

лучены они при нагрузке на инструмент, равный 1800 Н. Из сравнения экспериментальных и расчетных кривых следует, что максимальное их расхождение не превышает 13 %.

Для отожженного титанового сплава ВТ-16 при том же усилии 1800 Н аналогичный расчет и эксперименты были проведены при вдавливании ролика  $R_1 = 30$  мм в поверхность цилиндра  $R_2 = 9$  мм. Изменился профильный радиус  $R_3$  тора. Для  $R_3 = 0,8$  мм получено расчетное значение  $\eta_{o.c} = 0,378$ , экспериментальное – 0,37; для  $R_3 = 1,2$  мм – 0,416 и 0,377. Максимальное расхождение расчетных и экспериментальных данных, вычисленных по результатам шести измерений для каждой точки, равно  $\sim 10$  %.

Таким образом, если проводить расчет режимов ППД, пользуясь схемой вдавливания, а такая возможность доказана нами при реализации результатов исследований в промышленности, предлагаемый метод расчета коэффициента осесимметричности пятна контакта при ППД является вполне приемлемым для практических расчетов.

При значительном увеличении усилия обкатывания (до 3000 Н для стали 45) отклонение экспериментальных данных от расчетных увеличивается. Это связано с наличием больших внеконтактных деформаций, что вносит значительные погрешности в измерения. Поскольку внеконтактные деформации, превышающие некоторый предел, в процессе ППД недопустимы, этот случай нами не анализируется.

УДК 621.7.011:669.2/8

Л.Н. ТЮРИН, канд.техн.наук,

Л.Е. ЧЕРНИГА,

А.В. СТЕПАНЕНКО (ФТИ АН БССР)

## РАЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ АЛЮМИНИЕВОЙ БРОНЗЫ БрАЖ9-4

Медные сплавы, в частности бронзы, содержащие в качестве легирующих элементов алюминий, железо, марганец, никель, согласно существующей практике обработки давлением деформируются только в горячем состоянии. Наиболее характерным представителем этого класса бронз является бронза БрАЖ9-4. Горячую обработку ее рекомендуют производить в температурном интервале 800–900 °С [1,2].

Однако при горячей обработке алюминиевых бронз приходится сталкиваться с такими отрицательными явлениями, как окалинообразование, повышенная склонность к налипанию на инструмент. Это приводит к ухудшению качества поверхности получаемых изделий, к заштамповке окалины в тело поковок, увеличивает энергосиловые параметры деформирования, снижает стойкость штампового инструмента.

Нами уточнены температурные режимы деформирования и установлено их влияние на деформируемость и на изменение механических свойств алюминиевой бронзы БрАЖ9-4. С этой целью были выполнены эксперименты по выдав-

ливанию бронзы в диапазоне температур 450–700 °С со степенями деформации 30, 50, 70 и 80 %.

Установлено, что повышение температуры деформирования от 450 до 700 °С приводит к снижению прочностных и повышению пластических свойств бронзы за исключением температуры деформирования 550 °С, близкой к температуре фазовых превращений. При указанной температуре деформирования резко возрастает предел прочности и текучести, а относительное удлинение и сужение шейки снижаются. Причем эта аномалия свойств наиболее существенно проявляется при низких степенях деформации – 30 и 50 % (рис. 1). При высоких степенях деформации – 70 и 80 % – проявление аномалии свойств не существенно, что, по-видимому, связано с влиянием теплового эффекта деформации, составляющего 100 °С при температуре выдавливания бронзы 550 °С.

Механические испытания на растяжение бронзы БрАЖ9-4 в этом же температурном интервале подтверждают наличие аномалии свойств – понижение пластичности при температуре 550 °С, проявляющееся в образовании плат на кривых изменения относительного удлинения и сужения шейки.

Проведенные эксперименты по выдавливанию позволили установить, что прямое выдавливание на проход с низкими степенями деформации – 30 и 50 % возможно осуществлять во всем исследуемом интервале температур – от 450 до 700 °С, включая температуру провала пластичности 550 °С. Выдавленные прутки бронзы при этих температурах деформации не имеют поверхностных дефектов.

При обратном выдавливании деталей типа стакана со степенью деформации 40 % при 550 °С, т.е. в зоне пониженной пластичности, на наружной поверхности образуются кольцевые трещины и надрывы металла.

При прямом выдавливании бронзы БрАЖ9-4 с высокими степенями (70, 80 %) лишь при низких температурах деформирования 450 и 500 °С отмечены случаи разрушения выдавленных образцов. По-видимому, за счет теплового эффекта выдавливание при данных температурах нагрева заготовок фактически осуществляется в зоне провала пластических свойств бронзы БрАЖ9-4.

Учитывая характер изменения механических свойств и деформируемости бронзы БрАЖ9-4 в зависимости от температуры и степени деформации, рекомендованы рациональные температурные режимы ее обработки выдавливанием. При низких степенях деформации (до 50–60 %) выдавливание бронзы

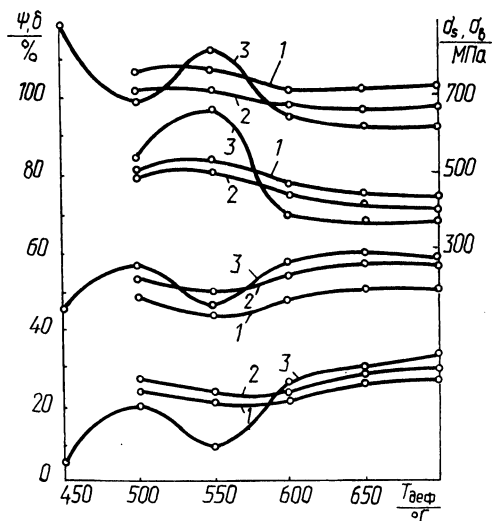


Рис. 1. Влияние температуры и степени деформации на прочностные и пластические свойства бронзы БрАЖ9-4:

1 — степень деформации  $\epsilon = 80$  %; 2 — 70%;  
3 — 50 %

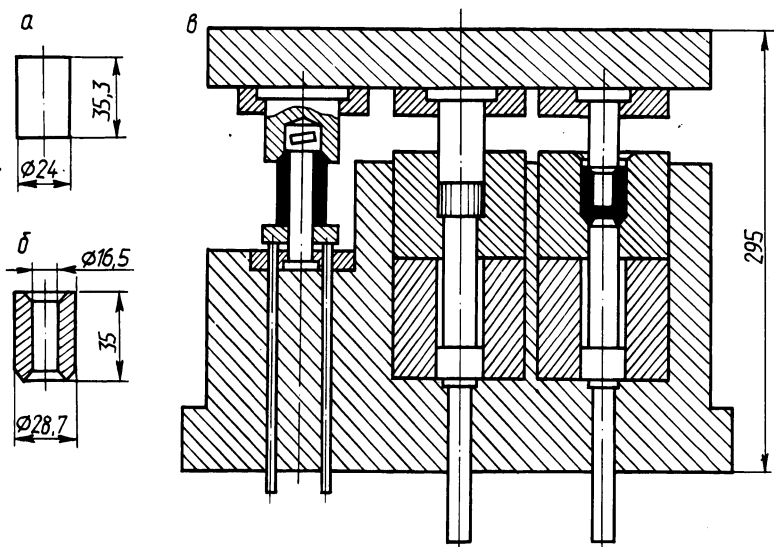


Рис. 2. Заготовка (а) , поковка детали (б) и штамп для ее выдавливания (в)

БрАЖ9-4 возможно производить при 600–650 °С, а при более низких – 70, 80 % и выше температура деформации может быть понижена до 550–600 °С.

Предложенные режимы деформирования были применены при разработке технологии получения выдавливания взамен обработки резанием деталей из бронзы БрАЖ9-4 запорных вентилей. Деталь СТП24-71-1 (рис. 2) изготавливается обратным выдавливанием со степенью деформации 40 %. Температура индукционного нагрева заготовок под выдавливанием принята 600–650 °С. Выдавливание деталей осуществляется на кривошипном прессе К2130 усилием 1000 кН в разработанном для этой цели трехпозиционном штампе, схема которого приведена на рис. 2.

На первом переходе производится осадка заготовок до заполнения ручья матрицы. На втором – осуществляется выдавливание внутренней полости с оформлением фасок на торцах деталей и на третьем – просечка дна. При применении графитомасляной смазки чистота поверхности выдавливаемых деталей соответствует  $R_a$  0,63–0,5, фактически копируя чистоту поверхности штампового инструмента. Точность диаметральных размеров соответствует 4-му классу, что позволяет производить без дополнительной механической обработки нарезку и накатку резьб на наружных и внутренних поверхностях выдавленных деталей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Обработка цветных металлов и сплавов давлением/К.Н. Богоявленский, В.В. Жолобов, А.Д. Ландихов, Н.Н. Постников. – М.: Металлургия, 1973. – 472 с. 2. Ковка и штамповка цветных металлов /Под общ. ред. Н.И. Корнеева. – М.: Машиностроение, 1972. – 229 с.