

Научная статья

УДК 669.721

## ХОЛОДНОЕ ВЫДАВЛИВАНИЕ ТОНКОСТЕННОГО СТАКАНА ИЗ МАЛОПЛАСТИЧНОГО МАТЕРИАЛА

**Юлия Валентиновна Замараева<sup>1</sup>, Юрий Николаевич Логинов<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

<sup>1,2</sup> Институт физики металлов им. М. Н. Михеева УрО РАН, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> *zamaraevajulia@yandex.ru*

Научный руководитель — проф., д-р техн. наук Ю. Н. Логинов

**Аннотация.** В ходе исследования было выполнено моделирование обратного выдавливания магниевой заготовки в холодном состоянии с применением метода конечных элементов. Выявлена неравномерность распределения степени деформации по сечению стакана — максимум примыкает к поверхности пуансона.

**Ключевые слова:** магний, обратное выдавливание, пластичность, степень деформации, метод конечных элементов

**Финансирование:** исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта (№ 20–38–90051).

Original article

## COLD EXTRUSION OF A THIN-WALLED GLASS FROM A LOW-PLASTIC MATERIAL

**Yulia Valentinovna Zamaraeva<sup>1</sup>, Yuri Nikolaevich Loginov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1,2</sup> M. N. Mikheev Institute of Metal Physics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> *zamaraevajulia@yandex.ru*

Scientific supervisor — professor, doctor of technical sciences Yu. N. Loginov

**Abstract.** In the course of the study, a simulation of the reverse extrusion of a magnesium billet in a cold state was performed using the finite element method. The unevenness of the distribution of the degree of deformation over the section of the glass is revealed — the maximum is adjacent to the surface of the punch.

**Keywords:** magnesium, backward extrusion, plasticity, strain, finite element method

**Funding:** the research was carried out with the financial support of the RFBR as part of a scientific project (№ 20–38–90051).

Магний как материал, имеющий гексагональную решетку, обладает ограниченным количеством плоскостей скольжения, что приводит к пониженной пластичности [1].

В связи с непрерывным расширением областей применения магния как конструкционного материала стоят задачи разработки и анализа процессов его холодной деформации, позволяющих реализовать схемы напряженного состояния сжатия для повышения пластичности, особенно при использовании литого металла [2].

Схема обратного выдавливания цилиндрических заготовок часто используется для получения изделий типа стаканов [3; 4].

Для решения задачи обратного выдавливания применен программный комплекс *DEFORM-2D*. Материал заготовки — магний марки Мг90 по ГОСТ 804–93. Магниевый образец представлен в виде цилиндра диаметром  $d_0 = 30$  мм и высотой  $h_0 = 12$  мм. Диаметр пуансона — 28 мм. Скорость перемещения пуансона равна 1 мм/с. Радиус закругления кромки пуансона — 8 мм при угле конусности  $10^\circ$ .

На рис. ниже приведено распределение степени деформации при выдавливании стакана с толщиной стенки 1,0 мм.

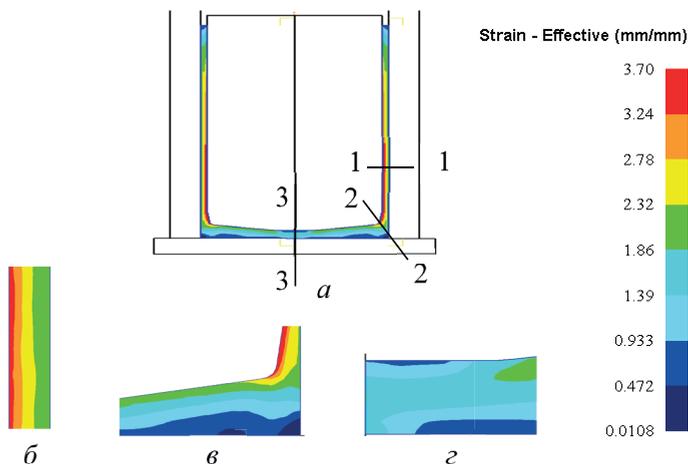


Рис. Распределение степени деформации:

а — по сечению стакана толщиной 1,0 мм; б — в сечении 1–1;  
в — в сечении 2–2; г — в сечении 3–3

Здесь видно, что степень деформации по сечению стакана распределена неравномерно. Металл стенки стакана получает степень деформации, равную 3,24...3,70 на внутренней поверхности и на уровне 1,86...2,32 на внешней (рис., б). Близость максимума к поверхности пуансона предполагает большее упрочнение металла именно с внутренней стороны получаемой оболочки.

#### Список источников

1. Barnett M. R. Forming of magnesium and its alloys // *Fundamentals of Magnesium Alloy Metallurgy*. Woodhead Publishing Series in Metals and Surface Engineering. 2013. P. 197–231.
2. Микроструктура и механические свойства литого магния / Н. А. Кругликов [и др.] // *Литейщик России*. 2013. № 8. С. 17–21.
3. Лавриненко В. Ю., Говоров В. А. Исследование процесса обратного выдавливания поковок типа «стакан» с уменьшенной разностенностью // *Известия Волгоградского государственного технического университета*. 2017. № 9 (204). С. 26–28.
4. Моделирование процесса обратного выдавливания тонкостенных полых изделий с активизацией контактных скольжений металла / М. И. Поксеваткин [и др.] // *Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением*. 2017. № 12. С. 3–7.

#### References

1. Barnett M. R. Forming of magnesium and its alloys // *Fundamentals of Magnesium Alloy Metallurgy*. Woodhead Publishing Series in Metals and Surface Engineering. 2013. P. 197–231.
2. Microstructure and mechanical properties of cast magnesium / N. A. Kruglikov [et al.] // *Foundry of Russia*. 2013. № 8. P. 17–21.
3. Lavrinenko V. Yu., Govorov V. A. Investigation of the process of reverse extrusion of glass-type forgings with reduced wall thickness // *Bulletin of the Volgograd State Technical University*. 2017. № 9 (204). P. 26–28.
4. Modeling the process of reverse extrusion of thin-walled hollow products with activation of metal contact sliding / M. I. Poksevatkin [et al.] // *Forging and stamping production. Material processing by pressure*. 2017. № 12. P. 3–7.