

2. Термодинамические и экспериментальные исследования низколегированных сталей после нитроцементации в атмосферах низкого давления / Т. Моррэй [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2014. – № 8. – С. 34–39.
3. Лахтин, Ю. М. Химико-термическая обработка металлов / Ю. М. Лахтин, Б. Н. Арзамасов. – М. : Металлургия, 1985. – 256 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТОНКОГО ВОЛОЧЕНИЯ НА СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПРОВОЛОКЕ

Ю. В. Мартьянов, И. А. Цырганович

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

В современном производстве тонкой проволоки важно правильно определять скоростные режимы волочения для повышения производительности процесса. Однако увеличение скорости приводит к структурным изменениям в проволоке, что может изменить эксплуатационные характеристики готового изделия [1]. В данной работе произведены исследования влияния скоростных параметров тонкого волочения на структурные изменения в проволоке при различных скоростях волочения (1–10 м/с).

Для анализа микроструктуры тонкой проволоки используется метод выявления и определения величины зерна, установленным в ГОСТ 5639–82 [2]. Для выявления границ зерен был выбран метод травления сетки перлита. Выбор метода связан с тем, что сталь 80 является эвтектоидной и состоит преимущественно из перлита.

Цель работы – определить влияния скоростных параметров тонкого волочения на структурные изменения в проволоке.

Используемый метод: экспериментальный анализ микротвердости образцов.

На рис. 1 представлен образец № 1 (скорость волочения 1 м/с). Используя метод сравнения с эталонной шкалой, был определен балл зерна.

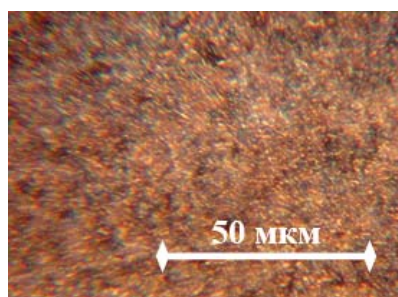


Рис. 1. Микроструктура образца № 1

На рис. 1 балл зерна равен 11. Структура мелкозернистая и однородная по всей поверхности микрошлифа. Грубые риски отсутствуют, нарушения структуры в процессе травления отсутствуют. Имеются незначительно малые неметаллические включения, которые распределены равномерно по всему сечению проволоки.

На рис. 2 представлен образец № 2 (скорость волочения 4 м/с).

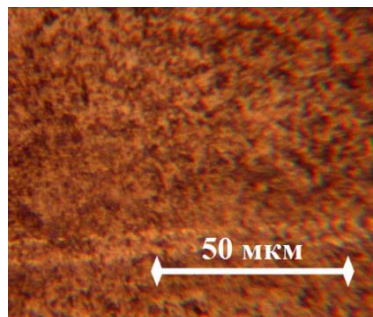


Рис. 2. Микроструктура образца № 2

На рис. 3 представлен образец № 3 (скорость волочения 6 м/с).

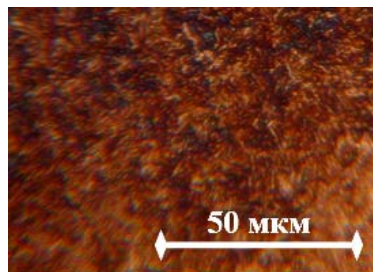


Рис. 3. Микроструктура образца № 3

На рис. 3 балл зерна равен 12. Структура зерна более мелкая по сравнению с предыдущими образцами, но имеющая зоны с увеличенными зернами ближе к центру сечения проволоки. Грубые риски отсутствуют, нарушения структуры в процессе травления отсутствуют. Имеются незначительно малые неметаллические включения, которые распределены по всему сечению проволоки. Наблюдается движение включений ближе к центру сечения проволоки.

На рис. 4 представлен образец № 4 (скорость волочения 8 м/с).

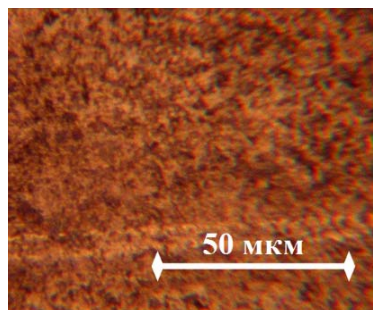


Рис. 4. Микроструктура образца № 4

На рис. 4 балл зерна равен 12. Величина зерна сходная по сравнению с проволокой, полученной при скорости волочения 6 м/с, но более однородная по всей поверхности сечения проволоки. Грубые риски отсутствуют, нарушения структуры

в процессе травления отсутствуют. Имеются неметаллические включения, которые распределены по всему сечению проволоки. Наблюдается локализация неметаллических включений ближе к центру проволоки.

На рис. 5 представлен образец № 5 (скорость волочения 10 м/с).

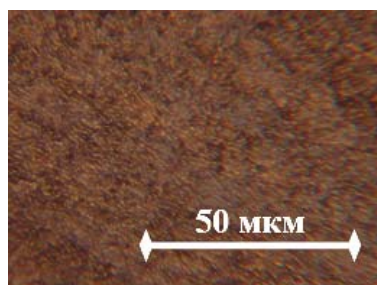


Рис. 5. Микроструктура образца № 5

На рис. 5 балл зерна равен 12–13. Структура мелкозернистая и однородная по всему сечению проволоки. Грубые риски отсутствуют, нарушения структуры в процессе травления отсутствуют. Имеются неметаллические включения, которые распределены ближе к центру сечения проволоки, по периферийным слоям сечения проволоки включения практически отсутствуют.

Средние численные значения площади зерна, количество зерен на площади 1 мм², а также другие параметры, соответствующие эталонным шкалам определенных баллов зерна, приведенные в ГОСТ5639–82, представлены в таблице.

Параметры микроструктуры образцов

Скорость волочения, м/с	Балл зерна <i>G</i>	Средняя площадь сечения зерна <i>a</i> , мм ²	Число зерен на площади 1 мм ²			Среднее число зерен в 1 мм ³	Средний диаметр зерна <i>d_m</i> , мм	Средний условный диаметр зерна <i>d_{us}</i> , мм
			минимальное	среднее	максимальное			
1	11	0,000061	12288	16384	24576	2097152	0,0079	0,0069
4	11	0,000061	12288	16384	24576	2097152	0,0079	0,0069
6	12	0,000030	24576	32768	49152	5931008	0,0056	0,0049
8	12	0,000030	24576	32768	49152	5931008	0,0056	0,0049
10	13	0,000015	49152	65536	98304	16777216	0,0039	0,0032

Из таблицы видно, что при увеличении скорости волочения балл зерна увеличивается, структура становится более равномерной и мелкозернистой. Следовательно, увеличение скорости деформации при волочении благоприятно сказывается на микроструктуре тонкой проволоки. Мелкозернистая структура более пластична и, следовательно, менее подвержена трещинам. Однако путь получения такой микроструктуры с помощью увеличения скорости деформации приводит к увеличению деформационного старения металла. Поэтому необходимо выбирать такой скоростной режим деформации, который обеспечит благоприятную структуру тонкой проволоки и высокий уровень технологичности производства. Также необходимо учитывать последующую обработку полученной проволоки, такую как свивка металлокорда и получение других изделий из тонкой проволоки.

Обнаружено явление перераспределения неметаллических включений в поперечном сечении проволоки при увеличении скорости волочения. С увеличением скорости волочения неметаллические включения распределяются ближе к центру сечения проволоки. Это происходит предположительно из-за увеличения интенсивности деформации. Осевые слои металла, которые при волочении вытягиваются наиболее сильно, из-за дробления зерна стягивают все включения в зону наиболее интенсивной деформации.

Л и т е р а т у р а

1. Фетисов, В. П. Деформационное старение стали при волочении проволоки / В. П. Фетисов. – Минск : Белорганкипромиздат, 1996. – 121 с.
2. Сталь и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна : ГОСТ 5639–82. – М. : М-во черной металлургии СССР : Изд-во стандартов, 2003.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ СВИВКИ
МЕТАЛЛОКОРДА НА ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПРОВОЛОКИ**

Ю. В. Мартьянов, И. А. Цырганович

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

На сегодняшний день существует несколько видов испытаний механических свойств металлов для определения их свойств [1]–[3]. В текущей работе используются механические испытания на разрыв.

Для изучения изменения свойств свивки проведены механические испытания на разрыв для тонкой проволоки до свивки, тонкой проволоки после свивки (выплетена из металлокорда) и цельной конструкции металлокорда. В случае испытаний металлокорда такой разрыв называется агрегатным. Отличие от классической схемы испытаний на разрыв заключается в витой конструкции металлокорда, нагрузки при этом воспринимаются всеми проволоками металлокорда одновременно.

Цель работы – определить влияние режимов свивки металлокорда на изменение свойств тонкой проволоки.

Используемый метод исследования: лабораторные механические испытания тонкой проволоки.

Для испытания тонкой проволоки и металлокорда на разрыв были отобраны образцы с различными скоростями волочения, произведенные из стали 80. Выбранные образцы имеют одинаковый диаметр в 0,35 мм и класс прочности НТ. Металлокорд класса прочности ШНТ изготавливают из такой же стали. Отличие в прочности достигается за счет режима вытяжек на этапе тонкого волочения проволоки.

Из пяти мотков проволоки с различными скоростями волочения было получено по десять отрезков проволоки для каждого мотка проволоки длиной 300 мм. После полученные образцы проволоки были скручены на лабораторном стенде в металлокорд конструкции $2 \times 0,35\text{НТ}$, количество витков равно 21, шаг свивки равен 14 мм. Свивка происходила с дополнительным перекручиванием в пять оборотов. Итого финальная схема свивки равна 21 ± 5 оборотов. После свивки получилось по пять образцов металлокорда для каждой из скоростей волочения. Далее образцы металлокорда были оставлены на трехдневную релаксацию для снятия остаточных напряжений после свивки. Три первых по порядку образца металлокорда для каждой из скоростей были расплетены на отдельные проволоки для дальнейших прочностных испытаний.