

5. Гринкевич В.А. Бесштамповое профилирование на прессах с повышением точности формоизменения на окончательных операциях / В.А. Гринкевич, В.В. Кухарь, К.К. Диамантопуло // Кузнечно-штамповочное пр-во – Обработка материалов давлением. – 2010. - №5. – С.19–23.
6. Кухарь В.В. Моделирование формоизменения металла при осадке цилиндрических заготовок выпуклыми продолговатыми плитами / В.В. Кухарь, С.А. Короткий, В.А. Бурко // Вісник Хмельницького національного університету.– Хмельницький: ХНУ, 2008.– № 5. – С. 204–208.
7. Кухарь В.В. Экспериментальные исследования формоизменения цилиндрических заготовок при осадке выпуклыми продолговатыми плитами / В.В. Кухарь, В.А. Бурко // Металлургические процессы и оборудование. – 2008. – № 4(14). – С. 35–39.

## УДК 621.762

**БАГЛЮК Г.А.**, докт. техн. наук, старший научный сотрудник, зам. директора ИПМ НАН Украины, г. Киев

**ХОМЕНКО А.И.**, кан. техн. наук, старший научный сотрудник, ИПМ НАН Украины, г. Киев

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА "ТЕНЗОР"**

Рассмотрены вопросы автоматизации исследования пластической деформации материалов визиопластическим методом с помощью аппаратно-программного комплекса "ТЕНЗОР". Показаны особенности реализации метода применительно к порошковым материалам.

Ключевые слова: пластическая деформация, визиопластический метод, аппаратно-программный комплекс.

Розглянуто питання автоматизації дослідження пластичної деформації матеріалів визиопластичним методом за допомогою апаратно-програмного комплексу "ТЕНЗОР". Показано особливості реалізації методу стосовно до порошкових матеріалів

Ключові слова: пластична деформація, визиопластичний метод, апаратно-програмний комплекс.

Some aspects of materials plastic deformation automated exploration by visioplastic method using TENSOR hardware and software complex are examined. Distinctive features of method implementation are discussed.

Keywords: plastic deformation, visioplastic method, hardware and software complex.

Визиопластический метод (метод сеток) - экспериментально-аналитический метод, позволяющий исследовать как низко- так и высокоскоростные процессы обработки материалов давлением [1]. Его применение требует тщательной подготовки образцов, исключительной аккуратности при нанесении расчетных сеток, высокого качества фиксации результатов на каждом этапе деформации и высокой точности измерений, в противном случае результат может оказаться непредсказуемым. Все это в сочетании с большим объемом расчетов делает указанный метод не слишком популярным среди исследователей, особенно среди специалистов по порошковой металлургии. Видимо, одной из основных причиной этого

явились искажения картины деформации, обусловленные конечной толщиной линий сетки. Попытка применения метода в его первоначальном виде, предусматривающем толщину линии сетки несоизмеримо малой по сравнению с размером ячейки, наталкивается на тот факт, что при деформации порошковых материалов эта толщина может принять такие значения, которые уже нельзя игнорировать. Задача настоящей работы - попытка модификации визиопластического метода, минимизирующей влияние искажений толщины линий.

Для решения задачи рассматривали сечение порошковой заготовки, имеющее форму прямоугольника размером 15 x 14 мм с нанесенной ортогональной сеткой 2 x 2 мм. Толщина каждой линии сетки составляла 0,25 мм. Задачу рассматривали, как плоскую, каждую ячейку сетки - как четырехугольник с вершинами А, В, С, D, начиная с левой верхней, по часовой стрелке. Расчет пористости выполняли по формуле

$$\ln((1-\Theta_{i-1})/(1-\Theta_i)) = \varepsilon_r^i + \varepsilon_z^i, \text{ где} \quad (1)$$

$\Theta_i, \Theta_{i-1}$  - значение пористости на текущем  $i$ -м и предыдущем  $i - 1$ -м этапах деформации;

$$\varepsilon_r^i = \ln((r_B^i - r_A^i + r_C^i - r_D^i)/(r_B^{i-1} - r_A^{i-1} + r_C^{i-1} - r_D^{i-1})) \text{ и}$$

$$\varepsilon_z^i = \ln((z_B^i - z_C^i + z_A^i - z_D^i)/(z_B^{i-1} - z_C^{i-1} + z_A^{i-1} - z_D^{i-1})) - \text{показатели деформации;}$$

$$r_N^m, z_N^m - \text{координаты вершины N ячейки на m-м этапе деформации.}$$

После первого этапа деформации произошли значительные изменения толщины линий, поэтому при расчете в качестве координат вершин ячеек сетки брали точки пересечения краев "полос", в которые превратились линии сетки (рис. 1 а, 1 в). Полученная диаграмма изменения пористости на каждом этапе (рис. 1 б, 1 г) не противоречит теоретическим представлениям, в то время, как замена реальной "полосы", разграничивающей ячейки, абстрактной линией, приводила к немотивированному и случайному возрастанию расчетной пористости в отдельных ячейках.

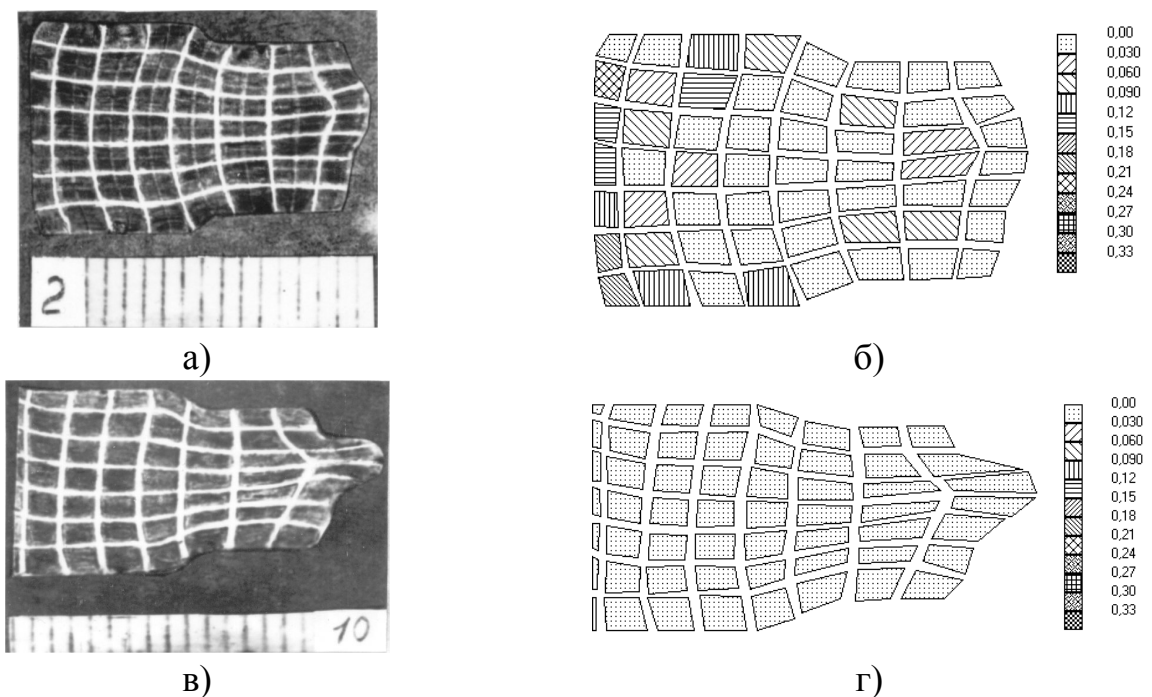


Рис. 1.

Все расчеты и построения диаграмм распределения пористости выполняли с помощью аппаратно-программного комплекса "ТЕНЗОР" [2], в частности, модуля исследования пластических деформаций "ТЕНЗОР-ДЕФОРМ". Для снижения погрешности оцифровки фотографий был использован модуль "ТЕНЗОР-КНЮП-ПЕЛЬ" того же комплекса. Этот модуль позволяет в интерактивном режиме "склеивать" координаты вершин ячеек с помощью мыши и при необходимости корректировать их в параметрической форме. Для контроля расчетной сетки ее можно показывать поверх изображения или скрывать. После достижения удовлетворительного соответствия сетки исходному изображению координаты ячеек экспортируются в один из стандартных форматов данных и передаются в модуль "ТЕНЗОР-ДЕФОРМ". Результат расчета - диаграмма распределения пористости (рис.1 б, 1 г) и таблицы расчетных значений .

## ВЫВОДЫ

1. Реализация визиопластического метода с учетом изменения толщины линий сетки при исследовании деформации порошковых материалов дает более реалистичные результаты расчета.

2. Автоматизация обработки изображений сетки на различных этапах деформации значительно сокращает объем рутинной работы и повышает точность расчетов.

**Список литературы:** 1. Евстратов В.А. Теория обработки металлов давлением [Текст] / В.А.Евстратов. - Харьков: "Вища школа", 1981. - 248 с. 2. Баглюк Г. А. Апаратно-програмний комплекс для дослідження структурних змін деформованого матеріалу [Текст] / Г.А.Баглюк, О.І.Хоменко, Д.А.Гончарук // Наукові нотатки: Міжвузівський збірник (за напрямом "Інженерна механіка"). - 2009.- Вип. 25, ч. II. - С.9 -11

## УДК 621.777

**В.О. ЄВСТРАТОВ**, доктор техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»

**В. О. БОРИСОВСЬКА**, аспірантка кафедри ОМТ, НТУ «ХПІ»

## НОВИЙ МЕТОД КАЛІБРУВАННЯ ЗАГОТОВАНOK ПОСТІЙНОГО ОБ'ЄМУ

В статье рассматривается влияние жесткости прессы на качество и точность размеров заготовок для деталей, полученных холодным выдавливанием. Также показана связь получения точного высотного размера и объема заготовки с жесткостью прессы.

В статті розглядається вплив жорсткості пресу на якість й точність розмірів заготовок для деталей, що отримані холодним видавлюванням. Також показаний зв'язок виготовлення точного висотного розміру та об'єму заготовки з жорсткістю пресу.

The influence of press stiffness on quality and precision of dimensions of workpieces for details manufactured with cold extrusion was reviewed. Also the relation of execution of precise high and volume of workpiece with press stiffness.