# Моделирование процесса изостатического прессования порошковых заготовок трубчатой формы с помощью программного комплекса ABAQUS

## Саубанов, аспирант. АХК ВНИИМЕТМАШ им. академика А.И. Целикова

Конструкторские разработки и качество пресс-инструмента - наиболее важные аспекты процесса изостатического прессования.

Однако разработка пресс-инструмента для изостатического прессования представляет собой весьма сложную задачу из-за необходимости учета множества факторов. Приемлемые результаты могут быть достигнуты только после соответствующих экспериментов, затрагивающих основные аспекты прессования:

- -технологические свойства порошка;
- -параметры эластичной оболочки;
- -требуемые свойства и геометрия заготовки;
- -конструкция изостатического пресса и его характеристики;

Метод изостатического прессования при оптимальной конструкции пресс-формы и правильно выбранных характеристиках эластичной оболочки дает производителям следующие преимущества: равномерное распределение плотности; высокую размерную точность получаемого изделия; высокую производительность процесса; сокращение объема или устранение необходимости механической обработки, уменьшение отходов прессуемого материала.

Объектом моделирования выступил, разработанный отделом прессовых машин автоматизированный гидростат для прессования тонкостенных трубок. Расчет был выполнен в программном комплексе ABAQUS ver. 6.5 во время прохождения курса базового обучения, организованного компанией ТЕСИС.

Конструкция пресс- камеры автоматизированного гидростата для прессования тонкостенных трубок представлена на рис.1.

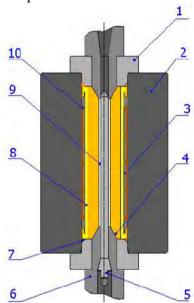


Рис.1. Схема пресс- камеры автоматизированного гидростата для прессования тонкостенных керамических трубок, ВНИИМЕТМАШ (1-затвор;2-контейнер;3-кольцевая оправка;4-формующая оболочка;5-игла;6-пробка нижняя;7-противоэкструзионное кольцо;8-прессующая оболочка;9-порошок;10-рабочая жидкость.

Процесс прессования трубки включает в себя следующие операции:

- -введение иглы в пресс-камеру для формирования геометрии полости засыпки;
- -засыпка из бункера определенного количества порошка, отмеренного дозирующим устройством, в рабочее пространство пресс- камеры (в полость засыпки);
  - -спрессовывание порошка- получение трубки;

- -сброс давления;
- -извлечение спрессованной трубки.

В настоящей работе моделировался процесс изостатического прессования керамической трубки с размерами: высота h140 мм, наружный диаметр  $\emptyset$  8,7 мм.

Упрощенная схема процесса изостатического прессования трубки показана на рис.2.

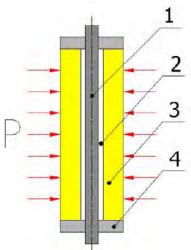


Рис.2. Упрощенная схема процесса изостатического прессования трубки (1-игла; 2-порошок; 3-эластичная оболочка, 4-пробка).

Ниже приводится описание основных шагов моделирования.

1. Создание геометрической модели.

Геометрическая модель необходима для представления геометрической формы рассчитываемой конструкции.

Ввиду осесимметричности формы конструкции достаточно принять в виде модели ¼ часть тела рассматриваемой конструкции, как представлено на рис.3.



Рис.3. Геометрическая модель

#### 2. Описание материалов.

Стальная игла представлена как абсолютно жесткое тело.

Для описания поведения порошка была использована модель Друкера-Прагера (Drucker-Prager) [1]. Необходимые при этом данные были получены из эксперимента по гидростатическому прессованию образцов при различных давлениях, проведенного в лаборатории отдела (рис.4).

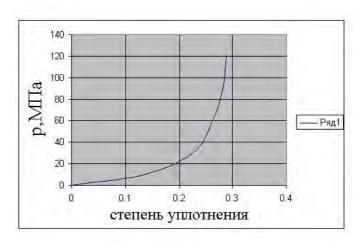


Рис. 4. Кривая уплотнения порошка Al2O3

Для описания материала (полиуретан) эластичной оболочки была выбрана полиномиальная модель (POLYNOMIAL).Необходимые данные, характеризующие эластичный материал, были взяты из статьи [2] и приведены на рис.5. Для расчета был выбран образец со значением фактора формы 1,5.

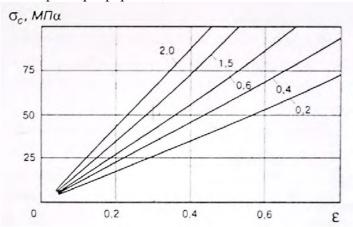


Рис.5. Зависимость напряжений от деформации при сжатии образцов из полиуретана СКУ-ПФЛ-100

#### 3. Описание взаимодействия.

Рассмотрены две контактные пары:

- -игла-порошок;
- -порошок- эластичная оболочка.

Свойства контактного взаимодействия описываются коэффициентами трения:

- µ1=0.22-коэффициент трения между сталью и порошком;
- µ2=0.4-коэффициент трения между порошком и полиуретаном.
- 4. Наложение граничных условий и приложение давления.

На торцы и грани модели были наложены симметричные граничные условия, а на нижний конец иглы- заделка.

К наружной цилиндрической поверхности эластичной оболочки приложено давление 100 MПа.

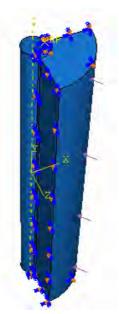


Рис. 6. Модель с назначенными граничными условиями и приложенным давлением

### 5. Создание конечно- элементной модели.

Конечно-элементная модель (рис.7) содержит в себе полную информацию о расположении узлов и конечных элементов, а также о взаимосвязях между отдельными узлами и элементами. Были использованы

8-ми узловые гексаэдрические конечные элементы, общее число элементов 980.

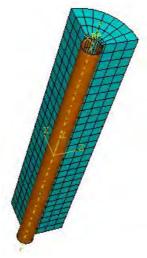
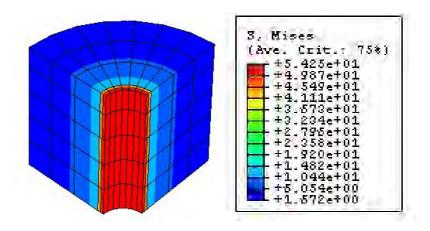


Рис.7. Конечно-элементная модель

На рис.8 представлены поля распределения эквивалентных напряжений по Мизису, максимальные напряжение достигают 54,25 МПа в области контакта порошка с иглой.



На рис.9,10. представлены поля распределения перемещений, максимальные перемещения достигают 0,8328 мм на наружной цилиндрической поверхности прессовки.

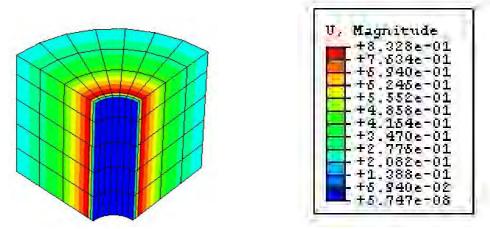


Рис. 9. Поля распределения перемещений в модели

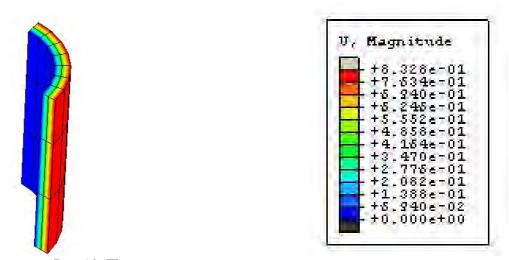


Рис. 10. Поля распределения перемещений в теле прессовки

Сравнение результатов моделирования и эксперимента по изостатическому прессованию трубок производилось путем оценки толщин стенок. Погрешность моделирования составила:  $\delta = \frac{|1,05-1,17|}{1,05}*100\% = 11,43$ , где 1,05-толщина стенки спрессованной трубки, 1,17- толщина стенки смоделированной трубки.

В данной работе было исследовано моделирование изостатического прессования порошковых заготовок трубчатой формы, что должно помочь в дальнейших работах по расчету и выбору оптимальных параметров пресс-форм для более сложных изделий различного назначения.

#### Литература

- 1. ABAQUS USER'S MANUAL. Version 6.5
- 2. Даштиев И.З. Ползучесть, релаксация и диссипативные свойства полиуретановых эластомеров. /Полиуретановые Технологии №1,май 2005, с. 7-9.