

ДЕФОРМАЦИОННЫЙ НАГРЕВ И СТАРЕНИЕ МЕТАЛЛА ПРИ ВОЛОЧЕНИИ

Ю. В. Бруевич

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Согласно дислокационным представлениям вся работа внешней силы затрачивается на увеличение потенциальной энергии тела и его разогрев. Результаты расчетов показывают, что только около 10 % работы пластической деформации аккумулируется в металле для создания дефектов кристаллической решетки, около 90 % превращается в тепловую энергию и уносится с металлом. При этом температура металла значительно повышается, что обуславливает некоторые отрицательные последствия. С точки зрения технологии волочения повышение температуры приводит к изменению свойств смазки, ухудшению условий прохождения ее через очаг деформации, частичному выгоранию, изменению свойств подсмазочного слоя, а с точки зрения качества повышенный температурный фон вызывает интенсивное развитие процессов динамического и статического старения углеродистых сталей, ответственных за повышение сопротивления деформации и снижение пластичности. Поэтому контроль температуры и ее ограничение – обязательные условия процесса волочения.

Старением называют изменение свойств сплавов с течением времени. В результате старения изменяются физико-механические свойства. Прочность и твердость повышаются, а пластичность и вязкость понижаются. Старение может происходить при температуре 20 °С (естественное старение) или при нагреве до невысоких тем-

ператур (искусственное старение). Естественным старением называют самопроизвольное повышение прочности (и уменьшение пластичности) закаленного сплава, происходящее в процессе его выдержки при нормальной температуре. Повышение прочности, происходящее в процессе выдержки при повышенных температурах, называется искусственным старением.

Различают два вида старения: термическое, протекающее в закаленном сплаве; деформационное (механическое), происходящее в сплаве, пластически деформированном при температуре ниже температуры рекристаллизации.

Деформационное старение не связано с диаграммой состояния сплава и является изменением комплекса механических свойств железа и малоуглеродистой стали после холодной пластической деформации и последующей выдержки при комнатной и повышенных температурах (до 250 °С).

Применительно к сталям явление старения имеет два аспекта. С одной стороны, его развитие приводит к негативным последствиям, а именно: к снижению пластичности и показателей вязкости сталей, а также к определенной нестабильности во времени их свойств. С другой стороны старение используется как разновидность упрочняющей обработки.

Важное значение по предотвращению последствий деформационного старения имеют металлургические факторы производства. Низкое содержание примесей внедрения может быть обеспечено специальными способами выплавки стали. Другой фактор, благоприятно влияющий на пластичность стали, – это легирование ферритной матрицы элементами, снижающими энергию связи примесных атомов с дислокацией. Такими элементами являются никель, кобальт, титан и ванадий.

Для уменьшения влияния деформационного старения на свойства холоднодеформированной проволоки необходимо прежде всего снижение разогрева металла при волочении и создание условий для интенсивного теплоотвода по всему маршруту движения проволоки. Снижение скорости волочения – один из надежных способов уменьшения температуры волочения. Однако это соответственно снижает эффективность производства.

На практике температуру волочения снижают с помощью: снижения прочности проволоки, увеличения кратности за счет уменьшения частных обжатий, особенно на последних переходах; применением гидродинамических режимов смазки; эффективных мер охлаждения волок, барабанов и самой проволоки при выходе ее из последней волоки перед намоткой на катушку, увеличением времени нахождения проволоки на барабанах; применение роликовых волок.

В практике волочения эффект старения углеродистой стали вызывает падение пластических свойств проволоки и снижает ее технологичность при дальнейшей обработке в изделие, например металлокорд. Необходимо иметь доступные низкозатратные технологические способы снижения эффекта деформационного старения проволоки при волочении. В этой связи требуется провести исследования по поиску эффективных технологических способов падения пластических свойств проволоки от деформационного старения.

Поэтому в условиях ОАО «Белорусский Металлургический Завод» было проведено два эксперимента на действующем оборудовании – волочильном стане тонкого волочения НТ12.6:

1. Оптимизация действующего маршрута волочения состояла в предложении замены на 20-м переходе волочения одинарной волоки диаметром 0,370 мм на сдвоенную волоку, состоящую из двух последовательных волок диаметрами 0,377 и 0,370 мм. Переход на использование сдвоенных волок показал, что удельная обрывность при изготовлении металлокорда 4 +3х0,35UT снизилась в 2,7 раза (таблица).

Технологичность переработки проволоки $\varnothing 0,35$ УТ по вариантам

Вариант маршрута	Действующий маршрут волочения данные за период с 05/08/10 по 13/08/10	Оптимизированный маршрут волочения данные за период с 18/08/10 по 22/08/10
Общая масса изготовленного корда, кг	2,097	3,143
Общее количество обрывов, шт.	228	126
Удельная обрывность, обр/т	108,7	40,1

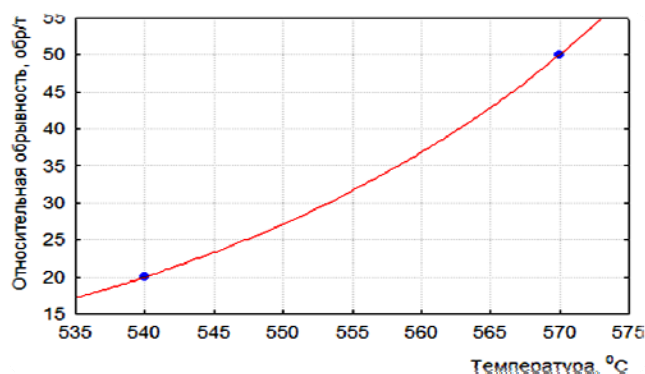


Рис. 1. Зависимость максимального значения относительной обрывности (обр/т) металлокорда 4+3x0,35УТ при свивке от максимальной температуры поверхности проволоки из стали 96 при волочении (°C)

2. Во втором промышленном испытании проволочная заготовка для стана использовалась одинаковая – диаметром 0,30НТ. Опытные образцы волочились 16 раз, но с различной скоростью: в первом скорость составляла 16 м/с, а во втором была снижена до 1 м/с. После каждого испытания были сняты параметры: отношение предела текучести к пределу прочности (σ_T/σ_B) и относительное удлинение (δ). Из полученных данных определено повышение пластических свойств проволоки после волочения σ_T/σ_B – с 0,95 до 0,55, δ – с 2,24 до 4 %.

Результаты эксперимента показали, что повысить пластические свойства металла проволоки в реальных производственных условиях без значительных материальных затрат можно путем использования рационального распределения обжатию проволоки в волоках и путем снижения скорости волочения.

Литература

1. Фетисов, В. П. Деформационное старение стали при волочении проволоки / В. П. Фетисов. – Минск, 1996.
2. Горловский, М. Б. Справочник волочильщика проволоки / М. Б. Горловский. – 1993.
3. Красильщиков, Р. Б. Деформационный нагрев и производительность волочильного оборудования / Р. Б. Красильщиков. – М. : Металлургия, 1970.
4. Перлин, И. Л. Теория волочения / И. Л. Перлин. – М. : Металлургия, 1956.