

Старение бериллиевых бронз

Меднобериллиевые сплавы или бериллиевые бронзы представляют собой многокомпонентные сплавы меди. Эти сплавы обладают рядом весьма ценных свойств, а потому получили широкое распространение в промышленности. Особенностью меднобериллиевых сплавов является большой диапазон изменения физико-механических свойств при термообработке. В закаленном состоянии эти сплавы обладают высокой вязкостью. После упрочняющего отпуска (старения) вязкость меднобериллиевых сплавов резко снижается, а прочность и твердость значительно возрастают. Эти сплавы получили массовое применение именно после открытия их способности упрочняться в результате термообработки.

Процесс старения промышленных бронз

Важнейшим этапом упрочняющей термообработки промышленных бериллиевых бронз является процесс старения, в результате которого не только возрастает прочность, но также сильно изменяются многие физические свойства. Это конечная операция при термообработке деталей из бериллиевой бронзы. Именно свой-



Рис.1. Электродуховка шахтная отпускная.

ства, полученные при старении, определяют долговечность и надежность работы таких деталей. При старении протекают сложные процессы структурных превращений на всех стадиях, которые до сих пор активно исследуются. Содержание бериллия в сплаве и наличие примесей имеют большое значение для выбора температуры и продолжительности отпуска. Чем больше содержание бериллия в сплаве, тем ниже (до определенных пределов) должна быть температура отпуска, чтобы получить наибольшее упрочнение. В тех случаях, когда специальные свойства, например ударная вязкость, имеют большее значение, чем наибольшая прочность, режим отпуска должен быть изменен. Изменяя температуру и продолжительность отпуска, можно получать различные комбинации свойств обрабатываемых деталей (прочность, твердость, вязкость, сопротивление удару и т.д.). Режим отпуска зависит от величины зерна в сплаве и степени деформации перед термообработкой. Например, при старении бронзы после холодной деформации твердость получается выше, чем при старении непосредственно после закалки и тем выше,



Рис.2. Электродуховка камерная отпускная.

чем больше степень деформации. На прочность после отпуска влияет также масштабный фактор. При одних и тех же режимах термообработки у полос меньшей толщины прочность будет выше. Комбинаций вариантов отпуска бериллиевых бронз столько много, что они до сих пор исследуются, подбираются оптимальные, разрабатываются новые. Большой интерес вызывает малоизученный процесс динамического старения, т.е. старение под нагрузкой. Он представляется очень эффективным методом упрочнения сплавов. Однако на сегодня такой процесс находится лишь в стадии многочисленных исследований.

Электродуховки для отпуска (старения)

Высококачественный отпуск бериллиевых бронз можно произвести только в специальных печах. Они оборудованы системой принудительного перемешивания печной атмосферы, что позволяет получать высокую равномерность температуры по всему объему печи. Отпускные электродуховки выпускаются камерного или шахтного типа и предназначены для проведения режимов термообработки, требующих равномерного прогрева деталей и поддержания температуры с высокой точностью.

Иногда в целях получения заготовок с неокисленной поверхностью нагрев производят в защитной атмосфере, не содержащей паров воды. Такие электродуховки по конструкции более сложные. Они имеют герметичный кожух, дверь с резиновым уплотнением и комплектуются газорегулирующим оборудованием. В качестве за-



Рис.3. Электродуховка камерная с защитной атмосферой.

щитной атмосферы может применяться диссоциированный аммиак.

Разъемные электропечи могут использоваться при исследованиях динамического старения. Разъемная конструкция позволяет использовать их на испытательных стендах и помещать в зону нагрева заготовки, в которых создаются необходимые напряжения. В зависимости от конструкции используемых стендов применяются электропечи с горизонтальным или вертикальным разъемом.

Управление режимами отпуска (старения)

Режим отпуска зависит от многих факторов, в том числе от содержания бериллия в сплаве, состояния сплава, величины зерна, степени деформации перед термообработкой и, наконец, от свойств, которые сплав должен получить в результате термообработки. В итоге получаются десятки программ, которые необходимо хранить в персональном компьютере и выбирать в зависимости от задач, стоящих перед термообработкой для получения определенных, заданных свойств деталей.

Современные электропечи оснащаются электронными средствами регистрации. Все режимы термообработки могут накапливаться в регистраторе в электронном виде за довольно большой промежуток времени. Их всегда можно посмотреть на компьютере технолога-термиста. Результаты термообработки могут храниться, например, на диске в архиве программ. При необходимости любую термограмму, любую таблицу не сложно найти, легко анализировать, проводить сравнение и выявлять тенденции за определенный промежуток времени. На компьютере можно хранить не только термограммы, но и результаты измерения, например, твердости, фотографии микрошлифов и много другой полезной информации.



Рис.4. Электропечь с вертикальным разъемом

Факторов, влияющих на конечные физико-механические свойства бериллиевых сплавов, не мало. Многие зависят от проведения режима закалки, но важнейшую роль играет конечная операция – старение (отпуск). Электропечи, предназначенные для термообработки бериллиевых сплавов, должны обеспечивать высокую равномерность прогрева всего рабочего объема, гарантировать многократную повторяемость заданного режима, полную автоматизацию проводимых процессов, хранение большого количества программ термообработки и архивирование данных обо всех проведенных режимах за длительный период. Поэтому от правильности выбора печного оборудования для проведения термообработки полностью зависят получаемые результаты.

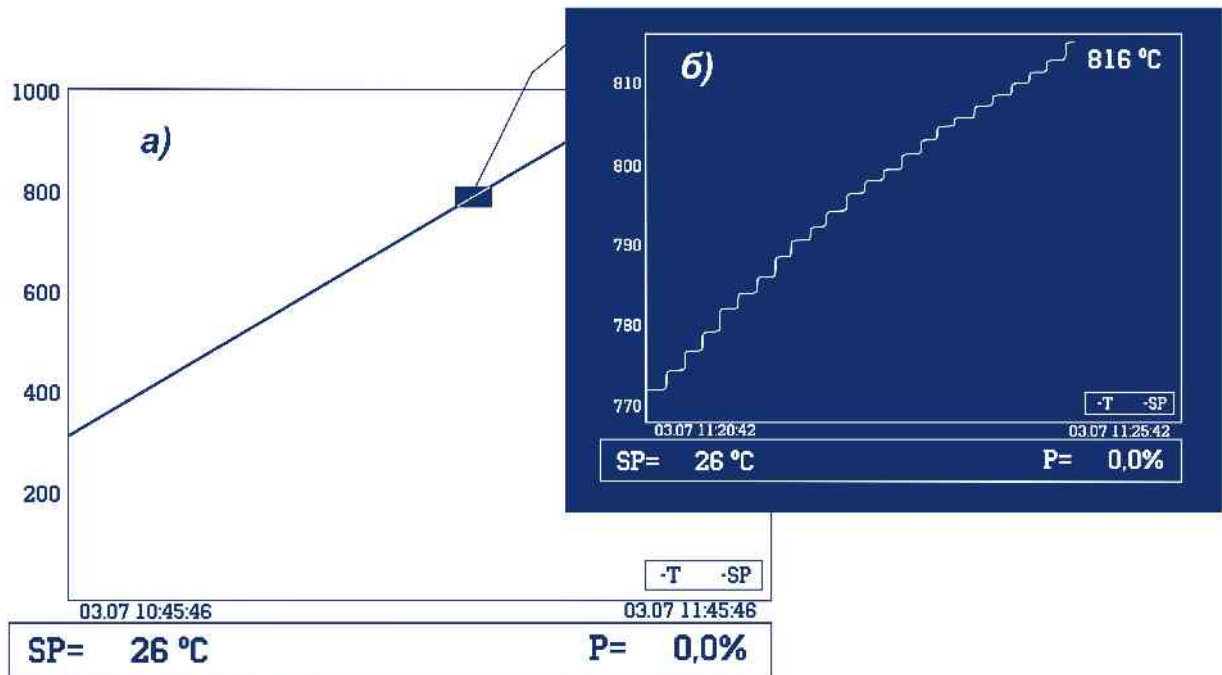


Рис.5. Диаграмма термического процесса, хранящаяся в электронном виде.