

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ БЫСТРОЗАКАЛЕННЫХ ЛАТУННЫХ ЛЕНТ

М. В. Оборов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. В. Агунович

Введение. В настоящее время перспективными являются исследования, направленные на получение материалов с высокими механическими свойствами при минимальных материало- и энергозатратах. Такие материалы можно получить при использовании такой технологии, как быстрая закалка расплава. Данный метод позволяет получить особые свойства сплавов за счет увеличения растворимости легирующих элементов в твердых растворах, дробления структурных составляющих, образования метастабильных кристаллических и аморфных фаз. Механические свойства сплавов являются структурно-чувствительными, и зависят от условий получения данных сплавов. В связи с этим, целью настоящей работы было исследование микротвердости быстрозакаленных и литых латунных лент, и определение факторов, которые на это влияют.

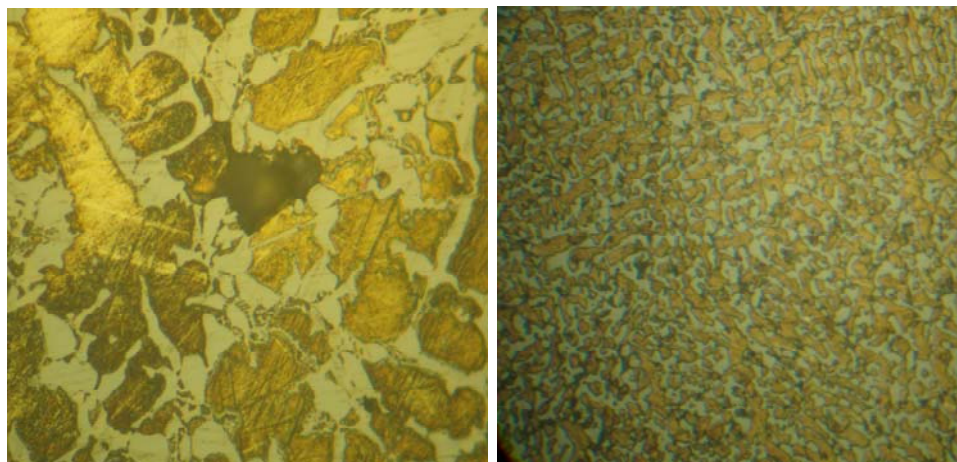
Методика исследований. В качестве исходных материалов для исследований использовались латунные сплавы системы Cu-Zn-Ni-Fe-P-Pb-Sn с различной концентрацией химических элементов. Быстрозакаленные ленты данной системы получали методом двухвалковой закалки-прокатки расплава; литые сплавы получали литьем в кокиль с охлаждением на воздухе. Шлифы для выявления микроструктуры готовили при помощи шлифовально-полировального станка ПОЛИЛАБ П12. В качестве травителей использовали солянокислый раствор хлорного железа, который помогает определить наличие α и β -фаз в латунях. Микроструктуру литых и быстрозакаленных образцов сканирующем электронном микроскопе TESCAN Vega II LSH и металлографических микроскопе «МЕТАМ РВ-22». Микротвердость измеряли при вдавливании в образец алмазной пирамиды Виккерса на приборе ПМТ-3. Проводилось измерение микротвердости поверхности ленты и ребра (торцевой поверхности) ленты.

Результаты исследований. Проведенные исследования позволили определить, что благодаря сверхбыстрому охлаждению при быстрой закалке-прокатке расплава полученные ленты обладают мелкодисперсной структурой, высокой химической и микроструктурной однородностью, меньшим количеством пор, раковин и других дефектов, присущих литым сплавам. На рис. 1 приведена микроструктура литых латуней (а) и микроструктура быстрозакаленного латунного сплава (б).

Структура, и соответственно, свойства латуней во многом определяются скоростью охлаждения. При быстром охлаждении размер зерна значительно уменьшается, возрастает количество β' -фазы, что повышает твердость латуни. При медленном охлаждении увеличивается количество α -фазы - повышается пластичность латуни.

Полученные результаты измерения микротвердости литых и быстрозакаленных образцов приведены на рис. 2. Обнаружено, что микротвердость быстрозакаленных лент исследованных сплавов превышает микротвердость литых образцов того же состава на 20–30 %, и увеличивается с увеличением концентрации легирующих компонентов. Увеличение микротвердости обусловлено увеличением растворимости легирующих элементов в твердом растворе, наличием мелкодисперсной структуры и зернограницными механизмами упрочнения. Быстрой закалкой удастся значительно повысить твердость (и сопротивление деформированию), поскольку мелкие зерна в

своих границах накапливают большую избыточную энергию. Малорастворимые частицы легирующих элементов на границах зерен ограничивают их рост.



а)

б)

Рис. 1. Микроструктура латуней системы Cu-Zn-Ni-Fe-P-Pb-Sn:
а – литая латунь; б – быстрозакаленная латунь, х1000

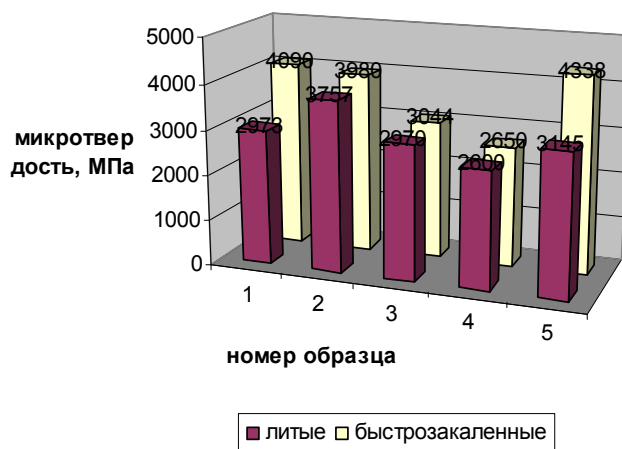


Рис. 2. Сравнительные значения микротвердости литых и быстрозакаленных образцов с одним химическим составом

При измерении микротвердости быстрозакаленных лент установлено, что микротвердость поверхности быстрозакаленной ленты и ее торцевой части идентичны, как идентична и микроструктура поверхности и середины ленты.

Определяющим фактором формирования микротвердости быстрозакаленных сплавов является структура сплава, а именно размер зерна. При размере зерна менее 0,008 мм микротвердость образцов увеличивается примерно в 2 раза, по сравнению с литыми сплавами.

Результаты структурных исследований выявили, что на микротвердость в большей степени влияет толщина полученных образцов (и, соответственно, скорость закалки), в то время как колебания химического состава сплава влияют в меньшей степени.

Высокую микротвердость быстрозакаленных сплавов можно объяснить, во-первых, очень малым размером микрокристаллитов, пересыщенных легирующими элементами вследствие быстрого затвердевания. Во вторых, высокая концентрация легирующих элементов создает дополнительные условия для реализации высоких напряжений начала пластического течения. Увеличение скорости охлаждения приводит к увеличению количества β -фазы, по сравнению с литыми сплавами, что также обуславливает значительное увеличение твердости быстрозакаленных сплавов. В поликристаллических материалах границы зерен представляют собой нарушения непрерывности микроструктуры, препятствующие скольжению, особенно при низких температурах, при которых движение дислокаций затруднено. Эти же границы препятствуют распространению дислокаций в соседние зоны. Поэтому мелкозернистый материал с большей площадью границ имеет более высокую прочность, чем крупнозернистый сплав, полученный при литье в кокиль.

И литые, и быстрозакаленные образцы имеют высокую хрупкость и испытания на изгиб не выдерживают.

Хрупкость связана с присутствием упорядоченной β -фазы (β' -фаза), наличием хрупких включений фосфидов (что выявлено сканирующей микроскопией и рентгенофазовым анализом), структурными факторами (формой и неоднородностью зерен, микропористостью, ликвациями, сегрегациями и т. д.). Высокую хрупкость быстрозакаленных сплавов также вызывает значительный перегрев расплава.

Заключение. Обнаружено, что микротвердость быстрозакаленных лент исследованных сплавов превышает микротвердость литых образцов того же состава на 20–30 % и увеличивается с увеличением концентрации легирующих компонентов. Увеличение микротвердости обусловлено твердорастворным, дисперсионным и зернограничным механизмами упрочнения.

При измерении микротвердости быстрозакаленных лент установлено, что микротвердость поверхности быстрозакаленной ленты и ее торцевой части идентичны. Установлено, что определяющим фактором формирования микротвердости быстрозакаленных сплавов является структура сплава, а именно размер зерна. При размере зерна менее 0,008 мм микротвердость образцов увеличивается примерно в 2 раза, по сравнению с литыми сплавами.

И литые, и быстрозакаленные образцы имеют высокую хрупкость. Хрупкость связана с присутствием упорядоченной β -фазы (β' -фаза), наличием хрупких включений фосфидов, структурными факторами (формой и неоднородностью зерен, микропористостью, ликвациями, сегрегациями и т. д.). Высокую хрупкость быстрозакаленных сплавов также вызывает значительный перегрев расплава перед кристаллизацией.