

***Д. Н. Первухина***

Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург,  
ОАО «Екатеринбургский завод ОЦМ», г. Верхняя Пышма  
*da.babailova@mail.ru*

Научные руководители: проф., д-р техн. наук *Ю. Н. Логинов*;  
доц., канд. техн. наук *Н. А. Бабайлов*

## **АНАЛИЗ ПОРОШКОВОЙ ЧАСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННОГО СПЛАВА ПЛАТИНЫ ПЛРд-10ДУ**

### **АННОТАЦИЯ**

В технологии производства изделий из платины выполнен анализ напряженно-деформированного состояния при уплотнении исходного порошка в закрытом контейнере. Выявлены причины неоднородного распределения кинематических параметров и плотности.

*Ключевые слова:* платина, деформация.

### **ABSTRACT**

The analysis of the stress-strain state during compaction of the platinum powder in a closed container for the technology of platinum production carried out. The inhomogeneous distribution of kinematic parameters and material density the causes were identified.

*Key words:* platinum, deformation.

В ранее выполненных работах по технологии производства полуфабрикатов и изделий из платины и ее сплавов изучены некоторые механические и технологические свойства [1; 2], а также граничные условия в операциях обработки [3; 4].

Вместе с тем, в технологическом процессе производства дисперсно-упрочненных сплавов платины существуют операции, которые можно отнести к элементам порошковой металлургии. Изготовленный теми или иными способами порошок сплава платины (рис. 1) подвергают уплотнению в контейнере перемещением пуансона, создавая необходимое усилие гидравлическим прессом. Вследствие действия трения на контактных поверхностях в порошке возникает неоднородное напряженное состояние, что приводит к неоднородному распределению плотности и пористости. Возникает необходимость оценки этой неоднородности, для того, чтобы создать рекомендации по ее уменьшению.

Краевая задача такого типа предполагает отказ от применения условия несжимаемости, что создает трудности для замыкания полной системы дифференциальных уравнений теории пластичности [5]. Для решения таких задач предлагалось другое сочетание определяющих соотношений, что изложено, например, в работе [6].

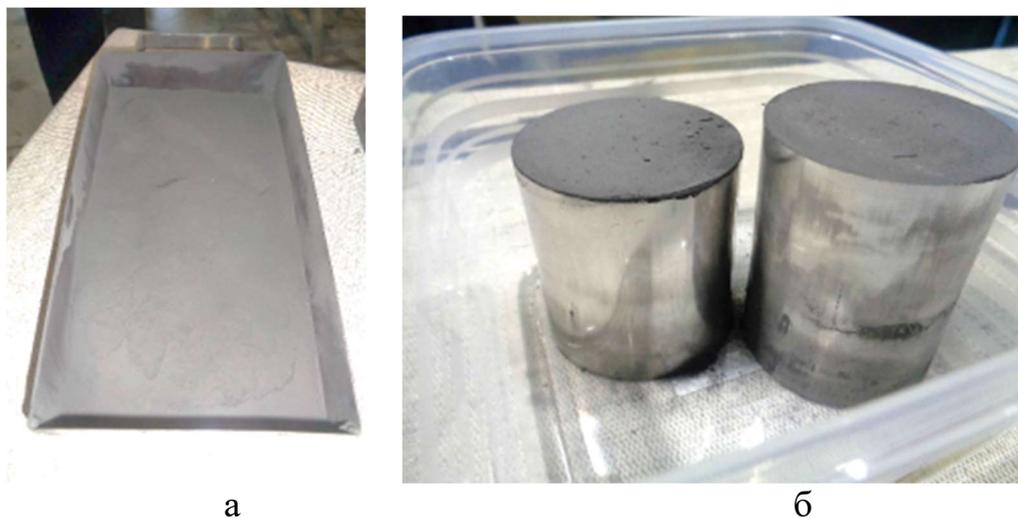


Рис. 1. Порошок платинового сплава (а) и брикеты из порошкового сплава платины (б)

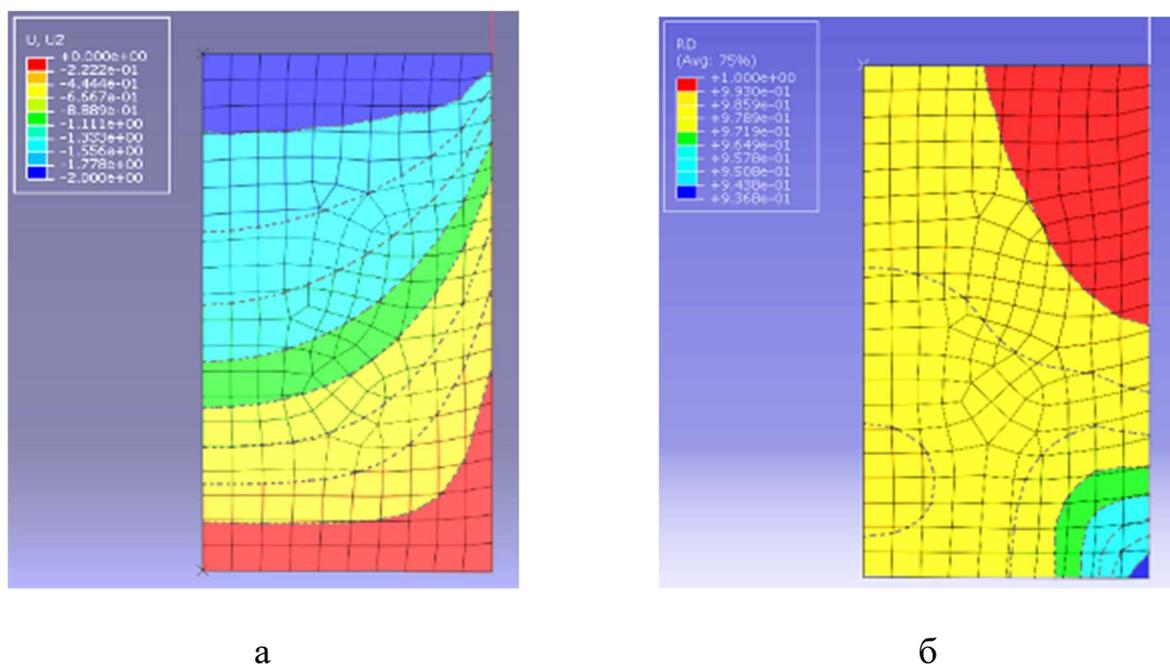


Рис. 2. Решение в системе ABAQUS при коэффициенте трения 0,2: распределение вертикальной компоненты вектора перемещений U2 (а) и параметра относительной плотности RD (б)

В ходе моделирования применили программный комплекс ABAQUS (ABAQUS, Inc. и DS. © Dassault Systèmes, 2007 – университетская версия с количеством конечных элементов до 1000 единиц).

Модель среды (porous metal plasticity model) имеется в интерфейсе программного модуля и описывается условием текучести Гарсона (Gurson), которым пользовалось достаточно большое число исследователей. Условие текучести построено на схеме деформирования сферической поры в идеально пластическом материале и работоспособно при малой величине пористости.

На рис. 2 представлены результаты решения задачи [7]. Выявлено, что вследствие действия трения модуль вектора перемещения вдоль стенки контейнера уменьшается интенсивнее, чем центре заготовки. Наибольшая плотность достигнута в правом верхнем углу очага деформации, а наименьшая плотность – в правом нижнем углу. Вдоль центральной оси заготовки сверху вниз происходит понижение плотности с наличием локального максимума ближе к нижней части очага деформации.

Таким образом, можно опасаться неполного набора прочности брикета в нижней части ближе к периферии. При использовании порошков мелких фракций здесь обычно наблюдается осыпание исходного вещества.

Полученное решение может быть использовано для оптимизации процесса уплотнения порошка в технологии производства изделий из дисперсно-упрочненных сплавов платины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Условия разупрочнения и сопротивление деформации платины / Ю. Н. Логинов, А. В. Ермаков, Л. Г. Гроховская, Г. И. Студенок // Цветные металлы. – 2006. – № 6. – С. 85–88.
2. Annealing characteristics and strain resistance of 99.93 wt.% platinum / Yu. N. Loginov, A. V. Yermakov, L. G. Grohovskaya, G. I. Studenok // Platinum Metals Review. – 2007. – V. 51. – № 4. – P. 178–184.
3. Логинов Ю. Н. Исследование первой операции штамповки элементов платиновых стеклоплавильных аппаратов / Ю. Н. Логинов, А. А. Фомин // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2014. – № 4. – С. 37–41.
4. Логинов Ю. Н. Изучение трения при листовой прокатке платины и ее сплавов / Ю. Н. Логинов, Г. И. Студенок // Производство проката. – 2010. – № 7. – С. 14–16.
5. Логинов Ю. Н. Развитие методов математического моделирования пластической деформации металлических пористых сред / Ю. Н. Логинов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2005. – № 40. – С. 64–70.

6. Колмогоров В. Л. Совместный анализ напряжений и деформаций при прессовании пористой заготовки в контейнере / В. Л. Колмогоров, Ю. Н. Логинов // Обработка металлов давлением. – Екатеринбург, 1990. – С. 122–127.
7. Логинов Ю. Н. Моделирование в программном комплексе ABAQUS процесса компактирования пористого материала / Ю. Н. Логинов, Н. А. Бабайлов, Д. Н. Первухина // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2015. – № 6. – С. 45–48.