

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ЛАТУНИРОВАННОЙ ПРОВОЛОКИ ИЗ СТАЛИ 80К

И. М. Крижевский, М. Д. Яньшин

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

Научный руководитель И. В. Агунович

Производство проволоки представляет собой сложный технологический процесс, все этапы которого оказывают значительное влияние на качество продукта. Механические свойства проволоки зависят от многих факторов, в число которых входят: исходная структура заготовки, структурные изменения в процессе деформации, температура, скорость и степень деформации, механические схемы деформаций, термическая обработка проволоки и т. д. Весомый вклад в формирование свойств проволоки вносит процесс тонкого волочения, основной задачей которого является достижение максимальной пластичности при сохранении прочности.

По мере прохождения проволоки через волюки по маршруту волочения нарастает суммарная пластическая деформация проволоки, увеличивается скорость волочения, и неравномерность структуры исходной заготовки перед тонким волочением приведет к неравномерности возникающих напряжений и деформаций проволоки, нарастанию остаточных напряжений, и следовательно – к низкому качеству проволоки и ее обрывности в процессе волочения. В связи с этим целью данного исследования было подобрать такую предварительную термообработку исходной заготовки перед тонким волочением, которая бы обеспечивала оптимальную ее структуру и механические свойства перед деформацией.

Методика исследований

Исследования проводились на проволочных латунированных образцах диаметром 1,9 мм из стали 80К производства ОАО «БМЗ-управляющая компания холдинга «БМК», содержащей, %: 0,8 С; 0,52 Mn; 0,18 Si; 0,03 Cr; 0,02 Ni; 0,04 Cu; 0,001 Al; 0,006 P; 0,009 S и 0,005 N₂.

Исследовалась структура и механические свойства проволоки до и после термообработки. Термообработка заключалась в закалке в течение 4 мин при 760 °С, охлаждении в масле и отпуске. Низкий отпуск проводился при температуре 200 °С, средний – 400 °С, высокий – 550 °С с выдержкой 40 мин.

Механические свойства определяли путем испытания на растяжение образцов до и после термообработки на разрывной машине INSTRON 5969, также оценивалась их микротвердость на приборе ПМТ-3.

Результаты исследований

Структура до термообработки – пластинчатый перлит. Согласно ГОСТ 8233–56 межпластинчатое расстояние определялось в зернах перлита наибольшей дисперсности и составляло в среднем 4,5 мкм (10 баллов).

Ввиду медленного охлаждения в масле после закалки (менее 25°С/с) распад аустенита осуществляется по диффузионной кинетике с образованием перлитных структур различной дисперсности. Легирование стали карбидообразующими элементами существенно замедляет структурные превращения, происходящие при отпуске и имеющие диффузионный характер (коагуляция и сфероидизация). Таким образом, структура после термообработки – также пластинчатый перлит, но с разным межпластинчатым расстоянием. После низкого отпуска за счет рекристаллизации межпластинчатое расстояние уменьшилось и составило в среднем 2,8 мкм. Структура после низкого отпуска (рис. 1) отличается наличием по всему объему перлита пластин цементита в виде продолговатых включений – игольчатых кристаллов цементита. Такая структура определяется как верхний бейнит, и образец с такой структурой в значительной степени подвержен разупрочнению и высокой хрупкости (что подтвердили испытания на разрывной машине). Возникшие в структуре проволоочной заготовки вытянутые пластины цементита являются источниками зарождения микротрещин при деформации, это приведет к высокой обрывности проволоки при волочении. Надо отметить, что данный образец подвергнулся разрушению еще в захвате испытательной машины.

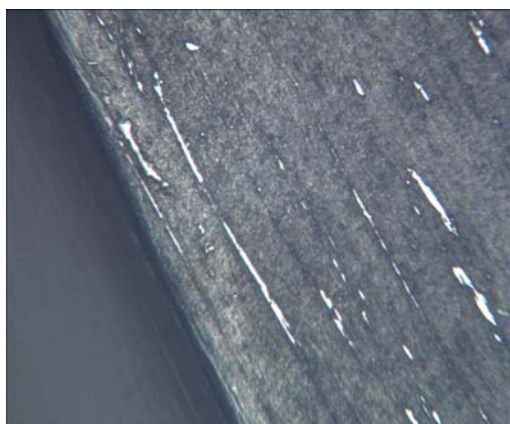


Рис. 1. Продольное сечение проволоки, ТО – низкий отпуск, x150



Рис. 2. Поперечное сечение проволоки, ТО – высокий отпуск, ликвация углерода по сечению, x150

Структура после среднего отпуска характеризуется еще большим уменьшением межпластинчатого расстояния, которое составило в среднем 0,7 мкм. Высокая дисперсность структуры приводит к увеличению прочностных свойств (таблица) и снижению пластичности.

122 Секция II. Материаловедение и технология обработки материалов

За счет собирательной рекристаллизации межпластинчатое расстояние после высокого отпуска увеличилось, по сравнению со средним отпуском, и составило в среднем 1,6 мкм. Количество выделившегося цементита резко возросло, появилась цементитная сетка по границам зерен, и ликвация углерода по сечению проволоки, что повлекло за собой снижение пластичности и увеличение хрупкости образца (рис. 2).

Механические свойства латунированной проволоки из стали 80К до и после ТО

Показатели	Модуль упругости, GPa	Предел прочности, MPa	Предел текучести 0,2 %, MPa	Деформация при растяжении, %	Микротвердость, MPa
1 (базовый)	134,94	1 282,67	813,25	9,54187	4189
2 (базовый)	119,99	1 269,76	778,78	9,32177	4290
3 (200 °С)	–	–	–	–	3850
4 (400 °С)	147,41	1 647,28	1 433,83	4,27184	2174
5 (550 °С)	162,40	1 053,59	634,52	5,96187	1600

Заключение

Изменение механических свойств латунированной проволоки из стали 80К от температуры отпуска связано с ростом дисперсности феррито-цементитной смеси и неоднородностью структуры. Оптимальная структура проволоки до тонкого волочения – тонкодисперсный перлит. Наличие структуры бейнита снижает механические свойства проволоки. Все виды отпуска снижают механические свойства образцов.