

Р.Л.Тоффенец, канд. техн. наук,
Л.А.Васильева, канд. техн. наук,
Л.М.Малашенко, мл. науч. сотр.
(ФТИ АН БССР)

ДИАГРАММЫ ДЛЯ ВЫБОРА ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННОГО РЕЖИМА ОТЖИГА (СТАРЕНИЯ) СПЛАВОВ

Задачи по определению характеристик металла, позволяющих дать оценку уровня микронапряжений, изменения физических и прочностных характеристик металла в процессе его отжига, возникают довольно часто в связи с разработкой режимов их термической обработки. Решению таких задач могут помочь диаграммы деформационного возврата, построенные на основании данных по изменению предела упругости, электросопротивления, уширения интерференционных линий и других свойств в зависимости от температуры и времени отжига чистого металла или сплава.

На рис. 1 приведена диаграмма $\beta = f(t, \tau)$, построенная для латуни Л62 на основании анализа изменения физического уширения интерференционной линии (331), характеризующего уровень внутренних напряжений в матрице сплава. Диаграмма может быть использована для выбора режима отжига, обеспечивающего снятие внутренних напряжений, и получения стабильной структуры сплава.

Следует обратить внимание на эффективность использования таких диаграмм для стареющих сплавов, представляющих большую группу промышленных материалов.

С целью интенсификации старения и улучшения комплекса свойств эти сплавы часто поставляются в закаленном и деформированном состоянии. При термической обработке таких сплавов процесс деформационного возврата идет одновременно с процессом старения, осложняя распад перенасыщенного твердого раствора. Результатом этих исследований является то, что максимум значений твердости, прочности, предела упругости и других свойств соответствует разным температурам и временам старения. Выбор оптимальных условий термической обработки при этом значительно осложняется.

Проиллюстрируем это на примере бериллиевой бронзы – термически упрочняемого медного сплава, широко используемого в

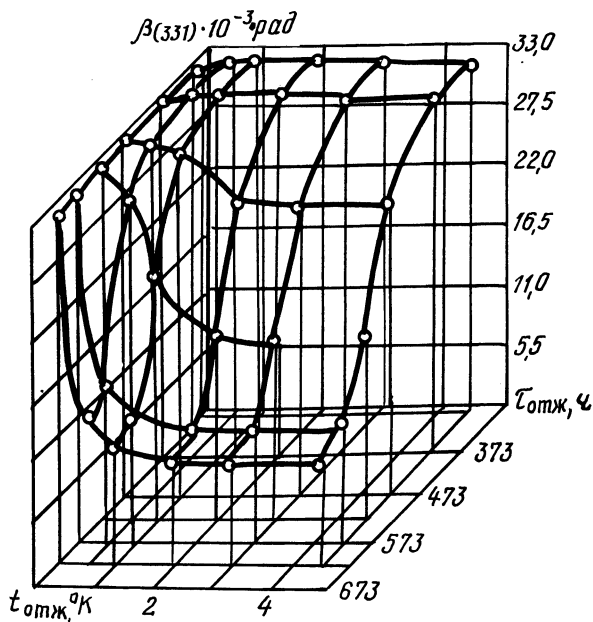


Рис. 1. Диаграмма возврата уширения интерференционной линии (331) при деформационном отжиге латуни Л62 ($\epsilon = 30\%$).

приборостроении. Бериллиевая бронза поставляется в виде ленты, деформированной в закаленном состоянии (БрБ2Т). Сложность процесса распада твердого раствора бериллия в меди, особенно в условиях сопровождающего распад деформационного возврата, приводит к тому, что максимум упругих и прочностных свойств бронзы не достигается при температурно-временном режиме, выбранном по заданной твердости, как основной контролируемой в производственных условиях характеристике. От структурных особенностей состаренной бронзы зависит и уровень внутренних микронапряжений, который в свою очередь определяет такие важные характеристики сплава, как релаксационная стойкость и склонность к короблению.

Качество, долговечность и надежность в работе многих деталей точного приборостроения лимитирует не твердость, а комплекс свойств. Для получения деталей, удовлетворяющих этому требованию, температурно-временной режим термической обработки должен устанавливаться с учетом закономерностей его влияния на все перечисленные характеристики. Для выбора оптимальных режимов и могут быть использованы диаграммы де-

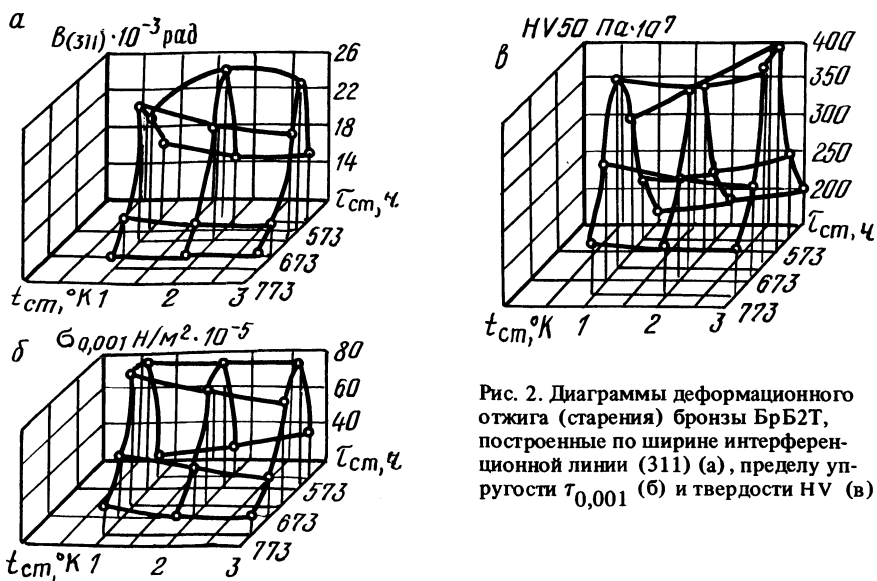


Рис. 2. Диаграммы деформационного отжига (старения) бронзы БрБ2Т, построенные по ширине интерференционной линии (311) (а), пределу упругости $\tau_{0,001}$ (б) и твердости HV (в).

формационного отжига (старения), представленные на рис. 2. Диаграммы построены в системе координат: анализируемое свойство – температура отжига (старения) – время отжига (старения). Для деталей типа пружинных контактов определяющими характеристиками являются: твердость, предел упругости, уровень микронапряжений. Именно по этим характеристикам и построены предложенные диаграммы. Микротвердость определяли на ПМТ-3 при нагрузке 50 г. Предел упругости – на плоских образцах $0,3 \times 10 \times 100$ мм с допусками на остаточную деформацию 0,001% ($\sigma_{0,001}$) по схеме продольного изгиба. Об изменении уровня микронапряжений судили по ширине интерференционной линии (311).

Из диаграмм следует, что заданная твердость $HV \sim 300-320$ может быть получена старением и при $280^\circ C$ и при $400^\circ C$. Однако во втором случае при том же значении предела упругости уровень микронапряжений примерно в два раза ниже.

Это позволяет рекомендовать для деталей типа пружинных контактов с заданной твердостью $HV \sim 300-350$ высокотемпературное старение при температуре $\sim 400^\circ C$ взамен низкотемпературного.

Использование такого режима на механическом заводе им. Вавилова позволило устранить брак по отказам вследствие потери размеров при сборке и эксплуатации деталей.