники прямые компенсационные	100, 150	50, 50		ТПК- $D_y \times d_y$
Тройники прямые низкие	100	100		ТН-100×100
Тройники прямые переходные	100/50	100		ТПР-100/50×100
Тройники прямые переходные низкие	100/50	100		ТПРН-100/50×100
Тройники косые 45° и 60°	50, 100, 100, 150, 150, 150	50, 50, 100, 50, 100, 150		ТК45°- $D_y \times d_y$ и ТК60°- $D_y \times d_y$
Крестовины прямые	50, 100, 100, 150, 150	50, 50, 100, 50, 100		КП- $D_y \times d_y$
Крестовины прямые со смещенной осью отвода	100	50/100		КПС- $D_y \times d_y$
Крестовины косые 45° и 60°	50, 100, 100, 150, 150	50, 50, 100, 50, 100		КК45°- $D_y \times d_y$ и КК60°- $D_y \times d_y$
Крестовины двухплоскостные	50, 150	100, 50, 100, 50		КД- $D_y \times d_y \times d_y$ ЛКД- $D_y \times d_y \times d_y$
Муфты	50, 100, 150	—		Мф- D_y
Муфты подвижные	50, 100, 150	—		МфН- D_y

Окончание таблицы 4.2

1	2	3	4	5
Ревизии	50, 100, 150	— — —		P-D _y
Заглушки	50, 100, 50	— — —		3-D _y
Отводы-тройники переходные	100	50		ОТП-100×50
Прочистки	100, 150	—		Пр-D _y

В заказе в условном обозначении фасонных частей к трубам указываются их вид, основные размеры и номер стандарта.

Пример 1. Патрубок (П) компенсационный (К), диаметром 100 мм:

ПК-100 ГОСТ 6942-98.

Пример 2. Отводы-тройники (ОТ) приборные (Пр) диаметрами 100 и 50 мм в правом и левом (Л) исполнении соответственно:

ОТПр-100×50 ГОСТ 6942-98; ЛОТПр-100×50 ГОСТ 6942-98.

Пример 3. Тройник (Т) прямой (П) длинный (Д) диаметрами 100 и 100 мм:

ТП-100×100Д ГОСТ 6942-98.

Пример 4. Тройник косой под углом 45° диаметрами 100 и 50 мм:

ТК45°-100×50 ГОСТ 6942-98.

Продукция литейного производства из цветных металлов

Прутки и трубы бронзовые и латунные литые (ГОСТ 24301-93) изготавливают методом горизонтального центробежного литья наружным диаметром 40...200 мм с толщиной стенки 8...40 мм из

латуни марки ЛЦ40С и бронзы марок БрОЗЦ7С5Н1, БрОЗЦ12С5, БрО5Ц5С57. Прутки и трубы поставляются длиной кратной 400 мм, но не более 2 000 мм.

По точности изготовления и механическим свойствам прутки и трубы выпускаются первой (1) и второй (2) групп.

В заказе на прутки и трубы бронзовые и латунные литые указываются марка сплава, диаметр, толщина стенки (для труб), длина, группа по точности изготовления и механическим свойствам и номер стандарта.

Пример 1. Пруток из бронзы марки БрО5Ц5С5, диаметром 40 мм, длиной 800 мм, второй группы (2):

Пруток БрО5Ц5С5 40×800-2, ГОСТ 24301-93.

Пример 2. Труба из латуни марки ЛЦ40С, наружным диаметром 60 мм, толщиной стенки 16 мм, длиной 400 мм, первой группы (1):

Труба ЛЦ40С 60×16×400-1 ГОСТ 24301-93.

4.3. Сортамент металлоизделий промышленного назначения

К металлоизделиям промышленного назначения относятся канаты, машиностроительные крепежные изделия, сетки и др.

Стальные канаты являются сложным и ответственным видом проволочных изделий. Канаты имеют большое число типов и конструкций и различаются по форме поперечного сечения, как самого стального каната, так и его элементов, а также по физико-механическим характеристикам проволок и сердечников. Классификация стальных канатов, изготавливаемых в соответствии с требованиями ГОСТ 3241-91, представлена в таблице 4.3.

Обозначение *конструкций* канатов — цифровое. Первая цифра обозначает количество прядей, вторая — количество проволок в прядях. Цифры в скобках: первая — количество центральных проволок; вторая — количество проволок в первом слое; третья — количество проволок во втором слое и т.д. Например, 6×19 (1+6+6); 1×7 (1+6) и т. д.

Таблица 4.3

Классификация стальных канатов

Признак классификации	Классификационная группировка
1	2
По конструкции	– канаты одинарной свивки, состоящие из проволок, свитых по спирали в один или несколько концентрических слоев; – канаты двойной свивки, состоящие из прядей, свитых в один или несколько концентрических слоев; – канаты тройной свивки, состоящие из канатов двойной свивки (стренг), свитых в концентрический слой
По форме поперечного сечения каната	– круглые; – плоские
По форме поперечного сечения прядей	– круглопрядные; – фасоннопрядные
По типу свивки прядей и канатов одинарной свивки	– свивка с точечным касанием проволок между слоями (ТК); – свивка с линейным касанием проволок между слоями (ЛК); – свивка с линейным касанием проволок между слоями при одинаковом диаметре проволок по слоям пряди (ЛК-О); – свивка с линейным касанием проволок между слоями при разных диаметрах проволок в наружном слое пряди (ЛК-Р); – свивка с линейным касанием проволок между слоями и проволоками заполнения (ЛК-З); – свивка с линейным касанием проволок между слоями и имеющих в пряди слои с проволоками разных диаметров и слои с проволоками одинакового диаметра (ЛК-РО); – свивка с комбинированным точечно-линейным касанием проволок (ТЛК)

Окончание таблицы 4.3

1	2
По материалу сердечника	– канаты с органическим сердечником из натуральных или химических волокон (ОС); – канаты с металлическим сердечником (МС)
По способу свивки	– нераскручивающиеся (Н); – раскручивающиеся
По степени уравновешенности	– рихтованные (Р); – нерихтованные
По направлению свивки каната	– правая свивка; – левая (Л) свивка. (направление свивки каната определяется: для канатов одинарной свивки — направлением свивки проволок наружного слоя, для канатов двойной свивки — направлением свивки прядей наружного слоя, для канатов тройной свивки — направлением свивки стренг в канат)
По сочетанию направлений свивки каната и его элементов в канатах двойной и тройной свивки	– крестовая свивка — направление свивки каната и направление свивки стренг и прядей противоположны; – односторонняя (О) свивка — направление свивки пряди и направление свивки проволоки в пряди одинаковы
По степени крутимости	– крутящиеся — с одинаковым направлением свивки проволок в канатах одинарной свивки, прядей или стренг; – малокрутящиеся (МК) — многослойные многопрядные и одинарной свивки с противоположным направлением свивки элементов по слоям
По механическим свойствам	Марки ВК, В, 1
По виду покрытия проволок в канате	– без покрытия; – цинковое покрытие (в зависимости от поверхностной плотности цинка групп С, Ж и ОЖ); – полимерное покрытие (П)
По назначению	– грузозолдские (ГЛ) марок ВК и В; – грузовые (Г)
По точности изготовления	– повышенной (Т) точности; – нормальной точности

Конструкция, основные характеристики и диаметры канатов указываются в соответствующих стандартах на сортамент.

При заказе на канат указываются диаметр, назначение, марка, вид покрытия, направление свивки, сочетание направлений свивки, способ свивки, степень уравновешенности, степень крутимости, точность изготовления, маркировочная группа и обозначение соответствующего стандарта.

Пример 1. Стальной канат (ГОСТ 2688-80) диаметром 12,0 мм, грузоподъемного назначения (ГЛ), из проволоки без покрытия, марки В, левой (Л) односторонней (О) свивки, нераскручивающийся (Н), нерихтованный, повышенной точности (Т), маркировочной группы 1 770 Н/мм²:

Канат 12 -ГЛ-В-Л-О-Н-Т-1770 ГОСТ 2688-80.

Пример 2. Плоский канат (ГОСТ 3092-80) шириной 170 мм, грузового назначения (Г), марки 1, оцинкованный по группе Ж, нераскручивающийся (Н), нерихтованный, повышенной точности (Т), маркировочной группы 1 370 Н/мм²:

Канат 170-Г-1-Ж-Н-Т-1370 ГОСТ 3092-80.

Машиностроительные крепежные изделия — изделия, предназначенные для создания разъемных или неразъемных соединений сопряженных деталей, узлов и конструкций.

К ним относятся болты, заклепки, гайки, шпильки, винты, шайбы, шплинты, шпонки, штифты, шурупы, гвозди и др.

Болты — это цилиндрические изделия с резьбой для навинчивания гайки. Они отличаются точностью изготовления, общей длиной и длиной нарезной части, диаметром и ходом резьбы, размером под ключ и формой головки (ГОСТ 7798-70, ГОСТ 7796-70, ГОСТ 7786-81, ГОСТ 7795-70, ГОСТ 7801-81, ГОСТ 7802-81, ГОСТ 7805-70, ГОСТ 7808-70 и др.).

Заклепки — крепежные изделия цилиндрической формы, предназначенные для неразъемного соединения деталей посредством клепки как в горячем, так и холодном состояниях. Они выпускаются с круглой, полукруглой, плоской и потайной головкой (ГОСТ 10299-80, ГОСТ 10300-80, ГОСТ 10303-80 и др.).

Гайки — крепежные изделия для резьбового соединения, имеющие отверстия с резьбой. В зависимости от формы они подразделяются на шести- и четырехгранные, круглые и колпачковые, утолщенные и специальных конструкций (ГОСТ 5915-70, ГОСТ 10607-94 и др.). Основными характеристиками гаек являются размеры и ход резьбы, размер под ключ и толщина.

Шпильки имеют форму цилиндра с резьбой на обоих концах (ГОСТ 9066-75, ГОСТ 22042-76 и др.). Они отличаются общей длиной и длиной нарезных частей, а также диаметром и ходом резьбы.

Винты — цилиндрические изделия с нарезанной по всей длине резьбой и головкой под ключ или отвертку (ГОСТ 1491-80, ГОСТ 17475-80 и др.).

Шайбы представляют собой крепежные изделия кольцевидной формы, применяемые для предохранения поверхности соединяемых деталей от повреждения головками болтов или гайками, а также для предотвращения их самоотвинчивания. Шайбы выпускаются разрезные и неразрезные разных толщины и внутреннего диаметра (ГОСТ 6958-78, ГОСТ 13463-77 и др.).

Шплинты — это отрезки полукруглой проволоки (плющенко), используемые для предотвращения самоотвинчивания гаек и соединения слабонагруженных деталей (ГОСТ 397-79).

Шпонки — крепежные детали прямоугольной формы (ГОСТ 14739-69, ГОСТ 14737-69 и др.). Предназначены для предотвращения взаимного перемещения соединяемых частей.

Штифты — конические или цилиндрические стержни (ГОСТ 3128-70, ГОСТ 3129-70). Они используются для неподвижного закрепления соединяемых деталей.

Шурупы — стержни конической формы с резьбой и головкой под отвертку (ГОСТ 1144-80, ГОСТ 1145-80, ГОСТ 1146-80 и др.). Применяются для неразъемного соединения деталей.

Гвозди — это крепежные изделия из проволоки. В зависимости от назначения, длины, толщины и диаметра головки они выпускаются строительные, толевые, отделочные, обойные, тарные, шиферные, обувные и др. (ГОСТ 4028-63, ГОСТ 4032-63, ГОСТ 4033-63 и др.).

Сетки — это изделия, получаемые переплетением проволоки.

По назначению выпускаются сетки общего назначения (для изготовления перегородок, клеток, разделения сыпучих тел) и специальные (для армирования бетона, стекла, фильтрующие).

В соответствии с ГОСТ 2715-75 металлические проволочные сетки классифицируют по следующим признакам: способу изготовления (рис. 3), форме ячеек (квадратные, прямоугольные, ромбические, шестигранные, трапециевидные и нулевые), размерам ячеек (от 0,0025 мм² до 625 мм²), в зависимости от материала проволоки (углеродистая, легированная сталь), в зависимости от формы поперечного сечения проволоки, используемой при изготовлении (круглая, квадратная, трапециевидная, Т-образная, плоская и проволока периодического профиля), по состоянию металла (изготовленные из нагартованной или отожженной проволоки), по виду поверхности проволоки (сетки из светлой, темной, травленой, оцинкованной, луженой стальной проволоки или из проволоки, покрытой пластиком), по виду поверхности полотна (непокрытые и покрытые в полотно: оцинкованные, луженые, окрашенные, покрытые пластиком).

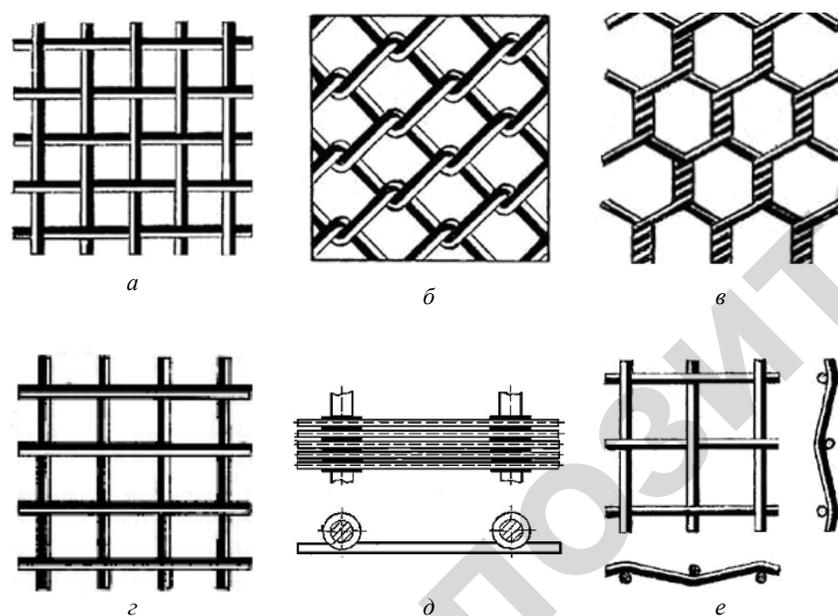


Рис. 3. Виды сеток, полученных различными способами:
 а — тканая, б — плетеная, в — крученая, г — сварная,
 д — щелевая, е — сборная

4.4. Припой

Припой — металл или сплав, предназначенный для соединения деталей пайкой или лужения. Температура плавления припоев должна быть ниже температуры плавления материалов паяемых деталей, а в расплавленном состоянии припой должен хорошо смачивать поверхности металлов. Температурные коэффициенты линейного расширения металла и припоя должны быть близки по величине.

К наиболее распространенным основным компонентам припоя относятся олово, цинк, медь, свинец, титан, серебро. Припой, состоящий из смеси расплавляемых металлических частиц и наполнителя, не расплавляющегося при пайке, называется *металлокерамическим*. Припой, легированный флюсующими элементами, называется *самофлюсующим*.

Припои разделяют на мягкие (низкотемпературные) с температурой плавления $t_{пл} < 400$ °С и твердые (высокотемпературные) с $t_{пл} > 400$ °С.

Основными материалами *мягких (низкотемпературных) припоев* являются сплавы олова и свинца (ГОСТ 21930-76). Дополнительное легирование мягких (низкотемпературных) припоев с целью повышения температуры плавления выполняется сурьмой (до 6 %) или кадмием. В зависимости от химического состава *оловянно-свинцовые* припои делятся на бессурьмянистые (ПОС10, ПОС93, ПОСК50-18 и др.), малосурьмянистые (ПОССу61-0,5, ПОССу25-0,5 и др.) и сурьмянистые (ПОСу95-5, ПОССу10-2, ПОССу4-4 и др.).

Маркировка мягких (низкотемпературных) припоев состоит из букв и цифр. Буквы обозначают: П — припой, ОС — оловянно-свинцовый, Су и К — легирующие элементы (сурьма и кадмий соответственно). Цифры, следующие после букв через дефис, обозначают соответственно содержание олова и сурьмы или кадмия. Буква М в марке припоя ПОС61М обозначает легирующий элемент Cu (1,2...2 %). Содержание свинца в марке не указывается и определяется по разнице.

Пример. ПОССу 18-2 — припой (П), оловянно-свинцовый (ОС), с содержанием 18 % Sn, 2 % Sb, остальное (80 %) — Pb.

Области применения оловянно-свинцовых припоев представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Области применения оловянно-свинцовых припоев

Марки припоев	Области применения
1	2
<i>Бессурьмянистые</i>	
ПОС90	Лужение и пайка внутренних швов пищевой посуды и медицинской аппаратуры
ПОС63	Групповая пайка печатного монтажа, пайка на автоматизированных линиях волной припоя и окунаем с протягиванием
ПОС61	Лужение и пайка электро- и радиоаппаратуры, печатных схем, точных приборов с высокогерметичными швами, где недопустим перегрев
ПОС40	Лужение и пайка электроаппаратуры, деталей из оцинкованного железа с герметичными швами
ПОС10	Лужение и пайка контактных поверхностей электрических аппаратов, приборов, реле, заливка и лужение контрольных пробок топок паровозов
ПОС61М	Лужение и пайка электропаяльниками тонких (толщиной менее 0,2 мм) медных проволок, фольги, печатных проводников в кабельной, электро- и радиоэлектронной промышленности
ПОСК50-18	Пайка деталей, чувствительных к перегреву, керамики, ступенчатая пайка конденсаторов
ПОСК-2-18	Лужение и пайка металлизированных и керамических деталей
<i>Малосурьмянистые</i>	
ПОССу61-0,5	Лужение и пайка электроаппаратуры, пайка элементов печатных плат, обмоток электрических машин, оцинкованных радиодеталей при жестких требованиях к температуре
ПОССу50-0,5	Лужение и пайка авиационных радиаторов, пайка пищевой посуды с последующим лужением пищевым оловом
ПОССу40-0,5	Лужение и пайка жести, обмоток электрических машин, пайка монтажных элементов, моточных и кабельных изделий, радиаторных трубок, оцинкованных деталей холодильных агрегатов

Окончание таблицы 4.4

1	2
ПОССу35-0,5	Лужение и пайка свинцовых кабельных оболочек электротехнических изделий неотчетственного назначения, тонколистовой упаковки
ПОССу30-0,5	Лужение и пайка листового цинка и радиаторов
ПОССу25-0,5	Лужение и пайка радиаторов
ПОССу18-0,5	Лужение и пайка трубок теплообменников, электроламп
<i>Сурьмянистые</i>	
ПОСу95-5	Пайка в электропромышленности, пайка трубопроводов, работающих при повышенных температурах
ПОССу40-2	Припой широкого назначения для лужения и пайки холодильных устройств, тонколистовой упаковки
ПОССу30-2	Лужение и пайка в холодильном аппаратостроении, электроламповом производстве, автомобилестроении
ПОССу18-2, ПОССу15-2, ПОССу10-2	Пайка в автомобилестроении
ПОССу8-3	Лужение и пайка в электроламповом производстве
ПОССу5-1	Лужение и пайка деталей, работающих при повышенных температурах, лужение трубчатых радиаторов
ПОССу4-6	Пайка белой жести, лужение и пайка деталей с закатанными и клепаными швами из латуни и меди, шпатлевка кузовов автомобилей
ПОССу4-4	Лужение и пайка в автомобилестроении

Твердые (высокотемпературные) припои обеспечивают более прочные соединения, чем мягкие (низкотемпературные) припои, т. к. вследствие высокой температуры нагрева легче происходит взаимная диффузия элементов основного металла и припоя. Переходное электросопротивление таких припоев ниже, чем низкотемпературных припоев.

Твердые (высокотемпературные) припои выполняют на медной или серебряной основах. Серебряные припои применяют для пайки черных и цветных металлов, кроме сплавов алюминия и магния,

а припой на медной основе — для пайки медных сплавов, углеродистых и легированных сталей, никеля и его сплавов.

Маркировка серебряных припоев (ГОСТ 19738-74) состоит из букв, обозначающих: П — припой, Ср — серебро, букв, обозначающих легирующие элементы (табл. 3.1), и цифр, следующих после букв через дефис, обозначающих соответственно содержание серебра и легирующих элементов в %.

Пример. ПСрКдМ50-34-16 — припой (П), с содержанием 50 % Ag, 34 % Cd и 16 % Cu.

Области применения серебряных припоев представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5

Области применения серебряных припоев	
Марки припоев	Области применения
1	2
ПСр72, ПСр71, ПСр62, ПСр50Кд, ПСр50, ПСр45, ПСр37,5, ПСр25, ПСр15, ПСр10, ПСр2,5, ПСр72	Лужение и пайка меди, медных и медно-никелевых сплавов, никеля, кобальта, нейзильбера, латуней и бронз
ПСр72	Пайка железоникелевого сплава с посеребрёнными деталями из стали
ПСр72, ПСр62, ПСр40, ПСр25, ПСр12М	Пайка стали с медью, никелем, медными и медно-никелевыми сплавами
ПСр72, ПСр62	Пайка меди с никелированным вольфрамом
ПСрМО68-27-5, ПСр70, ПСр50	Пайка титана и титановых сплавов с нержавеющей сталью
ПСр37,5	Пайка меди и медных сплавов с жаропрочными сплавами и нержавеющей сталью
ПСр40	Пайка меди и латуни с кобальтом, никелем, с нержавеющей сталью и жаропрочными сплавами, пайка свинцово-оловянных бронз
ПСрО10-90, ПСрОСу8, ПСрМО5, ПСрОС3,5-95, ПСрОЗ-97, ПСрОС3-58, ПСрОС2-58, ПСр1,5, ПСр2	Пайка и лужение меди, никеля, медных и медно-никелевых сплавов с посеребрённой керамикой, пайка посеребрённых деталей

Окончание таблицы 4.5

1	2
ПСр3, ПСр2, ПСр1,5	Пайка меди и никеля со стеклоэмалью и керамикой
ПСр72, ПСр70, ПСр65, ПСр45, ПСр25, ПСр15, ПСр2	Пайка и лужение ювелирных изделий
ПСр71, ПСр25Ф, ПСр15	Самофлюсующиеся припои для пайки меди с бронзой, меди с медью, бронзы с бронзой
ПСр3Кд	Пайка меди, медных сплавов и сталей по свеженанесенному медному гальваническому покрытию не менее 10 мкм
ПСрМО68-27-5, ПСрКдМ50-34-16, ПСрМЦКд45-15-16-24, ПСр3, ПСр2,5	Пайка и лужение цветных металлов и сталей
ПСр1	Пайка и лужение серебряных деталей

Маркировка *медно-цинковых припоев* (ГОСТ 23137-78) состоит из букв: П — припой, МЦ — медно-цинковый, и цифр, показывающих процентное содержание меди, остальное — цинк.

Пример. ПМЦ 36 — припой (П) медно-цинковый (МЦ) с содержанием 36 % Cu, остальное (64 %) — Zn. Области применения медно-цинковых припоев представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6

Области применения медно-цинковых припоев	
Марки сплавов	Области применения
ПМЦ 36	Пайка латуни, содержащей до 68 % меди
ПМЦ 48	Пайка медных сплавов, содержащих меди свыше 68 %
ПМЦ 54	Пайка меди, томпака, бронзы и стали

Для высокотемпературной пайки меди и медных сплавов наиболее пригоден медно-фосфористый припой ПФОЦ7-3-2, обладающий хорошими коррозионными и прочностными свойствами. Для пайки алюминиевых сплавов применяют бессеребряный припой ВПр19. Соединения, выполненные этим припоем, после анодирования имеют окраску, одинаковую с основным материалом, что особенно важно для получения хорошего товарного вида изделий.

Бессеребряные припои по сравнению с серебросодержащими обеспечивают значительно более высокую коррозионную стойкость паяных соединений (при той же прочности), следовательно, и их надежность.

5. ПРИЕМКА, МАРКИРОВКА, УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ

Приемка, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение металлопродукции производятся по ГОСТ 7566-94.

5.1. Приемка металлопродукции

Приемку металлопродукции осуществляют партиями. При этом объем партии и перечень необходимых испытаний устанавливаются в соответствии с нормативной документацией (НД) на конкретные виды металлопродукции. Проверку качества и приемку партии металлопродукции осуществляет предприятие-изготовитель. Приемку партии, для которой предусмотрен контроль качества поверхности и размеров каждого изделия, входящего в партию, допускается проводить по результатам технологического и инструментального контроля в процессе производства изделия. В случае разногласий между потребителем и изготовителем приемку проводят в соответствии с требованиями стандартов на конкретные виды металлопродукции.

При контрольной проверке качества поверхности рулонного (бухтового) проката или листового проката, изготовленного на непрерывных прокатных станах и порезанного на листы, а также изготовленных из них гнутых профилей, партию считают соответствующей требованиям стандарта, если масса участков, не соответствующих требованиям стандарта к качеству поверхности, не превышает 2 % от массы партии. Однако по соглашению изготовителя с потребителем эта масса может не превышать 5 % массы партии.

В случае обнаружения потребителем дефектных участков и предъявления их изготовителю последний должен поставить потребителю такое же количество качественного проката взамен бракованного.

При проверке качества и получении неудовлетворительных результатов по какому-либо из показателей, по нему проводят дополнительные повторные испытания.

Повторные испытания проводят следующим образом:

5.2. Маркировка металлопродукции

– для металлопродукции, подвергаемой выборочному контролю (бюмы, слябы, прутки, мотки, листы, полосы или рулоны), — на удвоенном количестве заготовок;

– для металлопродукции, подвергаемой сплошному (поштучному) контролю, — на удвоенном количестве образцов, отобранных из заготовок, не выдержавших испытания.

При выборочном контроле результаты повторных испытаний распространяют на всю партию, а при сплошном — на заготовки, бюмы, слябы, прутки, листы, полосы, мотки и рулоны, не выдержавшие испытания.

При получении неудовлетворительных результатов при проведении повторных испытаний при выборочном контроле изготовитель может проводить сплошной контроль по показателям, по которым эти испытания были не выдержаны.

Каждая партия металлопродукции сопровождается документом, в котором отражается:

– наименование и (или) товарный знак предприятия-изготовителя;

– наименование потребителя;

– номер заказа;

– дата оформления документа о качестве;

– марку металла или сплава;

– номер плавки, а если плавка делится на партии — номер партии;

– наименование металлопродукции, размеры, количество мест, их общая масса и, в случае поставки по сдаточной (теоретической) массе ставится знак «ТМ» и приводится значение коэффициента, сведения о группах и категориях проката по свойствам, качеству поверхности, назначению и другие сведения, предусмотренные НД на прокат;

– номер НД;

– химический состав металла или сплава по ковшевой пробе или в готовом прокате;

– результаты всех испытаний, в том числе по требованию потребителя приводятся факультативные показатели. Допускается вместо результатов всех испытаний указывать: «Металлопродукция соответствует НД или сертификату»;

– по требованию потребителя сведения о режиме термической обработки;

– штамп отдела технического контроля.

На металлопродукцию, которая не подлежит упаковке, маркировка наносится непосредственно на поверхность изделия. Если металлопродукция упаковывается в пачки, мотки, рулоны, связки мотков или стопы рулонов, то маркировка наносится на ярлыки, которые навешиваются на изделия.

На металлопродукцию, которая не подлежит упаковке, маркировка наносится следующим образом: ударным способом — клеймением (ручным или машинным), электрографированием, наклеиванием ярлыков из водостойкой пленки или нанесением краски. В стандартах на конкретные виды металлопродукции может быть установлен способ нанесения дополнительной цветной маркировки. Маркировку наносят на расстоянии не более 200 мм от торца каждого прутка, заготовки (всех видов), полосы, листа или кромки листа, либо на торце прутка, заготовки, листа или на наружном витке рулона. При механизированной маркировке допускается ее нанесение на расстоянии не более 500 мм от торца металлопродукции.

На металлопродукцию, увязанную в пачки, навешивают два ярлыка, а поставляемую в мотках и рулонах — один. Если металлопродукция увязывается в связки или в стопы рулонов, то на нее навешиваются два ярлыка: один — на один из мотков или рулонов, второй — на обвязку мотков или стопы рулонов.

Ярлыки прочно крепят к обвязкам со стороны, удобной для просмотра, или помещают в специальный карман. В случае навешивания двух ярлыков последние крепятся к обвязкам пачки или мотка. Материал и крепление ярлыков должны обеспечивать их сохранность при транспортировании и разгрузке. По соглашению изготовителя с потребителем на пачку может навешиваться один ярлык.

При упаковке листов и широкополосного проката в пачки маркировка наносится на верхний лист и полосу каждой пачки или на ярлык, который прочно прикрепляется к обвязкам пачки.

При механизированном клеймении толстых листов и полос маркировку можно наносить на боковую кромку верхнего листа и полосы каждой пачки.

На листах, а по требованию потребителя — и на других видах проката, маркировка, нанесенная клеймением, должна быть обведена краской, цветным лаком или битумом.

Маркировка металлопродукции, не подлежащей упаковке, а также металлопродукции, увязанной в пачки с маркировкой каждого изделия, должна содержать:

- наименование или (и) товарный знак предприятия-изготовителя;
- марку металла (сплава) или и ее условное обозначение с расшифровкой в документе о качестве;
- номер плавки или ее условное обозначение с расшифровкой в документе о качестве;
- номер партии, если плавка делится на партии;
- размер (диаметр, сторона квадрата, толщина, длина, ширина, номер профиля).

Маркировка, наносимая на ярлык, верхний лист пачки, наружный конец рулона, должна содержать:

- наименование или (и) товарный знак предприятия-изготовителя;
- марку металла (сплава) или ее условное обозначение с расшифровкой в документе о качестве;
- номер плавки или ее условное обозначение с расшифровкой в документе о качестве;
- номер партии, если плавка делится на партии;
- размер (диаметр, сторона квадрата, толщина, длина, ширина, номер профиля);
- массу нетто (фактическую) пачки, мотка, рулона или связки мотков и стопы рулонов;
- знак «ТМ» (указывается при поставке металлопродукции по теоретической массе).

Маркировку на ярлыке располагают вертикально или горизонтально. Последовательность нанесения дополнительных реквизитов маркировки должна быть указана в НД на конкретную металлопродукцию.

Транспортная маркировка производится по ГОСТ 14192-96.

Для маркировки применяют металлические, пластмассовые, деревянные ярлыки или ярлыки из водостойкой пленки с отношениями сторон от 1:1 до 1:2 и площадью не менее 24 см. По соглашению изготовителя с потребителем допускается применять ярлыки с другим отношением сторон.

Маркировка должна быть четкой, прочной и несмываемой. Цифры и буквы маркировки должны быть высотой 5...20 мм и шириной 3...12 мм. На ярлыках, прутках размером сечения менее 60 мм, лентах шириной менее 50 мм размеры цифр и букв маркировки должны быть высотой 4 мм и шириной 2 мм. При маркировке краской допускается высоту цифр и букв увеличивать до 100 мм и ширину — до 70 мм. Глубину маркировки (клеймения) металлопродукции устанавливают по соглашению изготовителя и потребителя.

По соглашению изготовителя с потребителем производится дополнительная цветная маркировка краской. Цветную маркировку краской наносят на торце или конце пачки металлопродукции в соответствии с требованиями стандартов на конкретные марки стали.

5.3. Упаковка металлопродукции

Сортовой, фасонный, калиброванный, холоднотянутый прокат, проволока и круглый прокат со специальной отделкой поверхности с размерами поперечного сечения (толщина, диаметр, сторона квадрата, наибольший размер для фасонных профилей) до 50 мм включительно увязывают в пачки, мотки или связки мотков, а свыше 50 мм и заготовки всех видов увязывают в пачки по требованию потребителя. Гнутые профили увязывают в пачки.

Поперечное сечение пачек сортового, фасонного, калиброванного проката, проволоки и круглого проката со специальной отделкой поверхности, гнутых профилей в зависимости от размеров и формы поперечного сечения должно приближаться к кругу, прямоугольнику или шестиугольнику. По соглашению изготовителя с потребителем допускается иное поперечное сечение пачек.

При упаковке металлопродукции мерной длины торцы пачки должны быть выровнены с одной стороны, а длины выступающих концов с другой стороны не должны превышать предельных отклонений по длине в соответствии с НД на конкретные виды проката. По соглашению изготовителя с потребителем допускается упаковка в пачке без выравнивания торцов.

Листы толщиной до 3,9 мм включительно увязывают в пачки, а более 3,9 мм увязывают в пачки только по требованию потребителя.

Каждая пачка или связка должна состоять из проката одной партии.

Масса пачки, рулона, а также масса неупакованного проката не должна превышать:

- при ручной погрузке и разгрузке — 80 кг;
- при механизированной погрузке и разгрузке в соответствии с заказом — 5, 10, 15, 20, 25, 20 и 35 т.

По соглашению потребителя с изготовителем устанавливают другую массу пачки, рулона, связки или неупакованного проката.

Ручную разгрузку оговаривают в заказе.

Прутки в пачке должны быть плотно уложены и прочно обвязаны в поперечном направлении через каждые 2...3 м, а по требованию потребителей — через 1...1,5 м.

Прутки длиной до 6 м в пачке должны быть обвязаны не менее чем в двух местах.

Мотки должны быть обвязаны двумя диаметрально расположенными обвязками, а связки мотков прочно скреплены двумя-тремя обвязками.

Листы и полосы в пачке должны быть прочно обвязаны в продольном и поперечном направлениях. В местах огибания обвязками обрезных кромок листов и полос укладывают прокладки. При упаковке листов и полос в пачки пакетовязальными машинами, а также в пачки, упакованные в короба, прокладки можно не укладывать.

Количество поперечных обвязок в зависимости от длины листов и полос, а продольных — от ширины должно соответствовать указанному в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Количество обвязок листового и полосового проката

Длина или ширина листа или полосы, мм	Минимальное количество обвязок, шт.			
	горячекатаного листа или полосы		горячекатаного травленого и холоднокатаного листа или полосы	
	продольных	поперечных	продольных	поперечных
До 800	1	1	1	1
800...2 000	2	2	2	2
2000...4 000		3	3	4
4000...6 000		4		6
Более 6 000	3	5	4	8

Пачки полос шириной менее 0,55 м, а широкополосный прокат — менее 1,0 м или длиной более 8 м можно не обвязывать в продольном направлении. При этом не допускается смещение полос в пачке при транспортировании.

При механизированной упаковке допускается обвязка пачек горячекатаных листов только поперечными обвязками в количестве, равном сумме продольных и поперечных обвязок в соответствии с таблицей 5.1.

Расстояние обвязки от конца пачки листов и полос должно быть до 0,5 м, а сортового и фасонного проката — 0,2...1,0 м.

К пачкам листов толщиной менее 2 мм и длиной более 2 м снизу крепятся специальные деревянные (металлические) брусья или поддоны. Для листов других размеров брусья или поддоны прикрепляют к пачке только по требованию потребителя.

Рулоны должны быть плотно смотаны и обвязаны одной-двумя круговыми или двумя-шестью радиальными обвязками, а стопа рулонов — двумя-тремя радиальными обвязками. Рулоны в стопу укладывают с прокладками. Рулоны резаной ленты, смотанные на одну моталку, допускается увязывать без прокладок между рулонами.

Для обвязки применяют металлическую ленту толщиной 0,5...2,0 мм и шириной до 30 мм по ГОСТ 6009-74 или другой НД, катанку или проволоку диаметром до 8 мм — по ГОСТ 3282-74 или другой НД. Концы ленты при обвязке соединяют с помощью замков или двойного точечного сварного шва. Укрутка концов катанки или проволоки должна быть прочной, не менее чем в два-три оборота.

Обвязку с помощью вязальных машин проводят в один оборот, увязку концов катанки или проволоки соединяют с помощью контактной сварки или укруткой в один-два оборота. Средства скрепления должны соответствовать требованиям ГОСТ 21650-76.

Использование обвязок для застропки груза при перегрузочных работах не допускается.

5.4. Транспортирование и хранение металлопродукции

Подготовка металлопродукции к транспортированию должна соответствовать требованиям ГОСТ 26653-90.

Металлопродукцию транспортируют всеми видами транспорта в соответствии с правилами перевозки, действующими на данном виде транспорта, и техническими условиями погрузки и крепления грузов.

Металлопродукцию транспортируют в вагонах открытого и закрытого типов.

Дополнительные требования к транспортированию и хранению устанавливаются в НД на конкретные виды металлопродукции.

При транспортировании металлопродукции воздушным транспортом необходимо учитывать требования по допустимой удельной нагрузке на пол грузовой кабины воздушного судна.

Прокат хранят в закрытых и открытых складах.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

по разделу «ТОВАРОВЕДЕНИЕ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ» дисциплины «ТОВАРОВЕДЕНИЕ»

- 1. Содержание углерода в чугуна составляет:**
 - более 2,14 %;
 - менее 2,14 %;
 - более 2,4 %.
- 2. Вредными примесями в чугуна являются:**
 - сера и фосфор;
 - кремний и марганец;
 - фосфор и кремний.
- 3. В качестве передельного чугуна используется:**
 - серый чугун;
 - белый чугун;
 - ковкий чугун.
- 4. В чугуна марки ПФЗ содержится повышенное содержание:**
 - ванадия;
 - фосфора;
 - фтора.
- 5. Чугун марки ПВК2 является:**
 - передельным высокопрочным чугуном;
 - передельным чугуном с содержанием 1 % вольфрама и 2 % кобальта;
 - передельным высококачественным чугуном.
- 6. Цифра в марке чугуна ПВК2 обозначает:**
 - содержание углерода;
 - содержание кобальта;
 - порядковый номер.
- 7. Маркой литейного чушкового чугуна является:**
 - ЛР2;
 - ПЛ2;
 - ЧС13.
- 8. Для переплавки в чугунолитейных цехах при производстве отливок используется:**
 - серый чугун;
 - литейный чугун;
 - передельный чугун.

9. **Литейный чугун ЛР5 рафинирован:**
- фосфором;
 - магнием;
 - марганцем.
10. **Передельным чугуном для литейного производства является чугун марки:**
- ПЛ1;
 - П1;
 - Л1.
11. **Основным показателем качества передельного чугуна является:**
- механические свойства;
 - химический состав;
 - структура.
12. **Основным классификационным признаком чугуна как товарной продукции является:**
- качество;
 - назначение;
 - содержание углерода.
13. **С увеличением порядкового номера марки передельного чугуна содержание кремния:**
- увеличивается;
 - уменьшается;
 - не изменяется.
14. **Основным показателем качества литейного чушкового чугуна является:**
- механические свойства;
 - структура;
 - химический состав.
15. **Максимальное содержание кремния в чугуне марки:**
- Л1;
 - Л6;
 - ЛР6.
16. **Для изготовления тормозных барабанов может быть использован серый чугун марки:**
- СЧ15;
 - СЧ45;
 - СЧ20.

17. **Для изготовления малоответственных деталей, испытывающих низкие динамические нагрузки, используется серый чугун марки:**
- СЧ25;
 - СЧ15;
 - СЧ40.
18. **Углерод в белом чугуне находится в виде:**
- карбида железа — цементита;
 - графита;
 - аустенита.
19. **Углерод в сером чугуне находится в виде:**
- карбида железа — цементита;
 - графита;
 - аустенита.
20. **Микроструктура литейных чугунов может быть:**
- феррито-перлитная;
 - ледебуритно-цементитная;
 - ледебуритная.
21. **Форма графитных включений в сером чугуне:**
- пластинчатая;
 - шаровидная;
 - хлопьевидная.
22. **Форма графитных включений в ковком чугуне:**
- шаровидная;
 - хлопьевидная;
 - вермикулярная.
23. **Форма графитных включений в высокопрочном чугуне:**
- шаровидная;
 - вермикулярная;
 - пластинчатая.
24. **Форма графитных включений в чугуне ЧВГ:**
- шаровидная;
 - вермикулярная;
 - пластинчатая.
25. **Цифры в марке чугуна СЧ45 обозначают:**
- предел прочности (450 МПа) ;
 - относительное удлинение (45 %);
 - содержание углерода (4,5 %).

26. Несуществующей маркой серого чугуна является:
- СЧ21;
 - СЧ100;
 - СЧ45.
27. Цифры в марке чугуна ВЧ42 обозначают:
- содержание углерода (4,2 %);
 - относительное удлинение (42 %);
 - предел прочности (420 МПа) .
28. Несуществующей маркой высокопрочного чугуна является:
- ВЧ10;
 - ВЧ42;
 - ВЧ120.
29. Вермикулярная форма включений графита в чугуне ЧВГ40 является:
- шаровидной;
 - хлопьевидной;
 - червеобразной.
30. Второе число в марке ковкого чугуна КЧ35-10 обозначает:
- предел прочности при растяжении (100 МПа) ;
 - относительное удлинение (10 %);
 - содержание углерода (1 %).
31. Цифра в марке антифрикционного чугуна АЧС-3 обозначает:
- содержание углерода (3 %);
 - порядковый номер;
 - содержание кремния (3 %).
32. Перлитным антифрикционным чугуном является:
- АЧК-1;
 - АЧВ-2;
 - АЧС-2.
33. Ферритно-перлитным антифрикционным чугуном является:
- АЧК-1;
 - АЧС-5;
 - АЧВ-1.
34. Ферритным антифрикционным чугуном является:
- АЧК-2;
 - АЧС-6;
 - АЧВ-2.

35. Основным достоинством антифрикционных чугунов по сравнению с баббитами и антифрикционными бронзами, является:
- хорошая прирабатываемость;
 - высокая твердость;
 - низкая стоимость.
36. Чугун, предназначенный для изготовления отливок, работающих в узлах трения со смазкой, называется:
- антифрикционный;
 - фрикционный;
 - ковкий.
37. Буква В в марке антифрикционного чугуна АЧВ-2 обозначает:
- высококачественный чугун;
 - высокопрочный чугун с шаровидным графитом;
 - вольфрам (2 %).
38. Буква К в марке антифрикционного чугуна АЧК-2 обозначает:
- коррозионно-стойкий чугун;
 - ковкий чугун с хлопьевидным графитом;
 - кобальт (2 %).
39. Буква С в марке антифрикционного чугуна АЧС-5 обозначает:
- кремний (5 %);
 - серый чугун с пластинчатым графитом;
 - сера (5 %).
40. Хромистым легированным чугуном для отливок со специальными свойствами является:
- ЧЮХШ;
 - ЧХЗТ;
 - ЧНХМД.
41. Марганцевым легированным чугуном для отливок со специальными свойствами является:
- ЧГ8Д3;
 - ЧН11Г7Ш;
 - ЧНМШ.
42. Кремнистым легированным чугуном для отливок со специальными свойствами является:
- ЧЮ6С5;
 - ЧГ6С3Ш;
 - ЧС5.

43. Алюминиевым легированным чугуном для отливок со специальными свойствами является:

- ЧЮХШ;
- ЧН2Х;
- ЧГ8Д3.

44. Буква Ш в марке чугуна ЧН19Х3Ш обозначает:

- легирующий элемент;
- особо высококачественный чугун;
- шаровидную форму включений графита.

45. Число 32 в марке чугуна ЧХ32 обозначает:

- порядковый номер;
- хром (32 %);
- предел прочности при растяжении (320 МПа) .

46. Чугуном, легированным фосфором, является:

- ЧНМШ;
- ЧХ28П;
- ЧЮ7Х2.

47. Содержание алюминия в чугуне ЧЮ22Ш составляет:

- 1 %;
- 2,2 %;
- 22 %.

48. Высокотемпературным никелевым чугуном является:

- ЧН3ХМДШ;
- ЧН15Д7;
- ЧНХМД.

49. Содержание меди в чугуне ЧН15Д3Ш составляет:

- 15 %;
- 1,5 %;
- 3 %.

50. Чугуном, содержащим 7 % меди, является:

- ЧН15Д7;
- ЧГ7Х4;
- ЧЮ7Х2.

51. Легированным чугуном для отливок со специальными свойствами является:

- пружинный чугун;
- автоматный чугун;
- маломангнитный чугун.

52. Содержание кремния в чугуне ЧС15М4 составляет:

- 15 %;
- 1,5 %;
- 0,15 %.

53. Низколегированным хромистым чугуном является:

- ЧХ22;
- ЧХ3Т;
- ЧН2Х.

54. Содержание марганца в чугуне ЧН11Г7Ш составляет:

- 1,1 %;
- 0,7 %;
- 7 %.

55. Содержание хрома в чугуне 4Х28Д2 составляет:

- 0,4 %;
- 0,04 %;
- 28 %.

56. Печью для плавки чугуна является:

- доменная печь;
- вагранка;
- методическая печь.

57. По назначению чугунные трубы подразделяются на:

- напорные и газо- водопроводные;
- канализационные и газо- водопроводные;
- канализационные и напорные.

58. В зависимости от толщины стенки чугунные напорные трубы подразделяются на классы:

- ЛА, А, Б;
- А, АБ, Б;
- А, Б, ЛБ.

59. Деление на классы в зависимости от толщины стенки имеют:

- чугунные канализационные трубы;
- чугунные напорные трубы;
- чугунные напорные и канализационные трубы.

60. В условном обозначении

«Труба ЧНР 100×5 000 А ГОСТ 9583-75» число 100 обозначает:

- наружный диаметр, мм;
- условный проход, мм;
- толщину стенки, мкм.

- 61. В условном обозначении «Труба ЧНР 800 Б ГОСТ 9583-75» буква Б обозначает:**
- класс точности изготовления трубы;
 - класс трубы в зависимости от толщины стенки;
 - вид защитного покрытия.
- 62. В условном обозначении «Труба ЧНР 650х10 000 ЛА ГОСТ 9583-75» буквы НР обозначают:**
- напорная раструбная;
 - подвижная раструбная;
 - напорная ревизионная.
- 63. В обозначении «ТЧК-50×750 ГОСТ 6942-98» число 750 обозначает:**
- условный проход, мм;
 - длину, мм;
 - наружный диаметр, мм.
- 64. Обозначение фасонной части к трубам «ПП-100×150 ГОСТ 6942-98» принадлежит:**
- патрубку проходному;
 - патрубку переходному;
 - патрубку прямому.
- 65. В обозначении «ТЧК-100-2200 ГОСТ 6942-98» число 100 обозначает:**
- толщину стенки, мкм;
 - наружный диаметр, мм;
 - условный проход, мм.
- 66. В условном обозначении «Труба ЧНР 100×4 000 ЛА ГОСТ 9583-75» число 4 000 обозначает:**
- длину, мм;
 - условный проход, мм;
 - наружный диаметр, мм.
- 67. В обозначении «ТЧК-150×1000 ГОСТ 6942-98» буквы обозначают:**
- тройник чугунный компенсационный;
 - труба чугунная канализационная;
 - тройник чугунный косой.

- 68. Обозначение фасонной части к трубам «КН-100 ГОСТ 6942-98» принадлежит:**
- колену низкому;
 - колену нижнему;
 - крестовине низкой.
- 69. Обозначение фасонной части к трубам «ОТС-50 ГОСТ 6942-98» принадлежит:**
- отводу-тройнику среднему;
 - отводу-тройнику со смещенной осью;
 - отступу.
- 70. Обозначение фасонной части к трубам «ТН-100×100 ГОСТ 6942-98» принадлежит:**
- тройнику прямому низкому;
 - тройнику нижнему;
 - тройнику косому низкому.
- 71. Обозначение фасонной части к трубам «КП-100×50 ГОСТ 6942-98» принадлежит:**
- колену прямому;
 - компенсационному патрубку;
 - крестовине прямой.
- 72. Обозначение фасонной части к трубам «Р-50 ГОСТ 6942-98» принадлежит:**
- раструбу;
 - ревизии;
 - разводу.
- 73. Обозначение фасонной части к трубам «ОТП-100×50 ГОСТ 6942-98» принадлежит:**
- отводу-тройнику переходному;
 - отводу-тройнику приборному;
 - отводу-тройнику прямому.
- 74. Напорной трубой немерной длины является:**
- ЧНР 900×4000 ЛА ГОСТ 9583-75;
 - ЧНР 1 000 Б ГОСТ 9583-75;
 - ТЧК-100×2 000 ГОСТ 6942-98.
- 75. Содержание углерода в стали составляет:**
- более 2,4 %;
 - менее 2,14 %;
 - менее 2,4 %.

- 76. Обозначение фасонной части к трубам «МфН-150 ГОСТ 6942-98» принадлежит:**
- муфте фасонной нижней;
 - муфте низкой;
 - муфте подвижной.
- 77. Число 200 в обозначении фасонной части к трубам «П-100×200 ГОСТ 6942-98» обозначает:**
- условный проход, мм;
 - длину, мм;
 - диаметр хвостовика, мм.
- 78. Буквы О и Д в обозначении фасонной части к трубам «О 150°-100Д ГОСТ 6942-98» обозначают:**
- отвод удлиненный;
 - отступ двойной;
 - отвод двойной.
- 79. Число 50 в обозначении фасонной части к трубам «ТПР 100/50×100 ГОСТ 6942-98» обозначает:**
- условный проход, мм;
 - длину, мм;
 - диаметр хвостовика, мм.
- 80. Обозначение фасонной части к трубам «ТПР-100/50×100 ГОСТ 6942-98» принадлежит:**
- тройнику прямому раструбному;
 - типовой прямой ревизии;
 - тройнику прямому переходному.
- 81. Буква Л в обозначении фасонной части к трубам «ЛКД-150×100×50 ГОСТ 6942-98» обозначает:**
- локальное применение;
 - левое исполнение;
 - тип раструба.
- 82. По химическому составу стали подразделяются на:**
- углеродистые и легированные;
 - доэвтектоидные и заэвтектоидные;
 - конструкционные и инструментальные.
- 83. По способу производства стали подразделяются на:**
- мартеновские, конверторные, электростали;
 - доменные, мартеновские, электростали;
 - мартеновские, конверторные, доменные.

- 84. Химический состав является гарантированной характеристикой для чугуна марки:**
- СЧ10;
 - ПВК2;
 - КЧ63-2.
- 85. Механические свойства являются гарантированной характеристикой для чугуна марки:**
- ВЧ100;
 - ЛР3;
 - ПФ2.
- 86. Параметр, по которому оценивается качество стали:**
- содержание углерода;
 - содержание серы и фосфора;
 - механические свойства.
- 87. По качеству сталь может быть:**
- обычного качества;
 - сверх высококачественная;
 - особо высококачественная.
- 88. По способу раскисления сталь может быть:**
- полностью раскисленная;
 - спокойная;
 - полукипящая.
- 89. По назначению сталь может быть:**
- катанная;
 - электросталь;
 - инструментальная.
- 90. Цифра в марке стали Ст6сп обозначает:**
- содержание углерода (0,6 %);
 - порядковый номер;
 - содержание углерода (0,06 %).
- 91. Сталь Ст4пс раскислена:**
- ферромарганцем;
 - ферромарганцем и ферросилицием;
 - ферромарганцем, ферросилицием и алюминием.
- 92. Сталь Ст2кп раскислена:**
- ферромарганцем;
 - ферромарганцем и ферросилицием;
 - ферромарганцем, ферросилицием и алюминием.

- 93. Сталь Ст5сп раскислена:**
- ферромарганцем;
 - ферромарганцем и ферросилицием;
 - ферромарганцем, ферросилицием и алюминием.
- 94. Вредными примесями в сталях являются:**
- сера и фосфор;
 - кремний и марганец;
 - хлор и йод.
- 95. Сталью обыкновенного качества является:**
- сталь 45;
 - сталь Ст3пс;
 - сталь 08кп.
- 96. Содержание углерода в стали 05 составляет:**
- 0,5 %;
 - 0,05 %;
 - 5 %.
- 97. Содержание углерода в стали У13 составляет:**
- 1,3 %;
 - 0,13 %;
 - 13 %.
- 98. Буква А в марке стали У8А обозначает:**
- сталь высококачественная;
 - сталь автоматная;
 - повышенное содержание азота.
- 99. Сталь является автоматной, если буква А стоит:**
- в конце марки;
 - в начале марки;
 - в середине марки.
- 100. Сталь является высококачественной, если буква А стоит:**
- в конце марки;
 - в начале марки;
 - в середине марки.
- 101. В стали содержится повышенное содержание азота, если буква А стоит:**
- в конце марки;
 - в начале марки;
 - в середине марки.

- 102. Сталь является особо высококачественной, если в конце марки стоит:**
- буква А;
 - буква Ш;
 - буквы ОА.
- 103. Цифры в марке стали С345 обозначают:**
- предел прочности при растяжении, кгс/мм²;
 - предел текучести, МПа;
 - предел упругости, МПа.
- 104. Буква Д в марке стали С390Д обозначает:**
- сталь деформируемая;
 - повышенное содержание кадмия;
 - повышенное содержание меди.
- 105. Буква К в марке стали С590К обозначает:**
- вариант химического состава;
 - повышенное содержание кальция;
 - повышенное содержание кобальта.
- 106. Буква Т в марке стали С235Т обозначает:**
- повышенное содержание титана;
 - термоупрочненная;
 - повышенное содержание тантала.
- 107. Буква С в марке стали С440Д обозначает:**
- строительная;
 - специальная;
 - обыкновенного качества.
- 108. Конструкционные машиностроительные стали общего назначения классифицируются по:**
- химическому составу и способу упрочнения;
 - химическому составу и качеству;
 - качеству и способу упрочнения.
- 109. Сталь марки Н12К15М10 является:**
- мартенситно-старееющей;
 - коррозионно-стойкой;
 - износостойкой.
- 110. Содержание кобальта в стали Н18К8М3 составляет:**
- 1,8 %;
 - 0,8 %;
 - 8 %.

111. К сталям неупрочняемым термической обработкой относится сталь:
- 20ХГР;
 - 09Г2С;
 - 45.
112. К цементуемым (упрочняемым в поверхностном слое) сталям относится сталь:
- 20;
 - Ст3;
 - 40ХС.
113. К улучшаемым (упрочняемым по всему объему) сталям относится сталь:
- 05;
 - 18Х2Н4Б;
 - 38ХНЗМФА.
114. Содержание меди в стали Н4Х12К15М4Т составляет:
- 4 %;
 - 0,4 %;
 - 0 % (отсутствует) .
115. Стали, обладающие стойкостью против химического разрушения поверхности в газовых средах при температурах выше 550 °С и работающие в ненагруженном или слабонагруженном состоянии, называются:
- жаропрочные;
 - жаростойкие;
 - износостойкие.
116. Стали, способные работать в нагруженном состоянии при высоких температурах в течение определенного времени и обладающие при этом достаточной жаростойкостью, называются:
- жаропрочные;
 - жаростойкие;
 - износостойкие.
117. Коррозионно-стойкие стали обязательно должны иметь в своем составе:
- никель;
 - хром;
 - молибден.

118. Стали, обладающие высокой стойкостью при кавитационной коррозии и механическом изнашивании при значительных ударных нагрузках, называются:
- жаропрочные;
 - жаростойкие;
 - износостойкие.
119. Содержание ниобия в стали 09Х14Н16Б составляет:
- 1,6 %;
 - 16 %;
 - 1 %.
120. Содержание углерода в сплаве 0Х18Н10Т составляет:
- менее 0,08 %;
 - менее 0,8 %;
 - менее 0,5 %.
121. Содержание ванадия в стали 13Х14Н3В2ФР составляет:
- 2 %;
 - 0,2 %;
 - 1 %.
122. Сталью, легированной бором, является:
- 09Х14Н16Б;
 - 15Х12ВНМФ;
 - 10Х11Н20ТЗР.
123. Сталью, легированной алюминием, является:
- 12Х25Н16Г7АР;
 - 09Х15Н8Ю;
 - 40ХГСА.
124. Содержание углерода в стали 110Г13ХБР составляет:
- 1,1 %;
 - 0,11 %;
 - 0 % (это не сталь) .
125. Буква А в марке стали АС19ХГН обозначает:
- высококачественная;
 - повышенное содержание азота;
 - автоматная.
126. Буква Е в марке автоматной стали А40ХЕ обозначает:
- электротехническая;
 - содержание селена;
 - магнитная.

127. Отличительной особенностью криогенных сталей и сплавов является:

- снижение пластичности и вязкости с понижением температуры;
- снижение пластичности и вязкости с повышением температуры;
- неизменность пластичности и вязкости с понижением температуры.

128. Сталями, которые обязательно в своем составе содержат никель, являются:

- жаростойкие;
- жаропрочные;
- пружинные.

129. Стали, обладающие высокими механическими свойствами, в первую очередь пределами упругости и прочности при достаточной вязкости и пластичности, называются:

- пружинные;
- высокопрочные;
- износостойкие.

130. Содержание углерода в стали марки А35 составляет:

- около 1 %;
- 0,35 %;
- 3,5 %.

131. Цифры в марке стали АС30ХМ обозначают содержание:

- углерода (0,3 %);
- свинца (30 %);
- хрома (0,3 %).

132. В стали АС40 буква С обозначает наличие:

- кремния;
- селена;
- свинца.

133. В стали АЦ40Х буква Ц обозначает наличие:

- цинка;
- кальция;
- церия.

134. Маркировка ШХ15 принадлежит:

- твердому сплаву;
- подшипниковой стали;
- высококачественной хромистой стали.

135. Стали, предназначенные для обработки на станках-автоматах с повышенной скоростью резания, называются:

- быстрорежущие;
- автоматные;
- автоматические.

136. Содержание хрома в стали ШХ20СГ составляет:

- 20 %;
- 2 %;
- 1 %.

137. В марке стали ШХ15-Ш последняя буква Ш обозначает:

- электрошлаковый переплав;
- высококачественная;
- шаровидный графит.

138. В марке стали ШХ15-В буква В обозначает:

- содержание вольфрама;
- вакуумно-дуговой переплав;
- содержание ванадия.

139. Содержание углерода в стали 6ХГС составляет:

- 0,06 %;
- 0,6 %;
- 6 %.

140. Буква Л в марке стали 20Х8ВЛ обозначает:

- содержание лития;
- содержание лантана;
- литейная.

141. Для изготовления фрезы можно использовать сталь:

- 20Х20Н14С2;
- У13А;
- Х.

142. Быстрорежущей является сталь марки:

- 5ХНМ;
- Р6М5;
- У13А.

143. Для изготовления волокна (фильтры) можно использовать сталь:

- 6ХВГ;
- У7;
- 45Х22Н4М3.

144. В марке стали ШХ15-ШД последняя буква Ш обозначает:

- электрошлаковый переплав стали, легированной медью;
- дуговой переплав особо высококачественной стали;
- вакуумно-дуговой переплав стали электрошлакового переплава.

145. Цифра 9 в марке стали Р9К5 обозначает:

- содержание бора (9 %);
- содержание кобальта (0,9 %);
- содержание вольфрама (9 %).

146. Для изготовления инструментов для обработки древесины можно использовать сталь:

- 70С2ХА;
- АС40;
- У7.

147. Содержание углерода в марке стали Х составляет:

- 0,1 %;
- 1 %;
- 0 % (это не сталь).

148. Содержание углерода в стали 11РЗАМЗФ2 составляет:

- 1,1 %;
- 0,11 %;
- 11 %.

149. Буква П в марке магнитно-мягкого сплава 35НКХСП обозначает:

- содержание фосфора (1 %);
- содержание палладия (1 %);
- плазменный способ выплавки.

150. Для изготовления пуансона для прессования можно использовать сталь марки:

- 4ХЗВМФ;
- 40Х;
- У8.

151. Цифры в марке магнитно-мягкого сплава 50НХС обозначают содержание:

- углерода (0,5 %);
- никеля (50 %);
- никеля (0,5 %).

152. Содержание бора в стали Р6М5 составляет:

- 0,6 %;
- 6 %;
- 0 % (отсутствует).

153. Маркой электротехнической стали является:

- 83НФ;
- 42Н;
- 2011.

154. Буква Е в марке прецизионного сплава ЕХ5К5 обозначает:

- содержание селена (1 %);
- сплав магнитно-твердый;
- сплав электротехнический.

155. Буквы ВИ в марке прецизионного сплава 52Н-ВИ обозначают:

- содержание вольфрама (1 %) и йода (1 %);
- вакуумно-индукционный способ выплавки;
- высокоиндукционный способ выплавки.

156. Содержание молибдена в сплаве с заданными свойствами упругости 36НХТЮ5М составляет:

- 1 %;
- 5 %;
- 0,5 %.

157. Содержание алюминия в сплаве с высоким электрическим сопротивлением Х27Ю5Т составляет:

- 5 %;
- 27 %;
- 0,5 %.

158. В марке термобиметалла ТБ 160/122 первое число обозначает:

- удельное электрическое сопротивление;
- удельный изгиб;
- предел прочности при растяжении.

159. В марке термобиметалла ТБ 148/49 второе число обозначает:

- удельное электрическое сопротивление;
- удельный изгиб;
- предел прочности при растяжении.

160. Заготовка прокатного производства квадратного сечения со стороной квадрата более 140 мм называется:

- блюм;
- сляб;
- сутунка.

161. Заготовка прокатного производства прямоугольного сечения (ширина в 15 раз больше высоты) называется:

- блюм;
- сляб;
- сутунка.

162. Плоская (толщина 4...22 мм, ширина 150...730 мм) заготовка прокатного производства называется:

- блюм;
- сляб;
- сутунка.

163. К сортовому прокату можно отнести:

- шестигранник;
- уголок;
- лист.

164. К фасонному прокату можно отнести:

- круг;
- двутавр;
- трубу.

165. К специальным видам проката можно отнести:

- швеллер;
- кольцо;
- однотоавр.

166. Число 20 в обозначении проката «Квадрат В1-IV-20 ГОСТ 2591-2006 / Ст5пс-1 ГОСТ 535-2005» обозначает:

- длину стороны квадрата, мм;
- длину диагонали квадрата, мм;
- степень точности изготовления.

167. Число 25 в обозначении стальной водогазопроводной трубы «Труба 25×3,2 ГОСТ 3262-75» обозначает:

- условный проход, мм;
- наружный диаметр, мм;
- толщину стенки, мм.

168. Буква Б в обозначении проката «Круг Б-III-22 ГОСТ 2590-2006 / Ст5пс-1 ГОСТ 535-2005» обозначает:

- вид покрытия;
- класс кривизны;
- повышенную точность прокатки.

169. Цифра II в обозначении проката «шестигранник Б-II 8- ГОСТ 2879-2006 / Ст5пс-1 ГОСТ 535-2005» обозначает:

- вид покрытия;
- точность прокатки;
- класс кривизны.

170. Обозначение проката «Уголок А-75×75×6 ГОСТ 8509-93 / Ст3сп-2 ГОСТ 535-2005» принадлежит:

- уголку равнополочному;
- уголку неравнополочному;
- уголку равнобедренному.

171. Буква Д в условном обозначении стальных катаных труб после слова «Труба» обозначает:

- класс размерной точности;
- удлиненная труба;
- труба с длинной резьбой.

172. Буква П в условном обозначении стальных катаных труб после условного прохода обозначает:

- повышенная точность изготовления;
- простая резьба;
- вид покрытия.

173. Длинные металлические стержни небольшой толщины, изготавливаемые волочением, называются:

- прокат;
- проволока;
- волока.

174. Число 2,5 в обозначении стальной водогазопроводной трубы «Труба 6×2,5 ГОСТ 3262-75» обозначает:

- условный проход, мм;
- толщину стенки, мм;
- длину, м.

175. Буквы ПУ в обозначении проката «Лист Б-ПУ-НО-1,5×650×1420 ГОСТ 19903-74 / 12ГС ГОСТ 17066-94» обозначают:
- улучшенная плоскостность;
 - улучшенная поверхность;
 - точность прокатки.
176. Буквы НО в обозначении проката «Рулон А-НО-2,8×650 ГОСТ 19903-74 / 12ГС ГОСТ 17066-94» обозначают:
- точность прокатки;
 - характер кромки;
 - вид покрытия.
177. Буква В в обозначении проката «Уголок В-50×50×4 ГОСТ 8509-93 / Ст3сп-2 ГОСТ 535-2005» обозначает:
- класс кривизны;
 - высокая точность прокатки;
 - обычная точность прокатки.
178. В цифровом обозначении каната «8×18 (1+5+5)» количество проволок в прядях равно:
- 8;
 - 18;
 - 5.
179. В цифровом обозначении каната «2×8 (1+9)» количество проволок во втором слое равно:
- 2;
 - 8;
 - 9.
180. Изделие, получаемое переплетением проволок, называется:
- трос;
 - канат;
 - сетка.
181. Содержание Al в первичном алюминии марки А97 составляет:
- 97,0 %;
 - 90,7 %;
 - 99,97 %.

182. Алюминием первичным высокой чистоты является:
- А85;
 - А0;
 - А95.
183. Алюминием первичным технической чистоты является:
- А7;
 - А995;
 - А95.
184. Буква Е в алюминии марки А7Е обозначает:
- гарантированные электрические характеристики;
 - содержание селена;
 - магнитный.
185. Содержание меди в литейном алюминиевом сплаве АК12М2МгН составляет:
- 0,2 %;
 - 2 %;
 - 12 %.
186. Деформируемым алюминиевым сплавом на основе системы алюминий - магний является:
- 1915;
 - 1560;
 - 1197.
187. Число 19 в марке деформируемого алюминиевого сплава Д19 обозначает:
- содержание алюминия (19 %);
 - содержание алюминия (99,19 %);
 - условный номер сплава.
188. Алюминиями являются литейные алюминиевые сплавы на основе системы:
- алюминий – медь;
 - алюминий – магний;
 - алюминий – медь – кремний.
189. Силуминами являются литейные алюминиевые сплавы на основе системы:
- алюминий – кремний;
 - алюминий – медь;
 - алюминий – магний.

- 190. Буквы пч в алюминии марки АК8Мпч обозначают:**
- получистый;
 - повышенной чистоты;
 - пониженной чистоты.
- 191. Для изготовления проволоки для холодной высадки можно использовать деформируемый алюминиевый сплав марки:**
- В95 (1950);
 - АМг5П (1557);
 - В93пч.
- 192. В алюминиевом сплаве АМг5Мц содержится 5 %:**
- марганца;
 - магния;
 - меди.
- 193. Наибольшее количество Си содержится в меди марки:**
- М3;
 - М0к;
 - М00к.
- 194. Буква р в марке меди М2р обозначает:**
- опытная;
 - раскисленная;
 - рафинированная.
- 195. Буква ф в марке меди М1ф обозначает:**
- рафинированная фосфором;
 - раскисленная фосфором;
 - рафинированная фтором.
- 196. Буква б в марке меди М1б обозначает:**
- бесфосфорная;
 - базовая;
 - бескислородная.
- 197. Буква к в марке меди М2к обозначает:**
- каталитическая;
 - повышенное содержание кремния;
 - катодная.
- 198. Сплав на основе меди и цинка называется:**
- латунь;
 - бронза;
 - нейзильбер.

- 199. Деформируемой латуню является латунь марки:**
- ЛЦ14К3С3;
 - ЛЦ40С;
 - Л85.
- 200. Томпаком является латунь:**
- Л70;
 - Л96;
 - ЛО60-1.
- 201. Содержание цинка в латуни ЛАН59-3-2 составляет:**
- 59 %;
 - 36 %;
 - 3 %.
- 202. Содержание марганца в латуни ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5 составляет:**
- 75 %;
 - 0,5 %;
 - 19,5 %.
- 203. Содержание меди в латуни ЛОМш70-1-0,04 составляет:**
- 70 %;
 - 28,96 %;
 - 0,04 %.
- 204. Литейной латуню является латунь марки:**
- Л96;
 - ЛО60-1;
 - ЛЦ25С2.
- 205. Содержание меди в латуни ЛЦ40Мц3Ж составляет:**
- 40 %;
 - 57 %;
 - 56 %.
- 206. Содержание цинка в латуни ЛЦ30А3 составляет:**
- 30 %;
 - 67 %;
 - 3 %.
- 207. Содержание железа в латуни ЛЦ23А6Ж3МЦ2 составляет:**
- 6 %;
 - 3 %;
 - 0,6 %.

208. Сплав меди с другими элементами (в том числе и с цинком):
- латунь;
 - бронза;
 - нейзильбер.
209. Деформируемой бронзой является бронза марки:
- БрАЖ9-4;
 - БрА9Мц2Л;
 - БрС30.
210. Оловянной деформируемой бронзой является бронза марки:
- БрО3Ц12С5;
 - БрОФ7-0,2;
 - БрАМц10-2.
211. Безоловянной деформируемой бронзой является бронза марки:
- БрОЦ4-3;
 - БрС30;
 - БрАЖ9-4.
212. Содержание меди в бронзе БрАЖМц10-3-1,5 составляет:
- 10 %;
 - 1,5 %;
 - 85,5 %.
213. Содержание цинка в бронзе БрОЦС4-4-4 составляет:
- 0,4 %;
 - 88 %;
 - 4 %.
214. Литейной бронзой является бронза марки:
- БрАЖ9-4;
 - БрО5С25;
 - БрКН1-3.
215. Безоловянной литейной бронзой является бронза марки:
- БрАМц9-2;
 - БрА11Ж6Н6;
 - БрО10Ф1.
216. Оловянной литейной бронзой является бронза марки:
- БрО4Ц7С5;
 - БрСу3Н3Ц3С20Ф;
 - БрОФ2-0,25.

217. Содержание меди в бронзе БрО4Ц7С5 составляет:
- 16 %;
 - 88 %;
 - 84 %.
218. Содержание цинка в бронзе БрА7Мц15Ж3Н2Ц2 составляет:
- 71 %;
 - 2 %;
 - 0,2 %.
219. Содержание фосфора в бронзе БрСу3Н3Ц3С20Ф составляет:
- 1 %;
 - 20 %;
 - 2 %.
220. Содержание меди в мельхиоре МНЖМц30-0,8-1 составляет:
- 30 %;
 - 31,8 %;
 - 68,2 %.
221. Содержание никеля в нейзильбере МНЦ18-27 составляет:
- 18 %;
 - 55 %;
 - 27 %.
222. Число 1,5 в константане МНМц40-1,5 обозначает содержание:
- магния;
 - марганца;
 - меди.
223. Число 3 в манганине МНМц3-12 обозначает содержание:
- меди;
 - никеля;
 - марганца.
224. Электротехническим медно-никелевым сплавом является:
- мельхиор;
 - нейзильбер;
 - константан.

225. Конструкционным медно-никелевым сплавом является:

- куниаль;
- копель;
- манганин.

226. Деформируемым титановым сплавом является:

- BT14;
- BT20L;
- T30K4.

227. Литейным титановым сплавом является:

- BT9;
- TT8K6;
- BT1L.

228. Содержание Mg в марке магния Mg98 составляет:

- 98 %;
- 98,98 %;
- 9,8 %.

229. Деформируемым магниевым сплавом является:

- MA5;
- ML5;
- ML12.

230. Литейным магниевым сплавом является:

- MA21;
- MA20;
- ML19.

231. Цифры в марке магниевое сплава MA15 обозначают:

- содержание алюминия (15 %);
- условный порядковый номер;
- содержание азота (1,5 %).

232. Число в марке антифрикционного сплава Б83 обозначает:

- порядковый номер баббита;
- содержание бериллия (83 %);
- содержание олова (83 %).

233. Содержание меди и сурьмы в антифрикционном сплаве Б83С составляет:

- 83 %;
- 16 %;
- 17 %.

234. Буква Л в магниевом сплаве ML10 обозначает:

- содержание лития (10 %);
- литейный;
- содержание лантана (10 %).

235. Буква А в магниевом сплаве MA11 обозначает:

- алюминий;
- азот;
- деформируемый.

236. Буквы он в магниевом сплаве ML5он обозначают:

- тип покрытия;
- сплав общего назначения;
- сплав основного назначения.

237. Буквы пч в магниевом сплаве ML4пч обозначают:

- тип покрытия;
- сплав повышенной чистоты;
- получистый.

238. Оловянным баббитом является баббит:

- БКА;
- Б16;
- Б83.

239. Свинцовым баббитом является баббит:

- Б83С;
- Б16;
- БК2.

240. Кальциевым баббитом является баббит:

- Б83;
- БК2Ц;
- БН.

241. Содержание цинка в цинковом антифрикционном сплаве ЦАМ9-1,5 составляет:

- 9 %;
- 0,9 %;
- 89,5 %.

242. Антифрикционные сплавы на основе олова, свинца или кальция называются:

- баббиты;
- бронзы;
- мельхиоры.

- 243. Буква Ш в баббите БК2Ш обозначает:**
- электрошлаковый переплав;
 - сплав, предназначенный для подшихтовки сплавов;
 - шаровидный графит.
- 244. Содержание олова в баббите БС6 составляет:**
- 6 %;
 - 0,6 %;
 - 94 %.
- 245. Буква Н в алюминиевом антифрикционном сплаве АН-2,5 обозначает:**
- никель;
 - нагартованный;
 - ниобий.
- 246. Содержание меди в цинковом антифрикционном сплаве ЦАМ10-5 составляет:**
- 10 %;
 - 5 %;
 - 0 % (медь отсутствует).
- 247. Буква А в цинковом антифрикционном сплаве ЦАМ9-1,5Л обозначает:**
- алюминий;
 - антифрикционный;
 - азот.
- 248. Буква Л в цинковом антифрикционном сплаве ЦАМ10-5Л обозначает:**
- лантан;
 - литий;
 - литейный.
- 249. Содержание меди в алюминиевом антифрикционном сплаве АО3-7 составляет:**
- 3 %;
 - 7 %;
 - 0 % (медь отсутствует).
- 250. Содержание алюминия в алюминиевом антифрикционном сплаве АО20-1 составляет:**
- 20 %;
 - 80 %;
 - 79 %.

- 251. Материалы с низким коэффициентом трения скольжения, достаточной твердостью, хорошей деформируемостью и пластичностью, способностью удерживать смазку на поверхности называются:**
- твердыми сплавами;
 - фрикционными;
 - антифрикционными.
- 252. Содержание свинца в баббите Б16 составляет:**
- 16 %;
 - 84 %;
 - 68 %.
- 253. Металл или сплав, предназначенный для соединения деталей пайкой или лужением, называется:**
- флюс;
 - припой;
 - спай.
- 254. Припой, состоящий из смеси расплавляемых металлических частиц и наполнителя, не расплавляющегося при пайке, называется:**
- самофлюсующийся;
 - металлокерамический;
 - легированный.
- 255. Мягкими припоями являются сплавы на основе:**
- серебра;
 - меди и никеля;
 - олова и свинца.
- 256. Бессурьмянистым мягким припоем является припой:**
- ПОССу95-5;
 - ПОССу61-0,5;
 - ПОС93.
- 257. Малосурьмянистым мягким припоем является:**
- ПОСК50-18;
 - ПОССу61-0,5;
 - ПОССу95-5.
- 258. Содержание свинца в припое ПОССу25-0,5 составляет:**
- 74,5 %;
 - 25 %;
 - 0,5 %.

259. Припой, легированный флюсующими элементами, называется:
- самофлюсующийся;
 - металлокерамический;
 - легированный.
260. В зависимости от температуры плавления припои подразделяются на:
- низкоплавкие и высокоплавкие;
 - мягкие и твердые;
 - бессурьмянистые и сурьмянистые.
261. Число 61 в марке припоя ПОССу61-0,5 обозначает содержание:
- свинца;
 - олова;
 - сурьмы.
262. Цифра 5 в марке припоя ПОССу95-5 обозначает содержание:
- свинца;
 - олова;
 - сурьмы.
263. Твердым припоем могут быть сплавы на основе:
- меди и никеля;
 - олова и свинца;
 - олова и алюминия.
264. Содержание серебра в припое ПСр25Ф составляет:
- 74 %;
 - 75 %;
 - 25 %.
265. Сплав на основе карбидов тугоплавких материалов, связанных мягкой матрицей, называется:
- тугоплавкий сплав;
 - быстрорежущая сталь;
 - твердый сплав.
266. К вольфрамовой группе твердых сплавов относится сплав:
- Т30К4;
 - ВК6;
 - ТТ7К12.

267. К титановольфрамовой группе твердых сплавов относится сплав:
- Т5К10;
 - ВК3;
 - ТТ8К6.
268. К титанотанталовольфрамовой группе твердых сплавов относится сплав:
- ТТ8К6;
 - ВК8;
 - Т30К4.
269. Цифра 10 в марке твердого сплава ВК10 обозначает:
- содержание кобальта;
 - содержание вольфрама;
 - порядковый номер сплава.
270. Содержание карбида вольфрама в твердом сплаве ВК6 составляет:
- 6 %;
 - 0,6 %;
 - 94 %.
271. Число 4 в марке твердого сплава Т30К4 обозначает:
- содержание карбида кобальта;
 - содержание кобальта;
 - содержание вольфрама.
272. Содержание карбида вольфрама в твердом сплаве Т14К8 составляет:
- 14 %;
 - 78 %;
 - 0 % (отсутствует).
273. Содержание карбида кобальта в твердом сплаве ТТ20К9 составляет:
- 9 %;
 - 0,9 %;
 - 0 % (отсутствует).
274. Число 5 в марке твердого сплава Т5К10 обозначает:
- содержание титана;
 - содержание карбида титана;
 - содержание карбида тантала.

275. Содержание карбида вольфрама в твердом сплаве

ТТ10К8 составляет:

- 10 %;
- 82 %;
- 0 % (отсутствует).

276. Цифра 8 в твердом сплаве ТТ8К6 обозначает:

- содержание тантала;
- содержание карбида тантала;
- содержание карбидов титана и тантала.

277. Содержание кобальта в твердом сплаве ТТ7К12 составляет:

- 12 %;
- 81 %;
- 1,2 %.

278. Буквы ОМ в марке твердого сплава ВК10-ОМ обозначают:

- очень мелкий порошок карбида кобальта;
- особо мелкие порошки карбида вольфрама и кобальта;
- особо мелкий порошок карбида титана.

279. Буква М в твердом сплаве ВК6-М обозначает:

- мелкие порошки кобальта и карбида вольфрама;
- молибден;
- модифицированный сплав.

280. Твердые сплавы получают:

- сплавлением;
- прессованием и спеканием;
- смешиванием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.ГОСТ 103-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный поло-
совой. Сортамент. Москва, 2009.
- 2.ГОСТ 380-2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества.
Марки. Москва, 2005.
- 3.ГОСТ 397-79. Шпльнты. Технические условия. Москва, 2006.
- 4.ГОСТ 434-78. Проволока прямоугольного сечения и шины медные
для электротехнических целей. Технические условия. Москва, 2002.
- 5.ГОСТ 492-2006. Никель, сплавы никелевые и медно-никелевые,
обрабатываемые давлением. Марки. Москва, 2008.
- 6.ГОСТ 493-79. Бронзы безоловянные литейные. Марки. Москва,
2000.
- 7.ГОСТ 515-77. Бумага упаковочная битумированная и дегтевая.
Технические условия. Москва, 2002.
- 8.ГОСТ 535-2005. Прокат сортовой и фасонный из стали углеро-
дистой обыкновенного качества. Общие технические условия. Мо-
сква, 2008.
- 9.ГОСТ 613-79. Бронзы оловянные литейные. Марки. Москва, 2000.
- 10.ГОСТ 617-2006. Трубы медные и латунные круглого сечения
общего назначения. Технические условия. Москва, 2007.
- 11.ГОСТ 801-78. Сталь подшипниковая. Технические условия. Мо-
сква, 2004.
- 12.ГОСТ 804-93. Магний первичный в чушках. Технические усло-
вия. Минск, 2004.
- 13.ГОСТ 805-95. Чугун передельный. Технические условия. Минск,
2004.
- 14.ГОСТ 859-2001. Медь. Марки. Минск, 2008.
- 15.ГОСТ 977-88. Отливки стальные. Общие технические условия.
Москва, 2004.
- 16.ГОСТ 1020-97. Латунн литейные в чушках. Технические усло-
вия. Минск, 2001.
- 17.ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной
отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкцион-
ной стали. Общие технические условия. Москва, 2010.
- 18.ГОСТ 1066-90. Проволока латунная. Технические условия. Мо-
сква, 2004.

19. ГОСТ 1144-80. Шурупы с полукруглой головкой. Конструкция и размеры. Москва, 2003.

20. ГОСТ 1145-80. Шурупы с потайной головкой. Конструкция и размеры. Москва, 1997.

21. ГОСТ 1146-80. Шурупы с полупотайной головкой. Конструкция и размеры. Москва, 1997.

22. ГОСТ 1173-2006. Фольга, ленты, листы и плиты медные. Технические условия. Москва, 2008.

23. ГОСТ 1208-90. Трубы бронзовые прессованные. Технические условия. Москва, 2003.

24. ГОСТ 1209-90. Баббиты кальциевые в чушках. Технические условия. Москва, 2001.

25. ГОСТ 1215-79. Отливки из ковкого чугуна. Общие технические условия. Москва, 2002.

26. ГОСТ 1320-74. Баббиты оловянные и свинцовые. Технические условия. Москва, 2001.

27. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. Москва, 2004.

28. ГОСТ 1414-75. Прокат из конструкционной стали высокой обрабатываемости резанием. Технические условия. Москва, 2004.

29. ГОСТ 1435-99. Прутки, полосы и мотки из инструментальной легированной стали. Общие технические условия. Минск, 2004.

30. ГОСТ 1491-80. Винты с цилиндрической головкой классов точности А и В. Конструкция и размеры. Москва, 2006.

31. ГОСТ 1535-2006. Прутки медные. Технические условия. Москва, 2008.

32. ГОСТ 1583-93. Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия. Минск, 2003.

33. ГОСТ 1585-85. Чугун антифрикционный для отливок. Марки. Москва, 2004.

34. ГОСТ 1595-90. Полосы и ленты из алюминивно-марганцевой бронзы. Технические условия. Москва, 1990.

35. ГОСТ 1628-78. Прутки бронзовые. Технические условия. Москва, 2003.

36. ГОСТ 1761-92. Полосы и ленты из оловянно-фосфористой и оловянно-цинковой бронзы. Технические условия. Москва, 2005.

37. ГОСТ 1789-70. Полосы и ленты из бериллиевой бронзы. Технические условия. Москва, 1986.

38. ГОСТ 2060-2006. Прутки латунные. Технические условия. Москва, 2008.

39. ГОСТ 2208-2007. Фольга, ленты, листы и плиты латунные. Технические условия. Москва, 2008.

40. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. Москва, 2010.

41. ГОСТ 2591-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный квадратный. Сортамент. Москва, 2009.

42. ГОСТ 2688-80. Канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции 6×19 (1+6+6/6)+1 о.с. Сортамент. Москва, 2002.

43. ГОСТ 2715-75. Сетки металлические проволочные. Типы, основные параметры и размеры. Москва, 2003.

44. ГОСТ 2856-79. Сплавы магниевые литейные. Марки. Москва, 2004.

45. ГОСТ 2879-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный шестигранный. Сортамент. Москва, 2009.

46. ГОСТ 2991-85. Ящики дощатые неразборные для грузов массой до 500 кг. Общие технические условия. Москва, 2008.

47. ГОСТ 3092-80. Канат плоской конструкции 8×4×9 (0+9)+32 о.с. Сортамент. Москва, 2002.

48. ГОСТ 3128-70. Штифты цилиндрические незакаленные. Технические условия. Москва, 1992.

49. ГОСТ 3129-70. Штифты конические незакаленные. Технические условия. Москва, 1992.

50. ГОСТ 3241-91. Канаты стальные. Технические условия. Москва, 2008.

51. ГОСТ 3262-75. Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия. Москва, 2007.

52. ГОСТ 3282-74. Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения. Технические условия. Москва, 2007.

53. ГОСТ 3882-74. Сплавы твердые спеченные. Марки. Москва, 2008.

54. ГОСТ 4028-63. Гвозди строительные. Конструкция и размеры. Москва, 2009.

55. ГОСТ 4032-63. Гвозди отделочные круглые. Конструкция и размеры. Москва, 2009.

56. ГОСТ 4033-63. Гвозди обойные круглые. Конструкция и размеры. Москва, 2009.

57. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. Москва, 2008.

58. ГОСТ 4748-92. Полосы и ленты из кремнисто-марганцевой бронзы. Технические условия. Москва, 1997.

59. ГОСТ 4784-97. Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки. Минск, 2009.

60. ГОСТ 4832-95. Чугун литейный. Технические условия. Минск, 2004.

61. ГОСТ 5017-2006. Бронзы оловянные, обрабатываемые давлением. Марки. Москва, 2008.

62. ГОСТ 5221-2008. Проволока из оловянно-цинковой бронзы. Технические условия. Москва, 2008.

63. ГОСТ 5222-72. Проволока из кремнемарганцевой бронзы. Технические условия. Москва, 1994.

64. ГОСТ 5530-2004. Ткани упаковочные и технического назначения из лубяных волокон. Общие технические условия. Москва, 2005.

65. ГОСТ 5632-72. Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки. Москва, 2004.

66. ГОСТ 5915-70. Гайки шестигранные класса точности В. Конструкция и размеры. Москва, 2010.

67. ГОСТ 5950-2000. Прутки, полосы и мотки из инструментальной легированной стали. Общие технические условия. Минск, 2004.

68. ГОСТ 6009-74. Лента стальная горячекатаная. Технические условия. Москва, 2003.

69. ГОСТ 6511-60. Прутки оловянно-цинковой бронзы. Технические условия. Москва, 1993.

70. ГОСТ 6942-98. Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним. Технические условия. Москва, 1999.

71. ГОСТ 6958-78. Шайбы увеличенные. Классы точности А и С. Технические условия. Москва, 2006.

72. ГОСТ 7293-85. Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки. Москва, 2004.

73. ГОСТ 7566-94. Металлопродукция. Приемка, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение. Минск, 2005.

74. ГОСТ 7769-82. Чугун легированный для отливок со специальными свойствами. Марки. Москва, 2004.

75. ГОСТ 7786-81. Болты с потайной головкой и квадратным подголовком класса точности С. Конструкция и размеры. Москва, 2006.

76. ГОСТ 7795-70. Болты с шестигранной уменьшенной головкой и направляющим подголовком класса точности В. Конструкция и размеры. Москва, 2010.

77. ГОСТ 7796-70. Болты с шестигранной уменьшенной головкой класса точности В. Конструкция и размеры. Москва, 2010.

78. ГОСТ 7798-70. Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкция и размеры. Москва, 2001.

79. ГОСТ 7801-81. Болты с увеличенной полукруглой головкой и усом класса точности С. Конструкция и размеры. Москва, 2006.

80. ГОСТ 7802-81. Болты с увеличенной полукруглой головкой и квадратным подголовком класса точности С. Конструкция и размеры. Москва, 2006.

81. ГОСТ 7805-70. Болты с шестигранной головкой класса точности А. Конструкция и размеры. Москва, 2010.

82. ГОСТ 7808-70. Болты с шестигранной уменьшенной головкой класса точности А. Конструкция и размеры. Москва, 2010.

83. ГОСТ 7871-75. Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия. Москва, 1990.

84. ГОСТ 8239-89. Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент. Москва, 2003.

85. ГОСТ 8240-97. Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент. Минск, 2008.

86. ГОСТ 8278-83. Швеллеры стальные гнутые равнополочные. Сортамент. Минск, 2003.

87. ГОСТ 8281-80. Швеллеры стальные гнутые неравнополочные. Сортамент. Минск, 2003.

88. ГОСТ 8509-93. Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент. Минск, 2005.

89. ГОСТ 8510-86. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные. Сортамент. Минск, 2003.

90. ГОСТ 8559-75. Сталь калиброванная квадратная. Сортамент. Москва, 2003.

91. ГОСТ 8560-78. Прокат калиброванный шестигранный. Сортамент. Москва, 2008.

92. ГОСТ 8617-81. Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия. Москва, 1987.

93. ГОСТ 8732-78. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент. Москва, 2007.

94. ГОСТ 9066-75. Шпильки для фланцевых соединений с температурой среды от 0 град. С до 650 град. С. Типы и основные размеры. Москва, 2003.

95. ГОСТ 9583-75. Трубы чугунные напорные, изготовленные методами центробежного и полунепрерывного литья. Технические условия. Минск, 2010.

96. ГОСТ 10025-78. Прутки оловянно-фосфористой бронзы. Технические условия. Москва, 2002.

97. ГОСТ 10160-75. Сплавы прецизионные магнитно-мягкие. Технические условия. Москва, 2004.

98. ГОСТ 10198-91. Ящики деревянные для грузов массой св. 200 до 20000 кг. Общие технические условия. Москва, 2008.

99. ГОСТ 10299-80. Заклепки с полукруглой головкой классов точности В и С. Технические условия. Москва, 2004.

100. ГОСТ 10300-80. Заклепки с потайной головкой классов точности В и С. Технические условия. Москва, 2004.

101. ГОСТ 10303-80. Заклепки с плоской головкой классов точности В и С. Технические условия. Москва, 2004.

102. ГОСТ 10533-86. Лента холоднокатаная из термобиметаллов. Технические условия. Москва, 2003.

103. ГОСТ 10607-94. Гайки шестигранные низкие (с фаской) с диаметром резьбы свыше 48 мм класса точности В. Технические условия. Минск, 2006.

104. ГОСТ 10994-74. Сплавы прецизионные. Марки. Москва, 2004.

105. ГОСТ 11069-2001. Алюминий первичный. Марки. Минск, 2008.

106. ГОСТ 13463-77. Шайбы стопорные с лапкой. Конструкция и размеры. Москва, 2006.

107. ГОСТ 13616-97. Профили прессованные прямоугольные полосового сечения из алюминия, алюминиевых и магниевых сплавов. Сортамент. Минск, 1998.

108. ГОСТ 13617-97. Профили прессованные бульбообразные углового сечения из алюминия, алюминиевых и магниевых сплавов. Сортамент. Минск, 1998.

109. ГОСТ 13618-97. Профили прессованные косоугольные фитингового углового сечения из алюминия, алюминиевых и магниевых сплавов. Сортамент. Минск, 1998.

110. ГОСТ 13619-97. Профили прессованные прямоугольные фасонного зетового сечения из алюминия, алюминиевых и магниевых сплавов. Сортамент. Минск, 1998.

111. ГОСТ 13620-90. Профили прессованные прямоугольные равнополочного зетового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов. Сортамент. Москва, 1995.

112. ГОСТ 13621-90. Профили прессованные прямоугольные равнополочного двутаврового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов. Сортамент. Москва, 1990.

113. ГОСТ 13622-91. Профили прессованные прямоугольные равнополочного таврового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов. Сортамент. Москва, 1991.

114. ГОСТ 13623-90. Профили прессованные прямоугольные равнополочного швеллерного сечения из алюминиевых и магниевых сплавов. Сортамент. Москва, 1991.

115. ГОСТ 13624-90. Профили прессованные прямоугольные отбортованного швеллерного сечения из алюминиевых и магниевых сплавов. Сортамент. Москва, 1990.

116. ГОСТ 13737-90. Профили прессованные прямоугольные равнополочного углового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов. Сортамент. Москва, 1990.

117. ГОСТ 13738-91. Профили прессованные прямоугольные неравнополочного углового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов. Сортамент. Москва, 1991.

118. ГОСТ 14113-78. Сплавы алюминиевые антифрикционные. Марки. Москва, 2003.

119. ГОСТ 14192-96. Маркировка грузов. Москва, 2008.

120. ГОСТ 14737-69. Шпонки призматические привертные. Конструкция. Москва, 1999.

121. ГОСТ 14739-69. Шпонки круглые. Конструкция. Москва, 2005.

122. ГОСТ 14838-78. Проволока из алюминия и алюминиевых сплавов для холодной высадки. Технические условия. Москва, 1999.

123. ГОСТ 14957-76. Сплавы магниевые деформируемые. Марки. Москва, 2004.

124. ГОСТ 14959-79. Прокат из рессорно-пружинной углеродистой и легированной стали. Технические условия. Москва, 2006.

125. ГОСТ 15527-2004. Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением. Марки. Минск, 2004.

126. ГОСТ 15834-77. Проволока из бериллиевой бронзы. Технические условия. Москва, 1999.

127.ГОСТ 15835-70. Прутки из бериллиевой бронзы. Технические условия. Москва, 1999.

128.ГОСТ 15885-77. Ленты и полосы из оловянно-цинково-свинцовой бронзы. Технические условия. Москва, 1989.

129.ГОСТ 17066-94. Прокат тонколистовой из стали повышенной прочности. Технические условия. Минск, 2009.

130.ГОСТ 17232-99. Плиты из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия. Минск, 2000.

131.ГОСТ 17475-80. Винты с потайной головкой классов точности А и В. Конструкция и размеры. Москва, 2008.

132.ГОСТ 17575-90. Профили прессованные прямоугольные таврошвеллерного сечения из алюминиевых и магниевых сплавов. Сор-тамент. Москва, 1990.

133.ГОСТ 17576-97. Профили прессованные косоугольные трапециевидного отбортованного сечения из алюминия, алюминиевых и магниевых сплавов. Сортамент. Минск, 1998.

134.ГОСТ 17746-96. Титан губчатый. Технические условия. Минск, 2001.

135.ГОСТ 17809-72. Материалы магнитотвердые литые. Марки. Москва, 2001.

136.ГОСТ 18175-78. Бронзы безоловянные, обрабатываемые давлени-ем. Марки. Москва, 2000.

137.ГОСТ 18351-73. Прутки прессованные из магниевых сплавов. Технические условия. Москва, 1987.

138.ГОСТ 19240-73. Рельсы для наземных и подвесных путей. Сор-тамент. Москва, 2003.

139.ГОСТ 19265-73. Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия. Москва, 2003.

140.ГОСТ 19281-89. Прокат из стали повышенной прочности. Об-щие технические условия. Москва, 2009.

141.ГОСТ 19441-74. Трубы прессованные из магниевых сплавов. Технические условия. Москва, 1985.

142.ГОСТ 19657-84. Профили прессованные из магниевых сплавов. Технические условия. Москва, 2001.

143.ГОСТ 19738-74. Припой серебряные. Марки. Москва, 2001.

144.ГОСТ 19771-93. Уголки стальные гнутые равнополочные. Сор-тамент. Минск, 2003.

145.ГОСТ 19772-93. Уголки стальные гнутые неравнополочные. Сортамент. Минск, 2003.

146.ГОСТ 19807-91. Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки. Минск, 2001.

147.ГОСТ 19903-74. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. Москва, 2008.

148.ГОСТ 19904-90. Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент. Москва, 2003.

149.ГОСТ 21022-75. Сталь хромистая для прецизионных подшип-ников. Технические условия. Москва, 2000.

150.ГОСТ 21427.1-83. Сталь электротехническая холоднокатаная анизотропная тонколистовая. Технические условия. Москва, 2003.

151.ГОСТ 21427.2-83. Сталь электротехническая холоднокатаная изотропная тонколистовая. Технические условия. Москва, 2003.

152.ГОСТ 21437-95. Сплавы цинковые антифрикционные. Марки, технические требования и методы испытаний. Москва, 2008.

153.ГОСТ 21488-97. Прутки прессованные из алюминия и алюми-ниевых сплавов. Технические условия. Минск, 2001.

154.ГОСТ 21631-76. Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия. Москва, 2008.

155.ГОСТ 21650-76. Средства скрепления тарно-штучных грузов в транспортных пакетах. Общие требования. Москва, 2003.

156.ГОСТ 21930-76. Припой оловянно-свинцовые в чушках. Тех-нические условия. Москва, 2008.

157.ГОСТ 23137-78. Припой медно-цинковые. Марки. Москва, 2000.

158.ГОСТ 21945-76. Трубы бесшовные горячекатаные из сплавов на основе титана. Технические условия. Москва, 2004.

159.ГОСТ 21990-76. Плиты из магниевых сплавов. Технические ус-ловия. Москва, 1997.

160.ГОСТ 22042-76. Шпильки для деталей с гладкими отверстиями. Класса точности В. Конструкция и размеры. Москва, 2003.

161.ГОСТ 22178-76. Листы из титана и титановых сплавов. Техниче-ские условия. Москва, 2005.

162.ГОСТ 22635-77. Листы из магниевых сплавов. Технические ус-ловия. Москва, 1977.

163.ГОСТ 23755-79. Плиты из титана и титановых сплавов. Техни-ческие условия. Москва, 1991.

164.ГОСТ 24301-93. Прутки и трубы бронзовые и латунные литые. Технические условия. Минск, 1996.

- 165.ГОСТ 24890-81. Трубы сварные из титана и титановых сплавов. Технические условия. Москва, 1981.
- 166.ГОСТ 26358-84. Отливки из чугуна. Общие технические условия. Москва, 2002.
- 167.ГОСТ 26492-85. Прутки катаные из титана и титановых сплавов. Технические условия. Москва, 1985.
- 168.ГОСТ 26653-90. Подготовка генеральных грузов к транспортированию. Общие требования. Москва, 1990.
- 169.ГОСТ 27265-87. Проволока сварочная из титана и титановых сплавов. Технические условия. Москва, 1987.
- 170.ГОСТ 27772-88. Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия. Москва, 2008.
- 171.ГОСТ 28394-89. Чугун с вермикулярным графитом для отливки. Марки. Москва, 2004.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
1. КЛАССИФИКАЦИЯ И АССОРТИМЕНТ ЧУГУНОВ	4
1.1. Передельные чугуны	4
1.2. Литейные чугуны	5
1.3. Чугуны специального назначения	12
2. КЛАССИФИКАЦИЯ И АССОРТИМЕНТ СТАЛЕЙ И ПРЕЦИЗИОННЫХ СПЛАВОВ	19
2.1. Классификация сталей	19
2.2. Маркировка сталей	21
2.3. Области применения конструкционных сталей.....	27
2.4. Области применения инструментальных сталей.....	55
2.5. Прецизионные сплавы	66
3. КЛАССИФИКАЦИЯ И АССОРТИМЕНТ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ИХ СПЛАВОВ	79
3.1. Алюминий и сплавы на его основе	79
3.2. Медь и сплавы на ее основе	89
3.3. Титан и сплавы на его основе	104
3.4. Магний и сплавы на его основе	107
3.5. Антифрикционные (подшипниковые) сплавы	111
3.6. Твердые сплавы	118
4. ПРОДУКЦИЯ ИЗ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ	124
4.1. Металлопродукция, получаемая методами обработки давлением	124
4.2. Продукция литейного производства	163
4.3. Сортамент металлоизделий промышленного назначения	169
4.4. Припои	175
5. ПРИЕМКА, МАРКИРОВКА, УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ.....	181
5.1. Приемка металлопродукции	181
5.2. Маркировка металлопродукции	183
5.3. Упаковка металлопродукции	185
5.4. Транспортирование и хранение металлопродукции	187
Приложение. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ «ТОВАРОВЕДЕНИЕ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ» ДИСЦИПЛИНЫ «ТОВАРОВЕДЕНИЕ».....	189
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	223

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Репозиторий БГАТУ

Учебное издание

Корнеева Валерия Константиновна,
Капцевич Вячеслав Михайлович

ТОВАРОВЕДЕНИЕ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Пособие

Ответственный за выпуск *В. М. Капцевич*
Редактор *Н. А. Антипович*
Компьютерная верстка *В. К. Корнеевой*

Подписано в печать 11.03.2014. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л.13,72. Уч.-изд. л.10,72. Тираж 99 экз. Заказ 205.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.
ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.
Пр. Независимости, 99–2, 220023, Минск.