УДК 621.777

А. Е. Первухин
ОАО «Екатеринбургский завод ОЦМ»
alex_pervukhin@hotmail.com
Научный руководитель – проф., д-р техн. наук Ю. Н. Логинов

ПЛАСТИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ СКАЛЬПИРОВАНИИ СЕРЕБРЯНОЙ ПРОВОЛОКИ

Выполнены измерения микротвердости скальпированной проволоки из серебра. Показана интенсивность прироста микротвердости по мере съема слоев, что говорит о проникновении пластической деформации в приповерхностные слои заготовки. Сделан прогноз о возможном снижении температуры начала рекристаллизации для этих слоев металла.

Ключевые слова: серебро, проволока, дефекты, скальпирование, пластическая деформация.

A.E.Pervukhin

PLASTIC DEFORMATIONS IN THE SILVER WIRE SCALPING

The microhardness of scalped silver wire is measured. The intensity of the microhardness increment is shown as the layers are removed, which indicates the penetration of plastic deformation into the near-surface layers of the billet. A prognosis is made about a possible decrease in the temperature of the onset of recrystallization for these metal layers.

Key words: silver, wire, defects, scalping, plastic deformation.

Для удаления поверхностных дефектов в некоторых случаях применяется метод скальпирования поверхности круглого сортового проката или проволоки, обычно круглого поперечного сечения [1].

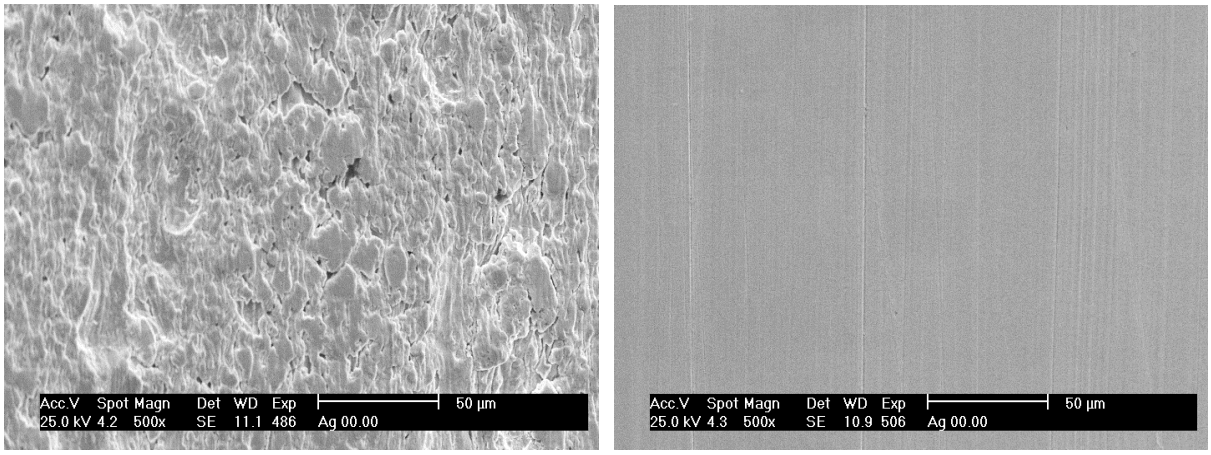
Дефекты в виде налипаний особенно часто образуются в производстве проволоки из цветных и благородных металлов из-за их повышенной адгезии к инструменту [2,3]. Для меди и ее сплавов характерно ухудшение поверхности из-за проявлений водородной болезни [4]. В статье [5] показано, что даже при малом количестве оборотов валка прокатного стана, на его поверхности быстро возникает слой налипшего благородного металла.

Особенно значим эффект удаления поверхностных дефектов в производстве проволоки из дорогих материалов, к которым, несомненно, относятся благородные металлы и сплавы [6]. Анализ явлений, сопровождающих процесс скальпирования, находится на стыке

© Первухин А.Е. 2017

металлургии, материаловедения, механики обработки давлением и обработки резанием, поэтому трудно найти научные работы, описывающие процесс во всей его полноте. Целью работы является описание последствий скальпирования в производстве проволоки из благородных металлов.

Для исследования отобрана проволока из серебра марки Ср 99,99 по ГОСТ 6836-2002 диаметром 5,3 мм перед операцией скальпирования и после проведения этой операции. На рис. 1 представлено фото электронной микроскопии, выполненное при одинаковом увеличении, поверхности проволоки до скальпирования (а) и после скальпирования (б)



а б

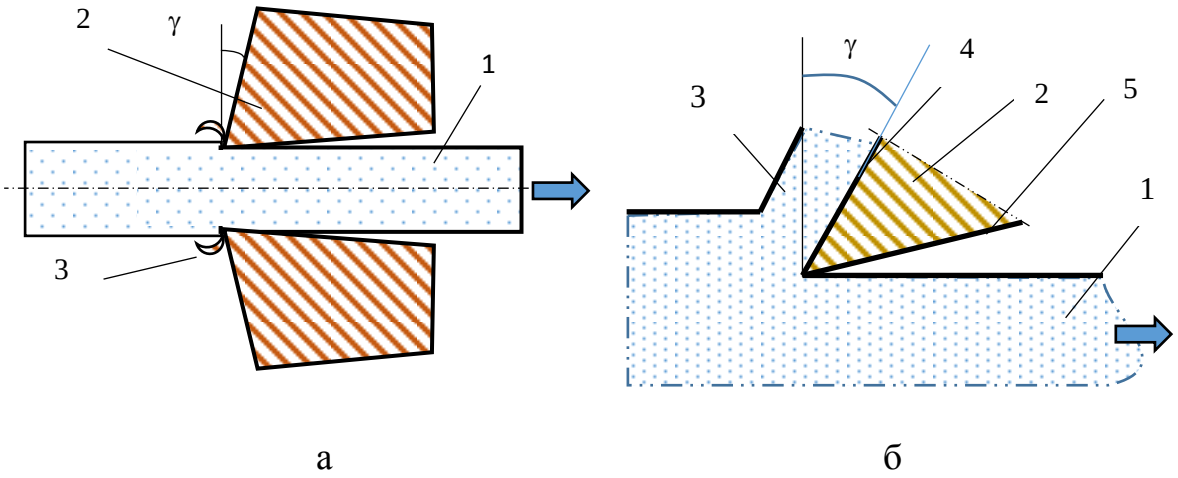
Рис. 1. Фото электронной микроскопии поверхности проволоки из серебра марки Ср 99,99 до скальпирования (а) и после скальпирования (б)

Из сравнения изображений видно, что качество поверхности после скальпирования резко улучшилось. Далее будут рассмотрены иные последствия применения этой операции. Для скальпирования в режиме протягивания заготовки применяется инструмент, размещающийся в волокодержателе волочильного стана. Заготовка 1 (рис. 1) перемещается тянущим устройством стана через отверстие скальпирующей волоки 2, более узкое чем поперечный размер заготовки, в результате чего режущей кромкой волоки срезается тонкий слой металла 3. Основной параметр скальпирующей волоки – угол наклона острой кромки γ, который отсчитывается от нормали к оси волочения.

В теории резания угол острой кромки γ соответствует понятию переднего угла резца. Основное количество работ, связывающих пластическую деформацию металла в процессе резки с конфигурацией инструмента и свойствами обрабатываемого металла посвящено оценке степени деформации, сообщенной стружке. Это объясняется тем, что пластическая деформация позволяет изменить свойства в месте резания и

© Первухин А.Е. 2017

перевести металл в охрупченное состояние, в результате удается изменить конфигурацию стружки от витой до сыпучей, что предпочтительнее.



а б

Рис. 2. Схема скальпирования прутковой заготовки (а) и увеличенное изображение места съема стружки (б): 1 – заготовка; 2 – скальпирующая волока; 3 – стружка, 4 и 5 – передняя и задняя кромки резца соответственно, стрелка показывает направление перемещения заготовки

Для оценки степени нагартованности поверхностного слоя выполнен опыт по скальпированию проволоки из серебра марки Ср 99,99 при ее обработке с уменьшением диаметра по маршруту (мм): 6,40 – 6,32 – 6,12 – 5,47.



Рис. 3. Микротвердость поверхности серебряной проволоки по проходам скальпирования

Угол острой кромки скальпирующей волоки составил $+10^{o}$. По проходам глубина скальпирования составила соответственно 40, 100 и 325 мкм. После каждого прохода измеряли микротвердость по Виккерсу. По

© Первухин А.Е. 2017

результатам трех измерений рассчитывали среднюю величину и получили диаграмму, приведенную на рис. 3.

Учет повышенной степени деформации, накопленной заготовкой в результате скальпирования, мог бы объяснить явление нестабильной прочности полуфабрикатов из чистых металлов, которые получают методом волочения. Как известно, температура начала рекристаллизации зависит от степени накопленной деформации и от степени чистоты металла. Для некоторых металлов, например, золота с содержанием чистого металла на уровне 99,99% или 99,999% температура рекристаллизации может снизиться до комнатной при накоплении значительной пластической деформации, что подтверждается заводской практикой. Это делает невозможным применение изделий, если требуется их повышенная прочность и жесткость. В результате вынужденно прибегают к микролегированию, т.е. по существу искусственному загрязнению чистого металла кальцием или палладием. Это решает вопрос с повышением температуры начала рекристаллизации. Но такой прием приводит к ухудшению эксплуатационных свойств, например, такой характеристики, как электропроводность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Даненко В.Ф. О зачистке поверхности катаной заготовки / В.Ф.Даненко, Л.М. Гуревич, Г.В. Понкратова, А.В. Матвеев // Научные труды SWorld. 2014. Т. 10. № 1. С. 57-62.
2. Логинов Ю.Н. Модель деформации поверхностного слоя заготовки, пораженного дефектами / Ю.Н.Логинов // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2001. № 4. С. 36-40.
3. Логинов Ю.Н. Механизм образования дефектов на полосе при прокатке от налипаний на валке / Ю.Н. Логинов, Ю.В. Инатович // Производство проката. 2008. № 8. С. 5-7.
4. Loginov Y.N. Evolution of defects in the production of capillary copper tubes / Y.N. Loginov, S.L. Demakov, A.G. Illarionov, M.S. Karabanalov // Journal of Materials Processing Technology. 2015. V. 224. P. 80-88.
5. Логинов Ю.Н. Изучение трения при листовой прокатке платины и ее сплавов / Ю.Н. Логинов, Г.И.Студенок // Производство проката. 2010. № 7. С. 14-16.
6. Seoung-Bum Son. A numerical approach on the inclusion effects in ultrafine gold wire drawing process / Seoung-Bum Son, Young Kwang Lee, Suk Hoon Kang, Hee-Suk Chung, Jong Soo Cho, Jeong-Tak Moon, Kyu Hwan Oh // Engineering Failure Analysis. 2011. V. 18. P. 1272–1278.

© Первухин А.Е. 2017