

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Действительный член АН Белорусской ССР С. И. ГУБКИН, С. С. ВОЛКОВ
и Л. Н. МОГУЧИЙ

**О ВОЗМОЖНОСТИ ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИЕВЫХ
ПОКОВОК В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Деформирование магниевых сплавов путемковки представляет сложную техническую задачу. Эта задача принципиально решена советской наукой на основе изучения деформируемости магниевых сплавов. Первые глубокие исследования деформируемости магниевых сплавов были начаты в Институте общей и неорганической химии АН СССР в 1937 г., а впоследствии продолжены в Институте металлургии АН СССР. На основании проведенных работ были получены следующие результаты:

1. Изучены пластические свойства магния и стандартных магниевых сплавов МА-2 и МА-3 в широком интервале температур от 20 до 500° (1). Главным выводом указанных работ является заключение о том, что при определенных температурно-скоростных условиях магниевые сплавы обладают весьма высокой пластичностью, равнозначной пластичности других цветных металлов.

2. Разработана теория деформируемости магниевых сплавов (2, 3, 7). Отмечено, что магниевые сплавы обладают специфическими особенностями, из числа которых важнейшими являются узкий интервал оптимальных температур деформации, влияние степени предварительной деформации (7) и влияние объема на сопротивление деформированию (2). В случае учета специфических особенностей деформация магниевых сплавов не вызывает особых затруднений, а стандартные магниевые сплавы МА-2 и МА-3 можно деформировать как при медленном нагружении (на прессах), так и при ударном нагружении (на молотах).

3. Изучена ковкость магниевых сплавов (6), причем дано теоретическое обоснование получения кузнечной заготовки методом прессования (4, 5) и рекомендована оптимальная температураковки магниевых сплавов, а также разработан оптимальный режим горячей объемной штамповки магниевых сплавов, обеспечивающий высокие механические свойства деталей (3, 7).

Практическое использование результатов перечисленных выше работ в значительной мере связано с возможностью получения поковок из стандартных магниевых сплавов МА-2 и МА-3 на существующем оборудовании.

Экспериментальное выяснение этого вопроса связано с предварительным расчетным определением работы деформации, необходимой для получения данной поковки. Имеющиеся для этой цели формулы, являясь эмпирическими, включают ряд безразмерных коэффициентов, изменяющихся в широких пределах и устанавливаемых на основе

практических соображений. Поэтому целесообразно предложить более обоснованную формулу с обязательным условием определения расчетным путем вводимых в нее поправочных коэффициентов.

Необходимая элементарная работа деформации может быть представлена выражением

$$dA = kF_x ds. \quad (1)$$

Здесь k — удельное давление течения; F_x — площадь сечения поковки, перпендикулярного к направлению удара, эта площадь сечения в процессе деформации все время изменяется; s — действительный путь бойка молота, этот путь в случае поковки сложной формы может быть определен по чертежу поковки; $F_x = V/h_x$, где V — деформируемый объем, h_x — осредненная текущая высота деформируемого тела.

Для поволоков сложной формы высота поковки и высота заготовки могут иметь различные значения для различных мест деформируемого тела.

Можно также принять

$$ds = \frac{s}{h_n - h_k} d(h_n - h_k); \quad (2)$$

здесь $h_n - h_k$ — конечное изменение осредненной высоты деформируемого тела; $h_n = V/F$, где F — площадь сечения заготовки, перпендикулярного к направлению удара; $h_k = V/f$, где f — площадь сечения поковки, перпендикулярного к направлению удара.)

Уравнение (1) переписывается следующим образом:

$$dA = - \frac{k s V}{h_n - h_k} \frac{dh_n}{h_k}.$$

Работа деформации

$$A = k \frac{s}{h_n - h_k} V \ln \frac{h_n}{h_k}. \quad (3)$$

Полученная формула (3) применима для определения работы деформации поволоков сложной формы, имеющих переменную высоту сечений в плоскостях, совпадающих с направлением удара. Если высота любого подобного сечения является постоянной и не изменяется при переходе от одного сечения к другому, то

$$h_n - h_k = s. \quad (4)$$

В этом случае формула (3) превращается в общеизвестную в теории обработки металлов давлением формулу работы деформации.

При использовании формулы (3) величина удельного давления течения k вычислялась по формуле

$$k = Z \frac{a}{V_0 \ln (h_n^1 / h_k^0)}; \quad (5)$$

здесь V_0 — объем образца, деформированного одним ударом на лабораторном копре при той температуре, при которой заканчивается штамповка поковки; a — работа сжатия образца на копре при температуре конца штамповки, необходимая для получения степени деформации

$\ln \frac{h_n^1}{h_k^0} = \ln \frac{h_n}{h_k}$; h_n^0 — начальная высота образца, h_k^0 — конечная высота образца; работа a в настоящем исследовании принималась на основе экспериментальных данных; Z — коэффициент, учитывающий различ-

ный термомеханический режим деформации образца и поковки, а также сложность формы поковки.

Для Z на основе экспериментальных данных было принято:

$$Z = \frac{2V_{\phi} - V}{V_{\phi}} \left[\frac{9 - \lg(V - 15)}{8} \right]; \quad (6)$$

здесь V_{ϕ} — так называемый фиктивный объем, т. е. объем простейшей геометрической фигуры, в которую может быть вписана поковка данной формы; множитель $\frac{9 - \lg(V - 15)}{8}$ изменяется от 1 до 0,5, если V

изменяется от 25 до 100 000 см³. При $V \leq 25$ см³ указанный множитель принимается равным единице, а при $V \geq 100 000$ см³ — равным 0,5.

По формуле (3) подсчитывалась работа деформации и на основании полученного результата определялся вес падающих частей молота, необходимый для изготовления на молоте магниевой поковки. Оказалось, что для изготовления магниевых поковок требуемый вес падающих частей на 15—20% меньше, чем для аналогичных по форме и размерам поковок из других цветных металлов. Это положение подтвердилось при проверочной штамповке в заводских условиях партии магниевых поковок различного веса и различной формы. Таким образом, показано, что магниевые поковки с полным успехом можно изготовить на тех же и даже несколько менее мощных молотах, как и аналогичные поковки из легких сплавов. Заводская проверка также показала, что для изготовления магниевых поковок можно применять штампы с той же конструкцией гравюры и из того же материала, как и для поковок из других цветных металлов. Это объясняется тем, что не только сопротивление деформации магниевых сплавов несколько меньше, чем, например, сопротивление других легких сплавов, но коэффициент внешнего трения деформации также несколько меньше для магниевых сплавов, чем, например, для алюминиевых сплавов. Для алюминиевых сплавов коэффициент внешнего трения деформации при ковке их на молотах колеблется в пределах от 0,35 до 0,4, а для магниевых сплавов — от 0,3 до 0,35.

При проведении заводских испытаний для нагрева магниевых сплавов применялись те же самые нагревательные устройства, какие применяются для других легких сплавов. Таким образом, изготовление магниевых поковок на молотах может производиться на том же оборудовании и в тех же самых штампах, которые применяются для аналогичных легких сплавов.

Обобщенным результатом заводского и лабораторного исследования доказано, что многие кованные изделия из различных легких сплавов могут быть заменены поковками из магниевых сплавов. Широкое внедрение магниевых поковок в машиностроении становится реальным делом, которое должно содействовать использованию ресурсов отечественного магния и прогрессу советского машиностроения.

Поступило
11 VIII 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ С. И. Губкин, Е. М. Савицкий, ДАН, 28, № 2 (1940); Изв. Сект. физ.-хим. анализа АН СССР, 14 (1940); Сборн. Деформируемость цветных сплавов, изд. АН СССР, 1947. ² С. И. Губкин, ДАН, 29, № 4 (1940). ³ С. И. Губкин, М. И. Затуловский, Изв. АН СССР, ОТН, № 10 (1950). ⁴ Л. Н. Могуций, Вестн. машиностроения, № 1 (1952). ⁵ С. И. Губкин, Л. Н. Могуций, Изв. АН СССР, № 4 (1951). ⁶ С. И. Губкин, Сборн. Деформируемость цветных сплавов, изд. АН СССР, 1947. ⁷ М. И. Затуловский, Вестн. машиностр., № 6 (1951).