

ОПД 06 Процессы формообразования и инструменты

Тема: Конструкционные материалы

Задание для студентов

1. Ознакомиться с теоретическим материалом
2. Составить конспект лекции
3. Ответить на контрольные вопросы в **письменном виде**
4. Предоставить **конспект лекции и ответы** на контрольные вопросы в электронном виде на проверку.

С уважением, *Гнатюк Ирина Николаевна.*

При необходимости вопросы можно задать по телефону: 072-136-54-46

Работы отправлять на электронную почту ira.gnatyuk.60@inbox.ru

ЛЕКЦИЯ

План

- 1 Классификация конструкционных материалов
- 2 Стали и сплавы с особыми свойствами
- 3 Чугуны, их состав и свойства
- 4 Цветные сплавы, их состав и свойства

Конструкционные материалы

Классификация сталей

Стали классифицируют по следующим признакам: химическому составу, способу производства, структуре, применению.

По химическому составу различают стали углеродистые и легированные. По основным легирующим элементам стали называют хромистыми, кремнистыми, хромоникелевыми, хромомарганцеванадиевыми и т.п. В зависимости от содержания легирующих элементов легированные стали делят на низколегированные (до 2,5%), среднелегированные (2,5-10%) и высоколегированные (более 10%).

По способу производства стали бывают: конвертерная, мартеновская, электросталь и сталь особых методов выплавки.

По содержанию вредных примесей (серы и фосфора) различают стали обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особо высококачественные.

Стали обыкновенного качества - углеродистые стали с содержанием до

0,5% углерода – выплавляют в кислородных конвертерах и в мартеновских печах; содержание фосфора до 0,07% и серы до 0,06%.

Стали качественные –углеродистые и легированные – выплавляют преимущественно в электропечах, содержание серы и фосфора до 0,035-0,04% каждого.

Стали высококачественные – главным образом легированные стали – выплавляют преимущественно в электропечах, а также в кислых мартеновских печах; содержание серы и фосфора до 0,025% каждого.

Стали особо высококачественные – легированные стали – выплавляют в электропечах, электрошлаковым переплавом и другими совершенными методами; содержание серы и фосфора до 0,015% каждого.

По структуре подразделяют стали, поставляемые в отожженном и нормализованном состояниях.

По применению стали подразделяются на следующие группы: конструкционные стали – для деталей машин и конструкций; инструментальные стали – для изготовления режущего и измерительного инструмента; стали и сплавы с особыми свойствами – например, жаропрочные, коррозионно-стойкие, магнитные и др.

Конструкционные строительные стали

Стали должны обладать достаточно высокими прочностью и ударной вязкостью как при обычной, так и при пониженной температуре, хорошей свариваемостью. Эти стали поставляют в виде горячекатаного сортового, фасонного и листового проката.

Углеродистые стали обыкновенного качества. Химический состав сталей группы А не регламентируется. Это связано с тем, что детали, изготовленные из сталей группы А, не подвергают термической обработке. Но для расчета размеров нагруженных деталей необходимо знать механические свойства стали.

Чем больше номер марки, тем выше прочность, но ниже пластичность стали. Например, для стали марки Ст1kp $\sigma_b = 310 - 400$ МПа и $\delta = 35-32\%$; для стали марок Ст3sp, Ст3ps $\sigma_b = 380 - 490$ МПа, $\delta = 26 - 23\%$, для стали марок Ст6sp, Ст6ps $\sigma_b = 600$ МПа и $\delta = 15 - 12\%$.

Для группы сталей Б гарантуемой характеристикой качества является химический состав. Так как известен химический состав, детали из сталей группы Б можно подвергать термической обработке.

Механические свойства сталей группы В должны соответствовать нормам для сталей аналогичных марок группы А, а химический состав – нормам для аналогичных марок группы Б.

Низколегированные конструкционные стали. Для металлических

конструкций применяют стали 14Г2 (для кожухов доменных печей), 10ХСНД (в мостостроении) и др., а для армирования железобетонных конструкций — 18Г2С, 35ГС и др. Эти стали хорошо свариваются. Их иногда поставляют в термически обработанном состоянии (после нормализации, улучшения или термомеханической обработки). Преимуществом этих сталей является более низкий порог хладноломкости.

Листовая сталь для холодной штамповки

В зависимости от степени деформации листа сталь делят на следующие группы: глубокой вытяжки (Г) и нормальной вытяжки (Н). Для холодной штамповки применяют, например, сталь марки 08kp. В этой стали мало углерода (0,05—0,11%) и кремния (0,03%), что улучшает деформируемость, так как углерод и кремний снижав способность стали к вытяжке.

Цементуемые (низкоуглеродистые) стали

Цементуемые углеродистые стали (к ним относят стали марок 15, 20) применяют для изготовления деталей небольших размеров, работающих на износ при малых нагрузках, когда прочность сердцевины не влияет на эксплуатационные свойства (втулки, валики, оси, шпильки и др.). После цементации, закалки в воде и низкого отпуска поверхность стали имеет высокую твердость HRC 58—6), а сердцевина не упрочняется.

Цементуемые легированные стали целесообразно применять для крупных и тяжело нагруженных деталей и в том числе для деталей, у которых необходимо иметь высокую твердость поверхностного слоя и достаточно прочную вязкую сердцевину. В легированных цементуемых сталях, несмотря на небольшое содержание углерода, благодаря значительному количеству легирующих примесей гораздо легче получить при термической обработке более высокую прочность и вязкость сердцевины.

Высокопрочные стали

Это практически безуглеродистые (с содержанием углерода 0,03 %) сплавы железа с никелем (8—20 %), дополнительно легированные другими элементами (T1, Mo, Co, Al). Упрочнение их достигается благодаря наличию мартенситной структуры, получаемой при закалке, и старению (отпуску).

Стали находят применение для ответственных деталей в самолетостроении, ракетной технике, судостроении.

Автоматные стали

Автоматные стали марок A12, A20, A30, A40Г отличаются от других конструкционных сталей повышенным содержанием серы (до 0,3%) и фосфора (до 0,15%).

Характерной особенностью автоматных сталей является хорошая обрабатываемость резанием, поскольку сера образует большое количество включений сернистого марганца MnS, нарушающих сплошность металла, а фосфор, растворяясь в феррите, сильно снижает его вязкость. Обрабатываемость улучшают также присадкой к стали небольшого количества свинца, селена и других элементов. При механической обработке автоматных сталей образуется короткая, ломкая стружка, что особенно важно при работе на быстроходных станках-автоматах. Поверхность обработанных деталей получается чистой и ровной.

Недостаток автоматных сталей — пониженная пластичность.

Стали и сплавы с особыми свойствами

Коррозионностойкие (нержавеющие) стали

Стали, устойчивые против электрохимической коррозии, называют коррозионностойкими (нержавеющими). Антикоррозионными свойствами сталь обладает в том случае, если она легирована большим количеством хрома или хрома и никеля.

Хромистые коррозионно-стойкие стали. Содержание хрома в стали должно быть не менее 12%. При меньшем содержании хрома сталь не способна сопротивляться коррозии. Широко применяют стали марок 12Х13, 40Х13, 12Х17, 08Х17Т.

Хромоникелевые коррозионностойкие стали содержат большое количество хрома и никеля, мало углерода.

Хромоникелевые стали имеют большую коррозионную стойкость, чем хромистые, и их широко применяют в химической, нефтяной и пищевой промышленности, в автостроении, транспортном машиностроении. Для экономии дорогостоящего никеля его частично заменяют марганцем. Например, сталь 10Х14Г14Н3 используют как заменитель стали 12Х18Н9.

Жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы

К жаростойким (окалиностойким) относят стали и сплавы, обладающие стойкостью против химического разрушения поверхности в газовых средах при температурах выше 550°C и работающие в *ненагруженном* или *слабонагруженном* состоянии.

Жаропрочные стали и сплавы классифицируют по основному признаку — температуре эксплуатации.

Для работы при температурах до 350-400°C применяют обычные конструкционные стали (углеродистые и низколегированные).

Магнитные стали и сплавы. Магнитные сплавы в зависимости от

значений коэрцитивной силы и магнитной проницаемости делят на *магнитотвердые* — сплавы большой коэрцитивной силой ($Hc > 4$ кА/м) и малой магнитной проницаемостью (их применяют для постоянных магнитов) и *магнитомягкие*, для которых характерны малая коэрцитивная сила ($Hc < 4$ кА/м) и высокая магнитная проницаемость

Чугуны, их состав и свойства

Чугун, выплавляемый в доменных печах, может быть различным в зависимости от перерабатываемой железной руды.

Белый чугун

Белый чугун очень хрупкий, практически не поддается обработке резанием, его твердость достигает 700 ... 800 НВ. Из-за высокой твердости и хрупкости белый чугун как конструкционный материал прямого применения не имеет.

Литейный серый чугун

Литейный серый чугун свое название получил благодаря высоким литейным свойствам (жидкотекучесть и низкая усадка), а также из-за темно-серого цвета. Мягкий, хорошо подвергается обработке резанием. Снижение содержания углерода понижает его литейные свойства. В связи с этим устанавливается нижний предел по массовой доле углерода (2,2%).

Согласно ГОСТ 1412—87 существуют следующие марки серого чугуна: СЧ10, СЧ15, СЧ18, СЧ20, СЧ21, СЧ24, СЧ25, СЧ30, СЧ35, СЧ40 и СЧ45, где буквы СЧ означают литейный серый чугун, а цифры — предел прочности при растяжении. Например, чугун марки СЧ15 имеет прочность при растяжении 150 МПа (15 кгс/мм²).

Ковкий чугун

Ковким чугуном называют чугун, полученный из белого чугуна путем длительного отжига (томления).

Согласно ГОСТ 1215—79 выпускают следующие марки ковкого чугуна: КЧ 30-6, КЧ 30-8, КЧ 35-10, КЧ 37-12, КЧ 45-7, КЧ 50-3, КЧ 50-4, КЧ 60-3, КЧ 65-3, КЧ 70-2, КЧ 80-1,5, где КЧ — ковкий чугун; первые цифры обозначают предел прочности при растяжении, цифры после дефиса — относительное удлинение.

Ковкие чугуны идут на изготовление деталей небольших сечений, работающих при тяжелых условиях: абразивном изнашивании, ударных и знакопеременных нагрузках, в автомобильном, тракторном и текстильном машиностроении, котло-, вагоно- и дизелестроении.

Высокая прочность и плотность отливок ковкого чугуна дает возможность их широкого применения в качестве водопроводных,

газопроводных установок и аппаратуры.

Недостаток ковких чугунов — высокая стоимость отливок из-за длительного отжига и metallургических агрегатов со специальным оборудованием.

Высокопрочный чугун

Этот чугун, по сравнению с обычным серым литьевым чугуном, обладает высокими механическими свойствами, сочетающими в себе свойства стали и чугуна. Конструкционный материал, применяемый для литья деталей и изделий со структурой шаровидного графита, получил название высокопрочного чугуна. По ГОСТ 26358—84 выпускаются следующие марки высокопрочного чугуна: ВЧ 38-17, ВЧ 42-12, ВЧ 45-5, ВЧ 50-2, ВЧ 50-7, ВЧ 60-2, ВЧ 70-2, ВЧ 80-2, ВЧ 100-2, ВЧ 120-2. Буквы ВЧ означают высокопрочный чугун, цифры после букв — предел прочности при растяжении, через дефис — относительное удлинение. Например, чугун ВЧ 50-2 имеет предел прочности при растяжении $\sigma_b=500$ МПа (50 кгс/мм²), а относительное удлинение $\delta=2\%$.

Специальные чугуны

К специальным чугунам относятся чугуны, которые кроме механических и технологических свойств имеют высокие износостойкость, теплостойкость, химическую стойкость, магнитные и другие свойства. В настоящее время выпускаются антифрикционные и легированные.

Антифрикционные чугуны. По ГОСТ 1585—85 выпускаются следующие марки антифрикционных чугунов: АЧС-1, АЧС-2, АЧС-3, АЧС-4, АЧС-5, АЧС-6, АЧВ-1, АЧВ-2, АЧК-1, АЧК-2.

В обозначении марок приняты следующие сокращения: АЧ — антифрикционный чугун; С — серый чугун с пластинчатым графитом; В — высокопрочный чугун с шаровидным графитом; К — ковкий чугун с компактным графитом. Цифры в маркировке чугунов соответствуют степени легирования.

Основными достоинствами антифрикционных чугунов являются их низкая стоимость и высокая механическая прочность, что позволяет их использовать в узлах трения с большими нагрузками.

Легированные чугуны. По ГОСТ 7769—82 выпускаются легированные чугуны для отливок со специальными свойствами (жаростойкие, коррозионно-стойкие, износостойкие, жаропрочные, магнитные, немагнитные) следующих групп: хромистые, кремнистые, алюминиевые, марганцовистые, никелевые и др.

Приведем некоторые марки легированных чугунов: ЧХ1, ЧХ2, ЧХ16, ЧХ28, ЧС5, ЧС15, ЧЮ7С5, ЧЮ30, ЧГ6С3Ш, ЧН11Г7Ш, ЧН20Д2Ш и др.,

всего приблизительно 40 марок.

В маркировке чугунов приняты следующие обозначения: Ч — чугун; легирующие элементы обозначаются буквами: Х — хром, С — кремний, Г — марганец, Н — никель, М — молибден, Д — медь, Т — титан, П — фосфор, Ю — алюминий; буква Ш указывает на то, что структура чугуна имеет шаровидную форму. Цифры, стоящие после букв, обозначают примерное процентное содержание легирующих элементов.

Легированные чугуны обладают высокими механическими свойствами. Твердость отдельных марок достигает 400 ... 500 НВ, предел прочности при растяжении $\sigma_b = 400 \dots 600$ МПа. Теплостойкость достигает 1 000°C.

Легированные чугуны нашли широкое применение в различных отраслях машиностроения, электрических машинах, постоянных магнитах, деталях, работающих при высоких температурах, в среде активных газов, кислотах и щелочах.

Чугуны могут быть низколегированными и высоколегированными и имеют широкий диапазон по массовой доле химических элементов.

Цветные сплавы, их состав и свойства

Сплавы на основе меди

В технике используют **сплавы меди** с цинком, оловом, алюминием, бериллием, кремнием, марганцем, никелем, свинцом. Легирование меди повышает ее механические, технологические и антифрикционные свойства, Наиболее распространенными сплавами меди являются **латуни и бронзы**.

Латуни

Латуни - группа сплавов, где основными компонентами являются медь и цинк. Механическая прочность латуней выше, чем меди, они хорошо обрабатываются резанием. Большим их преимуществом является их пониженная стоимость, т .к. цинк значительно дешевле меди. Латуни широко применяются в приборостроении, в общем и химическом машиностроении.

По химическому составу латуни разделяют на **простые** (легированные только цинком) и **специальные**, которые помимо цинка содержат в качестве легирующих элементов свинец, олово, никель, марганец.

Двойные латуни в соответствии с ГОСТ 17711-80 выпускают шести марок и обозначают русской буквой Л. Следующая за ней цифра указывает средний процент меди в этом сплаве.

Наиболее широко применяют латуни, содержащие до 40% цинка. Эти латуни хорошо плавятся, хорошо обрабатываются давлением в горячем состоянии.

Таблица 1 — Состав и свойства двойных латуней

Марка латуни	Содержание элементов, %		$\sigma_{\text{в}}$, МПа	δ , %
	Cu	Сумма примесей		
Л96	95-97	0,2	240	52
Л90	88-91	0,2	260	44
Л85	84-86	0,3	280	43
Л80	79-81	0,3	310	52
Л70	69-72	0,2	320	55
Л68	67-70	0,3	330	56
Л62	60,5-63,5	0,5	360	49

Примечание: Остальное — цинк

Легирующие элементы специальных латуней повышают механические свойства, улучшают обрабатываемость и коррозионностойкость **специальных** латуней.

Свинец ухудшает пластические свойства латуни, но улучшает обрабатываемость резанием. Их этих латуней изготавливают детали, вытачиваемые на станках-автоматах (автоматные латуни).

Олово повышает прочность латуни и сопротивление коррозии в морской воде. Поэтому латуни, содержащие олово, называют еще морскими латунями.

Никель повышает прочность и коррозионную стойкость латуней.

Марганец повышает прочность и коррозионную стойкость, особенно в присутствии алюминия, железа, олова.

Кремний повышает твердость, прочность, а совместно со свинцом улучшает антифрикционные свойства.

Все латуни по технологическому признаку делят на **деформируемые** (из которых изготавливают листы, ленту, трубы, проволоку) и **литейные** (для фасонного литья).

Таблица 2—Химический состав и примерное назначение специальных латуней

Латунь (основа цинк)	Марка латуни	Cu	Легирующие элементы	Назначение
Деформируемые латуни				
Алюминиевая	ЛА77-2	76-79	1,75-2,5Al	Трубы конденсаторные
Никелевая	ЛН65-5	64-67	5-6,5 Ni	проводка, листы
Марганцовистая	ЛМц58-2	57-60	1-2 Mn	полосы, прутки проводка, листы
Марганцовисто-алюминиевая	ЛМц57-3-1	55-58,5	2,5-3,5Mn 0,5-1,5 Al	Поковки
Оловянная	ЛО70-1	69-71	1-1,5 Sn	Трубы
Свинцовистая	ЛС59-1	57-60	0,8-1,9 Pb	Листы, полосы ленты, прутки

Кремнистая	ЛК80 -3	79-81	2,5-4Si	Поковки и штамповки
Литейные латуни				
Алюминиевожелезисто-марганцовистая	ЛАЖМц66-6-3-2	64-68	6-7A1 2-4Fe 1,5-2,5Mn	Гайки, винты червячные
Кремнистосвинцовистая	ЛКГ80-3-3	79-81	2,54,5Si 2-4Pb	Подшипники и втулки
Марганцовистооловянно-свинцовистая	ЛМцОГ58 2-2-2	56-60	1,5-,5Mn, 1,5-2 Sn 0,5 2,5 Pb	Шестерни

Специальные латуни в обозначении имеют после буквы Л другую букву, а цифры, размещенные после цифры, показывающей процент меди, показывают процент добавок в марке латуни. Все добавляемые к латуни элементы обозначают **русскими буквами**: О— олово, Ц — цинк. С — свинец, Ж — железо, Мц — марганец, Н — никель, К — кремний, А — алюминий и т.д.

Например. **ЛС59-1** обозначает латунь свинцовая, содержащая 57-60%меди и 08-1,5% свинца. **ЛМц57-3-1** - латунь марганцево-алюминиевая, содержащая 55-58,5% меди, 2,5-3,5% марганца и 0,5-1,5% алюминия.

Бронзы

Бронза - сплав меди с оловом (с добавками алюминия, кремния и других элементов).

Свинец улучшает обрабатываемость бронзы на станках и ее антифрикционные свойства.

Фосфор является раскислителем для бронзы. Кроме того, он образует твердые включения, повышающие антифрикционные свойства.

Цинк улучшает технологические свойства, что позволяет экономить олово.

Бронзы маркируют русскими буквами Бр. Справа ставят элементы, входящие в бронзу: Ф - фосфор, Т - титан и др., но **цифры**, стоящие за буквами, обозначают среднее **содержание добавок** этих элементов в бронзе (кроме меди). Например, **БрОЦ4-3** означает, что в бронзе содержится в среднем 4% олова, 3% цинка, остальное - медь.

Таблица 3—Химический состав % и назначение оловянных бронз

Марка бронзы (основа - медь)	Sn	Легирующие элементы	Примерное назначение
Деформируемые бронзы			
БрОФ 6,5-0,15	6-7	0,10,25P	Ленты, полосы, прутки, проволока для пружин, детали подшипников
БрОЦ 4-3	3,5-4	2,7-3,3 Zn	Ленты, полосы, прутки, проволока для пружин и для аппаратуры хим.промышленности

БрОЦ 4-4-2,5	3,5	3-5Zn 1,5-3,5Pb	Ленты и полосы для прокладок во втулках подшипников
Литейные бронзы			
БрОЦСН3 7-5-1	2,5-4,5	3-9Zn 3-6Pb 0.5-1.5Ni	Аппаратура, работающая в условиях морской и пресной воды
БрОЦС 6-6-3	5-7	5-7 Zn	Антифрикционные детали
БрОЦС3,5-7,5	3-4,5	2-4Pb 5-6Zn	Детали для тракторов

Олово - дорогой и дефицитный металл, поэтому широкое применение нашли заменители оловянных бронз, называемые **безоловянными**. К ним относят алюминиевые, кремнистые и бериллиевые.

Таблица 4—Химический состав,% и назначение алюминиевых бронз

Марка бронзы	Al	Легирующие элементы, %	Примерное назначение
Бр А5	4-6	-	Ленты, полосы
Бр А7	6-8	-	
БрАМц 9-2	8-10	1,5-2,5Mn	Прутки, полосы, ленты, фасонное литье
БрАЖМц10-3-1,5	9-11	2-4Fe, 1-2Mn	Прутки, поковки, трубы, фасонное литье
БрАЖС 7-1,5-1,5	6-8	1-1,5Fe, 1-1,5Pb	Фасонное литье
БрАЖН 10-4-4Л	9,5-11	3,5-5,5Fe 3,5-5,5Ni	Прутки, трубы, поковки, фасонное литье
БрАЖН 11-6-6	10,5-11,5	5-6,5Fe, 5-6Ni	Фасонное литье

Кремнистые бронзы (БрКМц3-1 – БрКН1-3) имеют высокую пластичность и коррозионную стойкость. По механическим свойствам они превосходят оловянные бронзы, кроме того, они более дешевы.

Бериллиевые бронзы (БрБНТ 1,9-1,9% бериллия, 0,2-0,4% никеля, 0,1-0,25% титана, БрБ2 2% бериллия) имеют высокую прочность и упругость, из них изготавливают пружины, мембранны, контакты

Сплавы на основе алюминия

Алюминий - металл серебристо-белого цвета, легкий (плотность его 2,7 г/куб.см), легкоплавкий (температура плавления 660°С), имеет высокую тепло- и электропроводность, высокую коррозионную стойкость.

В зависимости от содержания примесей различают марки первичного алюминия: **A999** (99,999% Al), **A995**, **A99**, **A97**, **A95**.

Алюминиевые сплавы принято делить на две группы: **деформируемые и литейные**.

Деформируемые сплавы характеризуются невысокой прочностью, но хорошей пластичностью (δ до 40%). К ним относят:

- 1) сплавы высокой пластичности - система алюминий-магний или алюминий марганец (AMr-1% марганца, AMr1, AMr3, AMr5 AMr6 – от 1 до 6% марганца),

- 2) сплавы повышенной пластичности (авиали) - система алюминий-магний-кремний (АВ, АД31, АД33),
- 3) конструкционные сплавы (дюралюмины) - система алюминий-медь-магний (Д1, Д16, Д18, В65),
- 4) ковочные сплавы (система алюминий-медь-магний-кремний)- АК6, АК8),
- 5) высокопрочные сплавы (система алюминий-цинк-магний-медь (В95, В96),
- 6) жаропрочные сплавы (система алюминий-медь-магний (Д20) или алюминий-медь-магний (АК4-1)

Литейные алюминиевые сплавы классифицируют по хим. составу:

- 1) высококремнистые силумины - система алюминий-кремний (АЛ2, АЛ4)
- 2) низкокремнистые силумины -система алюминий-кремний-медь (АЛ5,АЛ6)
- 3) магналии - система алюминий-магний (АЛ8, АЛ13),
- 4) жаропрочные сплавы - система алюминий-медь (А7, АЛ19),
- 5) цинковистый силумин - система алюминий-цинк (АЛ11)

Большинство литейных алюминиевых сплавов очень чувствительны к загрязнению железом, т.к. падают их пластичность и ударная вязкость. Вредное влияние железа можно ослабить введением присадок марганца и хрома

Сплавы на основе титана

Титан - металл серого цвета с невысокой плотностью ($4,5 \text{ г/см}^3$), имеет высокие механические свойства, хорошую коррозионную стойкость, жаропрочность, удельную прочность.

Для повышения механических свойств титана его почти всегда легируют алюминием, а также молибденом, ванадием, хромом, марганцем, железом. Сплавы обладают почти удвоенной прочностью по сравнению с чистым титаном (но лишь до температуры 430°C).

Технический титан, применяемый в промышленности, делят на три марки.

Таблица 5—Химический состав технического титана

Марка титана	Примеси, % (не более)				
	Fe	Si	C	O	H
ВТ 1-0	0.18	0.10	0.07	0.12	0.010
ВТ 1-00	0.12	0.08	0.05	0.10	0.008
ВТ 1-1	0.3	0.15	0.10	0.15	0.015

Магниевые сплавы

Магний — серебристо-белый металл. Важнейшее его физическое свойство — малая плотность ($1,74 \text{ г/куб.см}$ при 20°C). Первичный магний имеет три марки: Mg96 (99,96 % магния), Mg95 (99,95%) и Mg90 (99,90%). В зависимости от марки допустимое содержание железа составляет 0,004-0,04%,

кремния 0,005-0,01 %, алюминия 0,005-0,01 %, ограничено также содержание меди, никеля, марганца и хлора.

Из магниевых сплавов наиболее широко применяются сплавы с алюминием (до 10%), цинком (до 6 %) и марганцем (до 2,5%) эти добавки значительно улучшают свойства магния. Различают **литейные** магниевые сплавы, маркируемые МЛ, и сплавы, **обрабатываемые давлением**, маркируемые МА. Цифра обозначает порядковый номер сплава.

Благодаря малой плотности и значительной удельной прочности магниевые сплавы широко применяют в приборостроении, транспортном машиностроении, в самолетостроении.

Таблица 6—Химический состав и механические свойства деформируемых магниевых сплавов

Марка сплава	Содержание легированных элементов, %			σ_B , МПа	δ , %
	Al	Mn	Zn		
МА1	-	1,3-2,5	-	240-260	150
МА8	-	1,3-2,2	-	240-260	200
МА2-1	3,8-5,0	0,15-0,5	0,2-0,8	260-280	150
МА5	7,8-9,2	0,5-0,5	0,2-0,8	310	150
МА14	-	-	5,6-6,0	340-350	125
МА12	-	-	-	280	200
МА21	4-6	0,15-0,5	0,8-2,0	260	250

Таблица 7—Химический состав и механические свойства литейных магниевых сплавов

Марка сплавов	Содержание легированных элементов, %				σ_B , МПа	δ , %
	Al	Mn	Zn	Zr		
МЛ5	7,5-10	0,15-0,5	0,2-0,8	-	230	5
МЛ6	9,0-10,2	0,1-0,5	0,6-1,2	-	220	4
МЛ12	-	-	4-5	0,6-1,1	230	5
МЛ10	-	-	0,1-0,7	0,4-1,0	250	5

Контрольные вопросы:

1. Какие стали относятся к конструкционным?
2. Как определить химический состав конструкционных сталей?
3. Как по маркировке отличить стали обычного качества от качественных сталей?
4. Что означает буква А в конце маркировки стали?
5. Что означает цифра в марке стали Ст6?