

ИЗУЧЕНИЕ ТОПОГРАФИИ ПОВЕРХНОСТИ БЫСТРОЗАКАЛЕННЫХ ЛАТУННЫХ ЛЕНТ

Н. В. Старков

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

Научный руководитель И. В. Агунович

Введение. Прямое производство ленты и полос непосредственно из расплава методом двухвалковой быстрой закалки-прокатки резко сокращает энергетические и экономические затраты, так как позволяет быстро и без использования большого количества оборудования получить материал с мелкокристаллической структурой, обладающий высокими механическими свойствами (а именно высокой твердостью и

прочностью). Коммерческий успех данной технологии зависит от качества ее продуктов, и в определенной степени от качества поверхности полученной быстрозакаленной ленты. В связи с этим целью настоящей работы является изучение топографии поверхности быстрозакаленных латунных лент с использованием метода атомно-силовой микроскопии.

Методика исследований. В качестве исходных материалов для исследований использовались быстрозакаленные латунные сплавы системы Cu-Zn-Ni-Fe-Pb-Sn-Mn-P, полученные методом двухвалковой закалки-прокатки расплава при частоте вращения валков $\omega = 10\text{--}30 \text{ с}^{-1}$.

Исследование топографии поверхности литых и быстрозакаленных образцов проводилось на атомно-силовом микроскопе НАНОТОП 206.

Полученные результаты. В результате проведенных исследований были получены изображения топографии поверхности быстрозакаленных сплавов и их профилограммы. Заметное отличие наблюдается при рассмотрении топографии поверхности образца, прилегающей к диску кристаллизатора (гладкая поверхность) и свободно контактирующей с воздухом при кристаллизации (наиболее шероховатая поверхность). Полученные изображения дают наглядное представление о возникающих в процессе кристаллизации наплывах, волнистости поверхности ленты (рис. 1), которые отражают условия охлаждения для данных режимов быстрой закалки расплава.

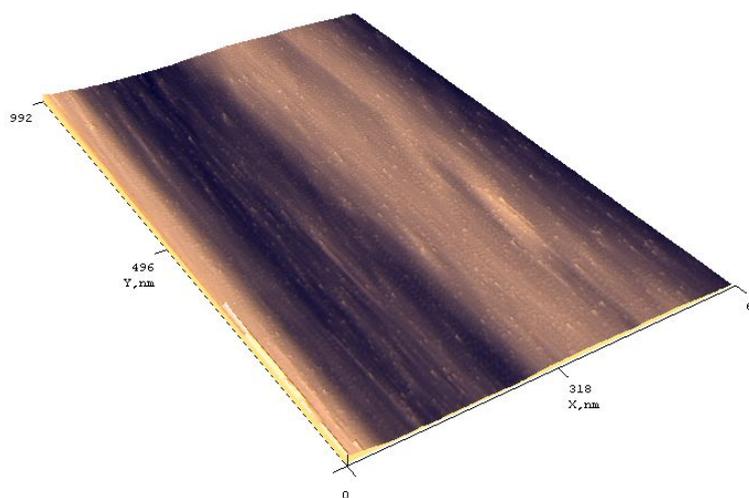


Рис. 1. Топографическое изображение быстрозакаленной латуни (гладкая сторона)

Наплывы ориентированы вдоль быстрозакаленной ленты. Неплоскостность поверхности быстрозакаленной ленты, зависит от плотности контакта закаливаемого материала с холодильником, что ведет за собой различие в механизмах формирования ленты. Когда смачиваемость материала диска или валков расплавом плохая (например, при несоблюдении технологических режимов получения сплавов), наблюдаются колебания толщины ленты по длине, поскольку зоны, характеризующиеся хорошим тепловым контактом, соседствуют с областями плохого контакта или участками, где контакт совсем отсутствует.

На поверхности быстрозакаленных лент в небольшом количестве выявлены дефекты, вызванные загрязнением поверхности кристаллизаторов различными окси-

дами, газами и др., а также высокими внутренними напряжениями, возникающими при быстрой кристаллизации ленты из расплава.

Для быстрозакаленных образцов независимо от массового содержания легирующих компонентов не наблюдается заметных отличий в топографии поверхности.

При определении шероховатости быстрозакаленных лент, снималась серия АСМ кадров с одинаковыми размерами с различных участков исследуемой поверхности (рис. 2).

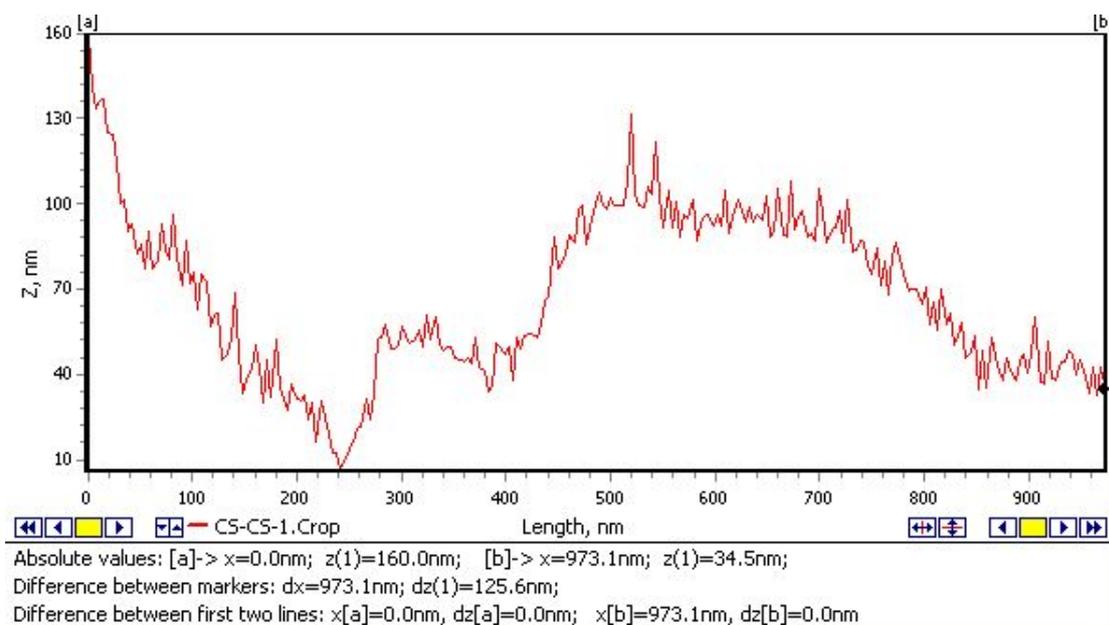


Рис. 2. Профилограмма гладкой поверхности быстрозакаленного сплава, полученная при помощи атомно-силового микроскопа

По каждому кадру рассчитывалась величина среднеквадратичной шероховатости σ по следующей зависимости:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N^2} \sum_{ij} (Z_{ij} - Z_{cp})^2},$$

где Z_{ij} – значение высоты рельефа в точке поверхности с координатами (ij), измеренное с помощью АСМ; Z_{cp} – средняя высота в кадре; N – количество точек в строке сканирования.

Итоговая шероховатость поверхности на данном масштабе оценивалась как величина σ , усредненная по набору АСМ кадров.

В итоге шероховатость свободной поверхности ленты составляет 0,6 мкм, гладкой поверхности – в среднем 150 нм.

Необходимо отметить, что рассмотренная методика определения шероховатости поверхности быстрозакаленных лент с помощью атомно-силового микроскопа применима только к лентам с высоким качеством поверхности, что не всегда достижимо при использовании методов сверхбыстрой закалки расплава. Для лент с низким качеством поверхности для определения параметров шероховатости необходимо использовать профилограф-профилометр.

Заключение. Установлено, что класс шероховатости свободной поверхности ленты составляет 0,6–1 мкм, а гладкой поверхности – в среднем 150 нм.

Установлено, что химический состав сплавов влияния на топографию поверхности не оказывает, так как вероятно, изменение концентрации было не таким значительным, чтобы вызвать разницу в смачивании расплавом кристаллизаторов. Главными факторами формирования поверхности ленты являются чистота поверхности диска кристаллизатора и скорость вращения валков.

Методика определения шероховатости поверхности быстрозакаленных лент с помощью атомно-силового микроскопа применима только к лентам с высоким качеством поверхности, что не всегда достижимо при использовании методов сверхбыстрой закалки расплава. Для лент с низким качеством поверхности для определения параметров шероховатости необходимо использовать профилограф-профилометр.

Необходимо отметить, что по литературным данным, шероховатость сплавов является причиной повышения их коэрцитивной силы. Следовательно, получение качественной поверхности быстрозакаленных лент также важно с точки зрения снижения коэрцитивной силы и улучшения технологических свойств сплава.