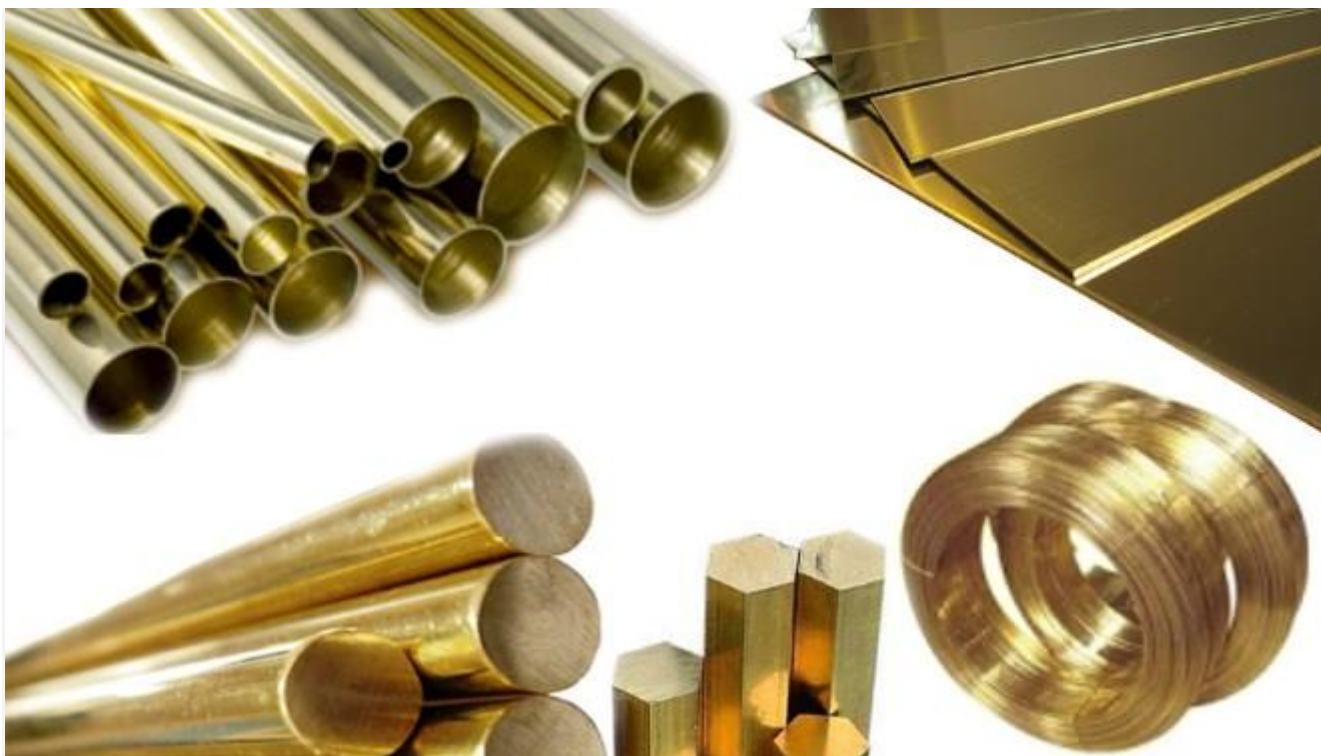


Латунь, которая хорошо известна и активно применяется уже на протяжении многих лет, является [сплавом меди с цинком](#). Изобретателем этого материала с целым рядом уникальных характеристик считается англичанин Джеймс Эмерсон, который и запатентовал его в 1781 году.



Латунный металлопрокат отличается хорошей коррозионной стойкостью и высокой прочностью

Элементы состава

Основу латуни составляют медь и цинк. В наиболее традиционном составе такого сплава медь содержится в количестве 70%, а цинк – 30%. Существуют марки технической латуни, в составе которой цинк содержится в количестве 48–50 процентов. Что характерно, больше 50% цинка, используемого для производства латунных сплавов, получают из отходов данного металла.

В зависимости от особенностей внутренней структуры различают латуни альфа- и альфа-бета-типа, которые также называют одно- и двухфазными.

Их основные отличия заключаются в следующем.

- В химическом составе латунных сплавов, относящихся к альфа-типу, содержится 35% цинка.
- Альфа-бета-латуни (двухфазные) на 47–50% состоят из цинка. В их составе также содержится свинец, количество которого не превышает 6%. Несмотря на то, что латунь, также созданная на основе меди, внешне очень похожа на некоторые [марки бронзы](#), по профессиональной классификации она не относится к [бронзовым сплавам](#). В составе некоторых видов латуни содержится олово – основной легирующий элемент бронзы, но его добавляют в очень незначительных количествах, чтобы добиться улучшения отдельных характеристик сплава. Кроме олова, в химическом составе отдельных марок латуни могут содержаться такие элементы, как свинец, марганец, железо, никель и др., которые также позволяют улучшить ее свойства.

Марка	Предел	Массовая доля, %								Расчетная плотность, г/см ³ , приблизительно	Пример применения
		Элемент									
		Си медь	Рь свинец	Fe железо	Sb сурьма	Вi висмут	р фосфор	Zn цинк	Сумма прочих элементов		
Л96	мин. макс.	95,0-97,0	0,03	0,1	0,005	0,002	0,01	Остальное	0,2	8,9	Листы, ленты, полосы, трубы, прутки, проволока для деталей в электротехнике, для медалей и значков
Л90	мин. макс.	88,0-91,0	0,03	0,1	0,005	0,002	0,01	Остальное	0,2	8,7	
Л85	мин. макс.	84,0-86,0	0,03	од	0,005	0,002	0,01	Остальное	0,3	8,7	
Л80	мин. макс.	79,0-81,0	0,03	0,1	0,005	0,002	0,01	Остальное	0,3	8,7	Листы, ленты, полосы, проволока, художественные изделия, сильфоны, манометрические трубки, гибкие шланги, музыкальные инструменты
Л70	мин. макс.	69,0-71,0	0,05	0,07	0,002	0,002	—	Остальное	0,2	8,5	Радиаторные ленты, полосы, трубы, теплообменники, музыкальные инструменты, детали, получаемые глубокой вытяжкой
Л68	мин. макс.	67,0-70,0	0,03	0,1	0,005	0,002	0,01	Остальное	0,3	8,5	Проволочные сетки, радиаторные ленты, трубы для теплообменников, детали, получаемые глубокой вытяжкой
Л63	мин. макс.	62,0-65,0	0,07	0,2	0,005	0,002	0,01	Остальное	0,5	8,5	Листы, ленты, полосы, трубы, прутки, фольга, проволока, детали, получаемые глубокой вытяжкой
Л60	мин. макс.	59,0-62,0	0,3	0,2	0,01	0,003	0,01	Остальное	1,0	8,4	Трубные доски в холодильных установках, штампованные детали, фурнитура

Примечания

- В латуни марки Л68, предназначенной для изготовления изделий специального назначения, массовая доля элементов не должна быть более: железа — 0,07 %, сурьмы — 0,002 %, фосфора — 0,05 %, мышьяка — 0,005 %, серы — 0,002 % (сумма прочих элементов — 0,2 %).
- В латунях марок Л96, Л90, Л80, Л70, Л68, Л63, Л60 допускается массовая доля никеля до 0,3 % за счет массовой доли меди, которую не учитывают в сумме прочих элементов.
- В латунях по согласованию с потребителем можно определять массовую долю олова, алюминия, марганца и кремния, значения которых учитывают в сумме прочих элементов.
- В латуни марки Л70, применяемой для производства конденсаторных труб и теплообменников, допускается массовая доля мышьяка до 0,06 % за счет массовой доли меди, которую не учитывают в сумме прочих элементов.
- В латуни марки Л63, применяемой в пищевой промышленности, массовая доля свинца не должна быть более 0,05 %.
- Для антимагнитных сплавов массовая доля железа не должна быть более 0,03 %.
- Расчетная плотность указана для расчета справочной теоретической массы изделий.
- Знак «—» обозначает, что данный элемент не нормируется и входит в сумму прочих элементов.
- Примеси, не указанные в таблице, учитывают в сумме прочих элементов, перечень которых определяют согласованием между потребителем и изготовителем.

Содержание химических элементов в простых (двойных) латунях

Марка	Предел	Массовая доля, %											Расчетная плотность, г/см ³ , приблизительно	Пример применения	
		Элемент													
		Си медь	Рь свинец	Fe железо	Sn олово	Ni никель	Al алюминий	Si кремний	Sb сурьма	Вi висмут	р фосфор	Zn цинк			Сумма прочих элементов
ЛС74-3	мин. макс.	72,0-75,0	2,4-3,0	0,1	—	—	—	—	0,005	0,002	0,01	Остальное	0,25	8,5	Ленты, полосы, прутки
ЛС64-2	мин. макс.	63,0-66,0	1,5-2,0	0,1	—	—	—	—	0,005	0,002	0,01	Остальное	0,3		
ЛС63-3	мин. макс.	62,0-65,0	2,4-3,0	0,1	0,10	—	—	—	0,005	0,002	0,01	Остальное	0,25	8,5	Ленты, полосы, прутки, проволока
ЛС59-1В	мин. макс.	57,0-61,0	0,8-1,9	0,5	—	—	—	—	0,01	0,003	0,02	Остальное	1,5	8,4	Прутки
ЛС59-1	мин. макс.	57,0-60,0	0,8-1,9	0,5	0,3	—	—	—	0,01	0,003	0,02	Остальное	0,75	8,4	Листы, ленты, полосы, прутки, профили, трубы, проволока, поковки
ЛС58-2	мин. макс.	57,0-60,0	1,0-3,0	0,7	1,0	0,6	0,3	0,3	0,01	—	—	Остальное	0,3	8,4	Полосы, прутки, проволока
ЛС58-3	мин. макс.	57,0-59,0	2,5-3,5	0,5	0,4	0,5	0,1	—	—	—	—	Остальное	0,2	8,45	Прутки
ЛС59-2	мин. макс.	57,0-59,0	1,5-2,5	0,4	0,3	0,4	0,1	—	—	—	—	Остальное	0,2	8,4	Прутки
ЛЖС58-1-1	мин. макс.	56,0-58,0	0,7-1,3	0,7-1,3	—	—	—	—	0,01	0,003	0,02	Остальное	0,5	8,4	Прутки

Примечания

- В свинцовых латунях допускается массовая доля никеля не более 0,5 %, в латунях марок ЛС59-1, ЛС59-1В, ЛС58-2 и ЛС58-3 — не более 1 % за счет массовой доли меди, которую не учитывают в общей сумме прочих элементов.
- В латуни марки ЛС59-1 сумма элементов олова и кремния должна быть не более 0,5 %.
- В латунях всех марок можно определять массовую долю олова, алюминия, марганца и кремния.
- В латуни марки ЛС58-2 массовая доля сурьмы при изготовлении прутков допускается не более 0,1 %.
- Расчетная плотность указана для расчета справочной теоретической массы изделий.
- Знак «—» обозначает, что данный элемент не нормируется и входит в сумму прочих элементов.
- Примеси, не указанные в таблице, учитывают в сумме прочих элементов, перечень которых определяют согласованием между потребителем и изготовителем.

Содержание химических элементов в свинцовых латунях

Изделия из латуни отличаются красивым золотисто-желтым цветом, хорошо поддаются полировке и другим видам механической обработки. В зависимости от марки сплава, из которого изготовлено изделие, последнее можно подвергать ковке в холодном или нагретом состоянии, но некоторые виды данного металла методами пластической деформации обрабатывать нельзя. Несмотря на то, что для латуни характерна высокая коррозионная устойчивость, поверхность изделий из данного металла при их длительном взаимодействии с окружающим воздухом покрывается окисной пленкой и темнеет. Чтобы избежать изменения цвета поверхности латунных изделий с течением времени, их часто покрывают защитным слоем бесцветного лака.

Химический состав и особенности внутренней структуры

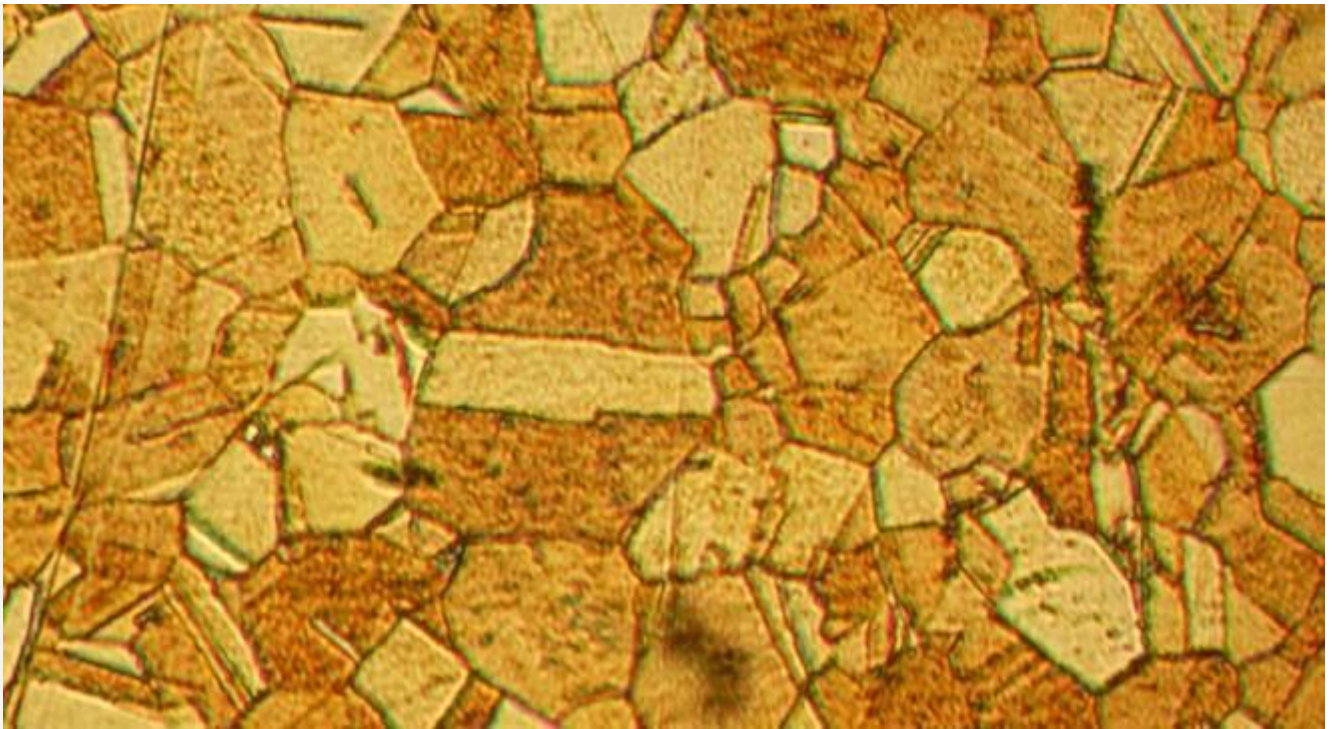
Чтобы хорошо разбираться в характеристиках латуни, важно понимать, какими свойствами обладают химические элементы, из которых она состоит. Такими элементами, как уже говорилось выше, являются медь и цинк.



Классификация латуней по химическому составу

Медь – это один из первых металлов, которые человек начал использовать для изготовления изделий различного назначения. Данный элемент, входящий в 11-ю группу IV периода таблицы Менделеева, имеет атомный номер 29 и обозначается как Cu (сокращение от Cuprum). Медь, которая является переходным металлом, отличается высокой пластичностью и красивым светло-золотистым цветом. При образовании оксидной пленки металл приобретает не менее красивый желтовато-красный оттенок.

Цинк – второй основной элемент в химическом составе латуни – также является металлом, который, в отличие от меди, не встречается в природе в чистом виде. Цинк, имеющий атомный номер 30, входит в побочную подгруппу 2-й группы IV периода таблицы Менделеева. Данный металл, производство которого начали еще в XII веке в Индии, отличается высокой хрупкостью в нормальных условиях. Без оксидной пленки, которая появляется на металле при его взаимодействии с открытым воздухом, его поверхность имеет светло-голубой цвет. Обозначается данный металл символом Zn (сокращение от Zincum).

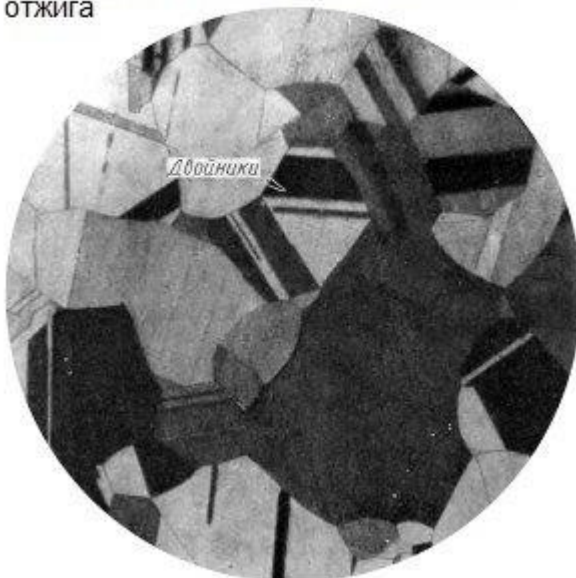


Так выглядит микроструктура отшлифованной латунной поверхности под 400-кратным увеличением

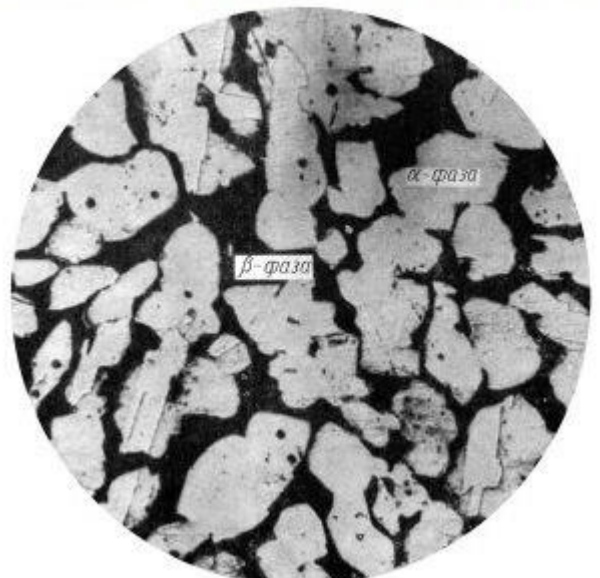
Структура латуни в зависимости от содержания в его составе основных компонентов может состоять из одной α - или одновременно $\alpha+\beta$ -фаз. Такие состояния, которые может принимать внутренняя структура сплава, отличаются следующими особенностями:

- α -фаза – это раствор меди и цинка, характеризующийся высокой стабильностью, в котором молекулы основного металла (меди) имеют гранецентрированную кубическую решетку;
- $\alpha+\beta$ -фаза – также стабильный раствор, в котором медь и цинк содержатся в соотношении 3:2 (в таком растворе молекулы меди имеют простую элементарную ячейку).

Микроструктура α -латуни после холодной обработки и рекристаллизационного отжига



Микроструктура $\alpha +\beta$ -латуни, состоящая из светлых полей α -фазы и темных полей β -фазы



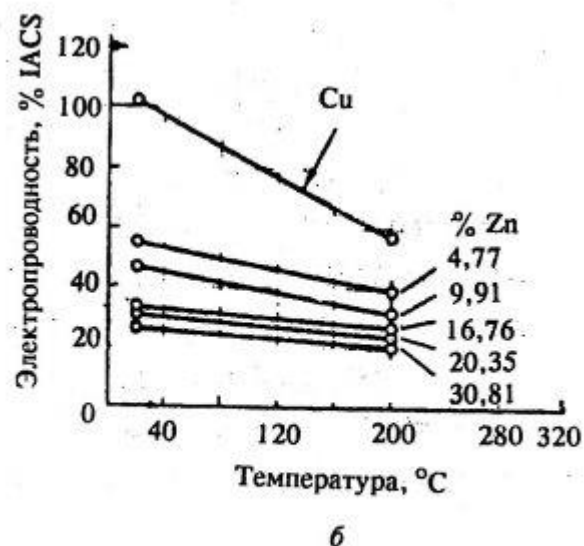
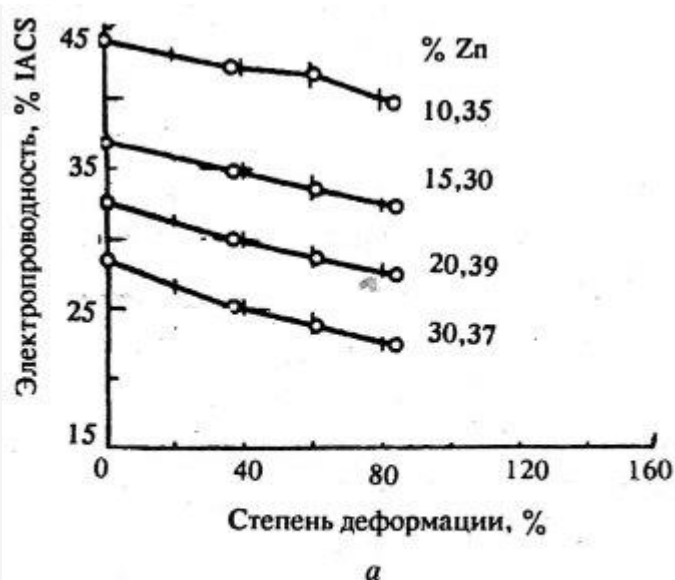
Микроструктура $\alpha +\beta$ -латуни имеет меньшую пластичность и большую твердость, чем структура α -латуни

В зависимости от температуры нагрева в латуни происходят следующие структурные преобразования.

- При нагревании латуни до высоких температур атомы в ее β -фазе, имеющей широкую область гомогенности, отличаются неупорядоченным расположением. В таком состоянии нагрева β -фаза латунного сплава отличается высокой пластичностью.
- При незначительном нагреве латунного сплава ($454\text{--}468^\circ$) в нем формируется фаза, имеющая обозначение β' . Особенностью такой структурной фазы, которая отличается высокой твердостью и, соответственно, хрупкостью, является то, что атомы меди и цинка в ней располагаются упорядоченно.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод о том, что латунные сплавы, внутреннюю структуру которых составляет только α -фаза (однофазные), отличаются хорошей пластичностью, а те, в которых присутствует и β -фаза (двухфазные), являются более прочными, но не предназначены для обработки методами пластической деформации.

Пластичность латуней с двухфазной структурой можно повысить, если нагреть их выше температуры, при которой происходит β' -превращение (700°). В таком состоянии в структуре сплава преобладает только одна β -фаза, соответственно, он отличается высокой пластичностью. Однако даже однофазные латуни с хорошей пластичностью могут практически не обрабатываться методами пластической деформации. Это происходит в температурном интервале их нагрева до $300\text{--}700^\circ$, который получил название зоны хрупкости.



Изменение электропроводности медно-цинковых сплавов с различным содержанием цинка в зависимости от степени деформации (а) и температуры (б)

Содержание цинка в латуни влияет на электропроводность сплава

На то, какими механическими свойствами обладает латунь той или иной марки, значительное влияние оказывает содержание цинка в ее химическом составе. Так, если содержание данного химического элемента составляет до 30%, то одновременно повышаются как прочность, так и пластичность сплава. Дальнейшее повышение содержания цинка приводит к тому, что латунь становится менее пластичной (усложнение α -фазы), а затем и более хрупкой (формирование в структуре латуни β' -фазы). Прочность латуни увеличивается до того момента, пока цинка в ее составе не будет 45%, с дальнейшим увеличением количества данного элемента латунь становится и менее прочной, и менее пластичной.

Способы производства

Такой [сплав меди](#), как латунь, хорошо поддается различным методам обработки. Так, из этого сплава можно получать различные изделия методамиковки, штамповки и протяжки, а благодаря относительно невысокой температуре плавления и хорошей текучести в расплавленном состоянии его активно используют в литейном производстве.



Розлив латунного расплава по формам

Латунь, основным легирующим элементом в которой является цинк, получают плавкой:

- в тиглях, изготовленных из огнеупорного материала (для нагрева тигли вместе с компонентами сплава помещают в шахтные или пламенные печи);
- в отражательных печах (при использовании данного метода плавку выполняют без применения тиглей).

При выплавке латунного сплава следует учитывать тот факт, что цинк при осуществлении такой процедуры будет активно испаряться, поэтому количество данного металла следует рассчитывать с некоторым запасом.

Сферы применения

В зависимости от количественного содержания основных компонентов латунь может использоваться для изготовления изделий различного назначения.



Содержание основных элементов указывается в маркировке латунных сплавов

Одной из наиболее распространенных разновидностей деформируемых латунных сплавов является томпак, в составе которого содержится 88–97% меди и не более 10% цинка. Наиболее значимыми характеристиками сплавов данного типа являются:

- высокая пластичность;
- высокая коррозионная устойчивость;
- хорошие антифрикционные свойства.

Из характеристик, которые способствуют высокой популярности сплавов данного типа, надо отметить:

- хорошую свариваемость со сталью и другими металлами, что позволяет использовать томпак для изготовления изделий из комбинированных материалов;
- красивый золотистый цвет – характеристика, которая стала причиной активного использования томпака для производства изделий художественного назначения;
- возможность покрывать поверхность изделий из томпака эмалью и лаком, золотить, а также использовать другие типы декоративных покрытий.



Так выглядит лента томпака, из которой потом делают изделия, в том числе и ювелирные украшения

Специалисты при производстве томпака используют три основные формулы химического состава данного сплава, в котором медь, цинк, свинец и олово могут содержаться в следующих пропорциях:

- 82/18/1,5/3;
- 82/18/3/1;
- 82,3/17,5/0/0,2.

Данные формулы, что примечательно, были выведены еще в XIX веке. Их автором является ученый из Шотландии Эндрю Юр.

Деформируемые двойные латуни

Марка	Сфера применения
Л85	Детали приборов, машин, химической и теплотехнической аппаратуры, сильфоны, змеевики и пр.
Л96, Л90	Детали приборов, машин, химической и теплотехнической аппаратуры, сильфоны, змеевики и пр.
Л80	Детали приборов, машин, химической и теплотехнической аппаратуры, сильфоны, змеевики и пр.
Л68	Изделия штампованные
Л70	Гильзы для химической аппаратуры
Л60	Патрубки толстостенные, детали машин, гайки.
Л63	Болты, гайки, конденсаторные трубы, детали для автомобилей

Деформируемые многокомпонентные латуни

Марка	Область применения
ЛАЖ60–1-1	Детали для морских судов.
ЛА77–2	Трубы конденсаторные для морских судов
ЛАН59–3-2	Детали электромашин, химической аппаратуры и морских судов
ЛН65–5	Конденсаторные и манометрические трубы
ЛЖМа59–1-1	Детали для самолетов, вкладыши подшипников, детали для морских судов
ЛМц58- 2	Болты, Гайки, детали машин, арматура
ЛО90–1	Трубы конденсаторные для теплотехнической аппаратуры
ЛМцА57–3-1	Детали для речных и морских судов
ЛО62–1	Трубы конденсаторные для теплотехнической аппаратуры
ЛО70–1	Трубы конденсаторные для теплотехнической аппаратуры
ЛО60–1	Трубы конденсаторные для теплотехнической аппаратуры
ЛС74–3	Втулки, детали часов
ЛС63–3	Втулки, детали часов
ЛС64–2	Матрицы полиграфические
ЛС59–1	Болты, гайки, втулки, зубчатые колеса
ЛС60–1	Болты, гайки, втулки, зубчатые колеса
ЛЖС58–1-1	Детали, производимые резанием
ЛК80–3	Детали машин коррозионностойкие
ЛАНКМц75- 2- 2,5- 0,5- 0,5	Манометрические трубы, пружины
ЛМш68–0,05	Трубы конденсаторные

Области применения деформируемых латуней

Чтобы получить литейную латунь, в ее состав, кроме цинка, добавляют 50–81% меди, а также ряд других элементов: алюминий, железо, кремний, олово, марганец, свинец. Наиболее значимыми характеристиками, которыми обладает такая латунь, являются:

- высокая устойчивость к коррозии;
- антифрикционные свойства;
- хорошие механические характеристики;
- хорошая текучесть в расплавленном состоянии;
- высокая устойчивость к распаду материала.

Марка латуни	Область применения
ЛЦ38Мц2С2	Конструкционные детали и аппараты для судов; антифрикционные детали несложной конфигурации
ЛЦ30А3	Коррозионно-стойкие детали; применяемые в судостроении и машиностроении
ЛЦ23А6Ж3Мц2	Ответственные детали, работающие при высоких знакопеременных нагрузках, при изгибе, а также антифрикционные детали
ЛЦ16К4	Сложные по конфигурации детали приборов и арматуры, работающие при температурах до 250°С и подвергающиеся гидровоздушным испытаниям; детали, работающие в морской воде при условии обеспечения протекторной защиты
ЛЦ14К3С3	Подшипники и втулки

Сферы применения литейных латуней

Благодаря таким характеристикам литейные латунные сплавы успешно используются для производства изделий, к механическим свойствам, коррозионной устойчивости и точности геометрических параметров которых предъявляются повышенные требования.

Для производства различных изделий методами резания металлов используются автоматные латуни, в химический состав которых входят:

- 57–75% меди;
- 24,2–42,7% цинка;
- 0,3–0,8% свинца.



Автоматная латунь марки ЛС59-1 используется для изготовления метизов и декоративных элементов

В составе сплавов данного типа обязательно содержится свинец, за счет чего обеспечивается формирование короткой и сыпучей стружки, что и позволяет выполнять скоростную обработку изделий из таких латуней.

Латуни данного типа производится в виде листового материала и прутков, из которых затем, используя тот или иной вид механической обработки, изготавливают изделия различного назначения.