

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА НИКЕЛЕВЫХ ЛАТУНЕЙ

И.В. Агунович

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель М.Н. Верещагин

Целью работы является изучение влияния легирования на структуру и свойства никелевых латуней.

Методика

Химический состав исследуемых латуней приведен в таблице. Микроструктура образцов изучалась на сканирующем микроскопе «Nanolab-7» (рис. 1). Травление проводилось методом избирательного растворения фаз в реактиве Амберга-Каллинга (30 мл HCl, 1,5 г хлорной меди, 95 мм воды, 30 мл этилового спирта). Определение величины зерна выполнялось по методу измерения среднего условного диаметра зерна. Измерение микротвердости образцов проводилось на приборе ПМТ-3.

Для улучшения физико-механических и служебных свойств латуней применяют их комплексное легирование, которое позволяет получить более высокие по сравнению с двойными сплавами системы Cu-Zn механические свойства, лучшую коррозионную и кавитационную стойкость.

Химический состав образцов

Образец	Cu, %	Zn, %	Fe, %	Ni, %	Pb, %	Sn, %	Mn, %	Al, %
1	68,5	25,9	0,21	4,0	0,8	0,5	0,04	не обн.
2	65,4	26,8	0,08	4,0	1,0	0,5	0,04	не обн.
3	64,3	25,1	1,02	4,8	0,55	0,5	0,04	не обн.
4	71,4	21,8	0,15	4,8	0,55	0,4	0,04	не обн.
5	66,4	25,9	0,12	4,6	0,55	0,4	0,36	не обн.
6	66,4	25,9	0,08	4,0	0,5	0,4	не обн.	0,2

Никель улучшает механические свойства, повышает прочность и коррозионную стойкость в различных средах. Повышает растворимость цинка в меди до полного исчезновения β -фазы. Никелевые латуни хорошо обрабатываются давлением в горячем и холодном состояниях. Железо способствует измельчению зерна. Повышает механические и технологические свойства. **Олово** повышает прочность, твердость и сильно повышает сопротивление коррозии в морской воде. Снижает пластичность. Добавка до 1 % Sn снижает температуру плавления и увеличивает жидкотекучесть. С увеличением содержания цинка снижается плотность материала, падает удельная электропроводность, увеличивается коррозионная стойкость. **Марганец** повышает прочность и коррозионную стойкость, особенно в сочетании с алюминием, оловом и железом.

Полученные результаты

Свойства латуней определяются не только наличием легирующих элементов, но и структурой металла – типом преобладающей фазы, размером и формой зерна.

На фотографиях (рис. 1) отображена типичная дендритная структура литой специальной никелевой латуни. Структура перитектическая, состоит из $\alpha + \beta'$ -фаз. Богатая медью α -фаза представлена светлыми кристаллами, имеет кубическую гранцентрированную решетку с периодом $a = 3,608 \text{ \AA}$ и является твердым раствором замещения, где часть атомов меди замещается атомами цинка. β -фаза представлена темными кристаллами, которые травятся сильнее, чем α -фаза из-за большего содержания в них цинка. β -фаза является также твердым раствором, но основой его служит химическое соединение CuZn с решеткой объемно-центрированного куба с периодом $a = 2,94 \text{ \AA}$.

Особенно сильное влияние на кристаллизацию латуней оказывают примеси других элементов. Железо увеличивает скорость образования центров при кристаллизации и рекристаллизации, а также тормозит последующий рост зерен, и поэтому способствует измельчению структуры. При содержании железа более 0,03 % (как в данном случае) латуни обнаруживают магнитные свойства. Железо практически нерастворимо в латунях и присутствует в них в свободном виде. При исследовании обнаружены частицы на основе железа, равномерно распределенные в объеме α - и β - зерен. **Свинец весьма ограниченно растворим** в медноцинковых сплавах в твердом состоянии, вероятно, менее 0,1 %. Примеси свинца в ($\alpha + \beta'$)-латуни находятся в виде отдельных изолированных образований внутри зерен, что не вызывает хрупкости при нагреве (красноломкости). В α -латунях свинец образует легкоплавкие эвтектики по границам зерен, что приводит к горячеломкости. В двухфазных латунях происходит перекристаллизация ($\alpha + \beta$)-фаз, в результате которой образовавшийся по границам прежних зерен α -фазы эвтектоид оказывается внутри вновь формирую-

щихся зерен твердого раствора и его вредное воздействие снижается, не оказывая влияния на способность к горячей пластической деформации. Легирующие элементы латуни – олово, марганец, алюминий – находятся в α - и β' -фазах и смещают области существования этих фаз к меньшей концентрации цинка.

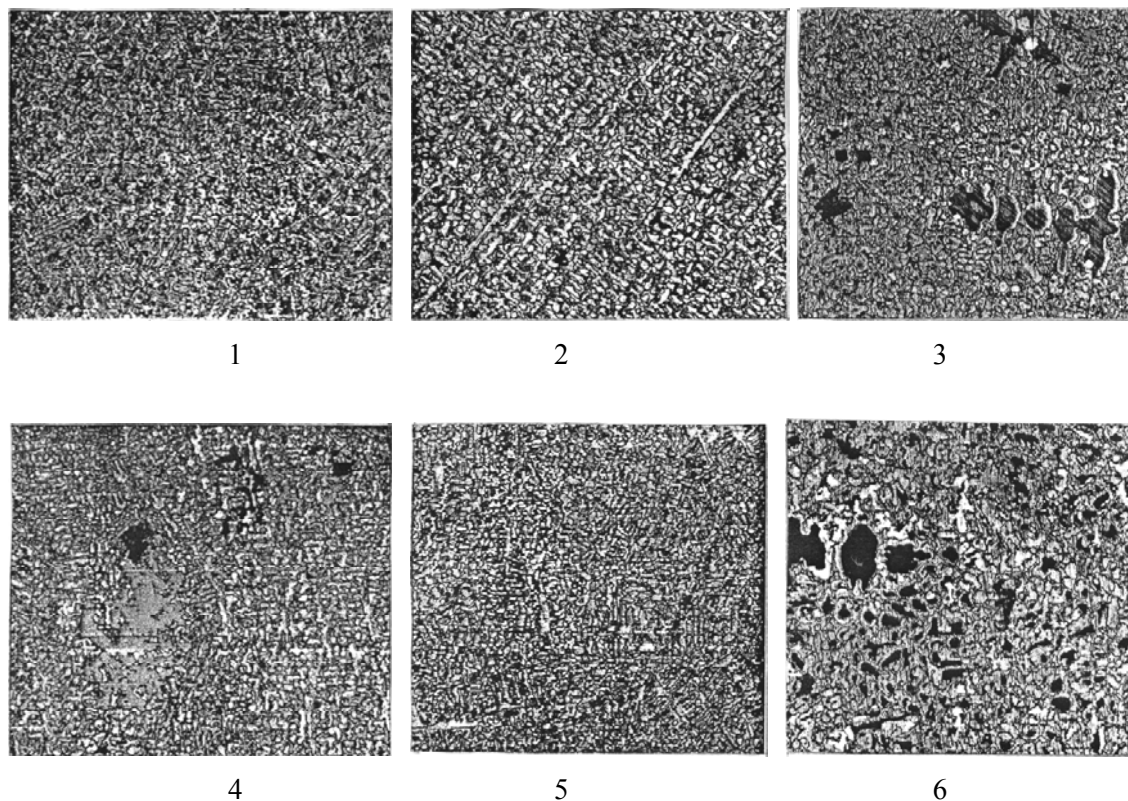


Рис 1. Микроструктура латуней системы Cu–Zn–Ni
(1–6 – номер образца в соответствии с табл. 1)

В сплавах меди наиболее часто встречаются включения диоксидов меди и сульфидов. Первые – серо-голубого цвета (в поляризованном свете красноватые), а вторые – серого цвета (4 образец).

Микропористость обнаруживается в виде темных участков (3, 4, 6 образцы). Раковины располагаются под коркой металла и обнаруживаются после шлифования и травления. Причиной возникновения микропористости является повышенная газонасыщенность сплава, загрязненность шихты влагой и оксидами, а также несоблюдение рациональных режимов плавки.

Структура и свойства $\alpha + \beta'$ -латуней зависят от скорости охлаждения. При быстром охлаждении возрастает количество β' -фазы, что повышает твердость латуни (строчечная структура). При медленном охлаждении увеличивается количество α -фазы – повышается пластичность латуни.

Величина зерна в латунях является важным фактором и характеризует их качество. Размеры зерен находятся в пределах 0,02–0,038 мм, что соответствует 6–7 номеру зерна.

Микротвердость образцов находится в пределах 692–731 МПа.

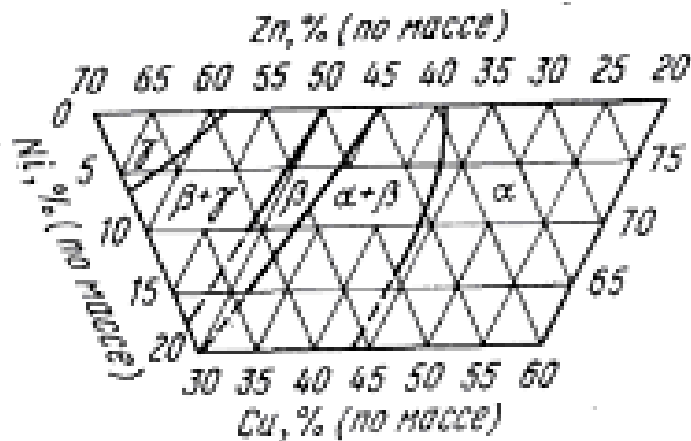


Рис. 2. Диаграмма состояния системы Cu–Zn–Ni

Легирующие элементы в многокомпонентных латунях растворяются в α - и β -фазах и изменяют положение границ двухфазной области $\alpha + \beta$ (рис. 2). Сдвиг фаз, т. е. изменение границ фазовых превращений в системе медь–цинк под влиянием других компонентов можно определить по эмпирическим формулам с помощью эквивалентов Гийе. Коэффициенты Гийе отражают, какому содержанию цинка соответствует введение в медь 1 % (по массе) легирующего элемента. Таким образом, фазовый состав многокомпонентной латуни можно предвидеть с помощью коэффициентов замены цинка. С этой целью рассчитывают кажущееся содержание цинка и сравнивают его с концентрациями цинка, отвечающими границам двухфазной области $\alpha + \beta$.

$$C_{Zn}^{\text{каж}} = \frac{C_{Zn}^{\text{факт}} + k_1 \cdot C_1 + k_2 \cdot C_2 + \dots}{C_{Cu} + C_{Zn}^{\text{факт}} + k_1 \cdot C_1 + k_2 \cdot C_2 + \dots} \cdot 100\%,$$

где $C_{Zn}^{\text{факт}}$, C_{Cu} – действительные концентрации цинка и меди в латуни;

C_1 и C_2 – концентрации легирующих элементов с коэффициентами замены k_1 , k_2 и др.

Кажущееся содержание цинка по шести образцам находится в пределах 20–28 % (вес).

Опираясь на диаграмму состояния (рис. 2) и рассчитанное кажущееся содержание цинка, можно отметить, что представленная никелевая латунь должна иметь однофазную α -структуру. Однако все сказанное выше относится к случаю, когда сплав охлаждается медленно и когда все фазовые превращения проходят полностью. В производственных условиях охлаждения в сплавах с содержанием цинка близким к 30 % можно обнаружить β -кристаллы, не успевшие раствориться в α -фазе при быстром охлаждении (линия растворимости смещается в сторону с меньшим содержанием цинка). В результате сплав имеет неравновесную структуру, состоящую из α - и β -кристаллов.

Вывод. Таким образом, никелевые латуни более стойки к обесцинкованию и коррозионному растрескиванию. Они отлично обрабатываются давлением в горячем и холодном состоянии. Под влиянием никеля повышаются механические свойства. Легированные никелем латуни имеют повышенную температуру плавления и луч-

шую способность к растеканию. Вводя различные легирующие элементы и зная их влияние на положение границ двухфазной области $\alpha + \beta$, можно целенаправленно изменять фазовый состав (или соотношение фаз) многокомпонентной латуни и, следовательно, влиять на ее механические и другие свойства. Скорость охлаждения при кристаллизации латуни значительно влияет на количество и соотношение фаз в латуни.

Литература

1. Материаловедение /Б.Н. Арзамасов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1986.
2. Геллер, Ю.А. Материаловедение: учеб. пособие для вузов /Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт. – М.: Металлургия, 1989.
3. Захаров, А.М. Промышленные сплавы цветных металлов. Фазовый состав и структурные составляющие /А.М. Захаров. – М.: Металлургия, 1980.
4. Мальцев, М.В. Металлография промышленных цветных металлов и сплавов /М.В. Мальцев. – М.: Металлургия, 1970.
5. Материаловедение и конструкционные материалы /Л.С. Пинчук [и др.]. – Мн.: Выш. шк., 1989.
6. Смирягин, А.П. Промышленные цветные металлы и сплавы /А.П. Смирягин, Н.А. Смирягина, А.В. Белова. – М.: Металлургия, 1974.