

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.

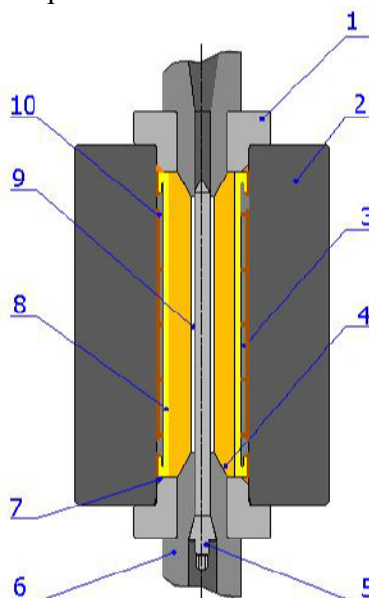


Рис.1. Схема пресс-камеры автоматизированного гидростата для прессования тонкостенных керамических трубок, ВНИИМЕТМАШ (1-затвор;2-контейнер;3-кольцевая оправка;4-формирующая оболочка;5-игла;6-пробка нижняя;7-противоэкструзионное кольцо;8-прессующая оболочка;9-порошок;10-рабочая жидкость).

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 $h=140$ мм, наружный диаметр $\varnothing 10,7$ мм и внутренний диаметр $\varnothing 8,7$ мм.

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

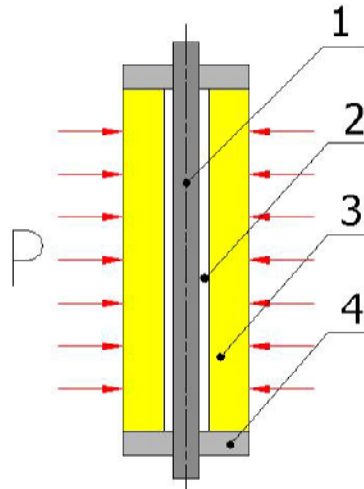


Рис.2. Упрощенная схема процесса изостатического прессования трубки (1-игла;2-порошок;3-эластичная оболочка,4-пробка).

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 $\frac{1}{4}$ часть тела рассматриваемой конструкции, как представлено на рис.3.

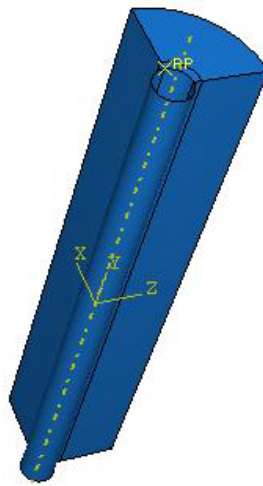


Рис.3. Геометрическая модель

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).

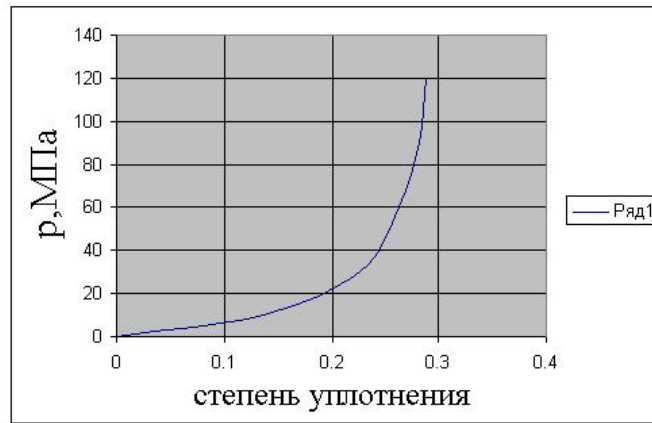


Рис. 4. Кривая уплотнения порошка Al₂O₃

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.

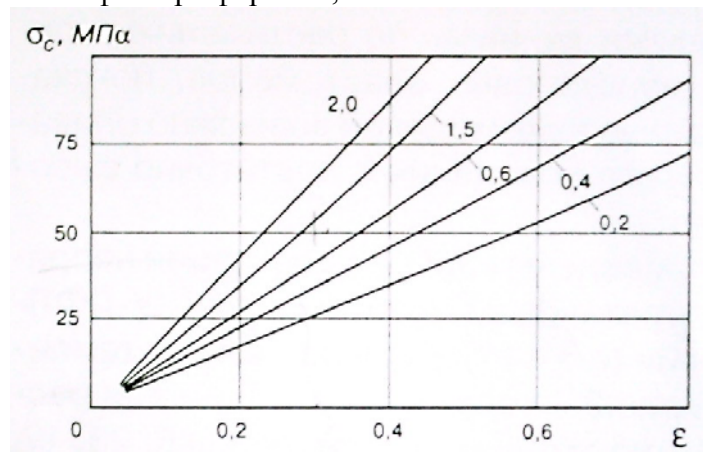


Рис.5. Зависимость напряжений от деформации при сжатии образцов из полиуретана СКУ-ПФЛ-100

3. Описание взаимодействия.

Рассмотрены две контактные пары:

-игла-порошок;

-порошок- эластичная оболочка.

Свойства контактного взаимодействия описываются коэффициентами трения:

$\mu_1=0.22$ -коэффициент трения между сталью и порошком;

$\mu_2=0.4$ -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 МПа.

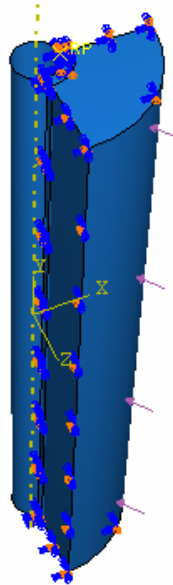


Рис.6. Модель с назначенными граничными условиями и приложенным давлением

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.

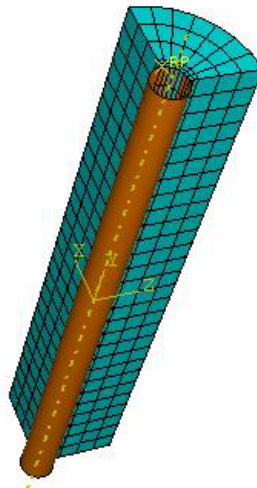


Рис.7. Конечно-элементная модель

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

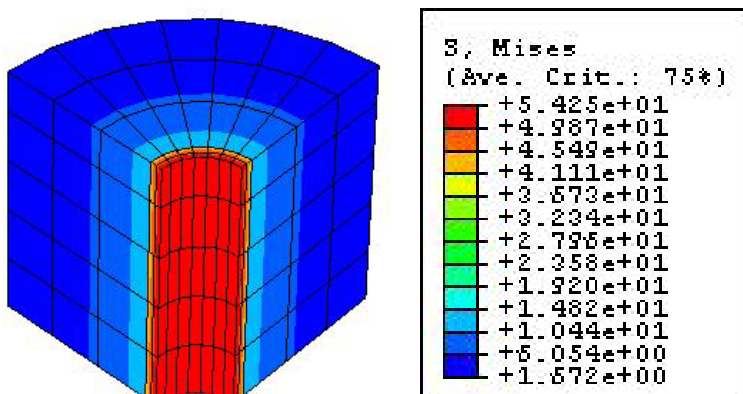


Рис.8. Поля распределения эквивалентных напряжений по Мизису в модели

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

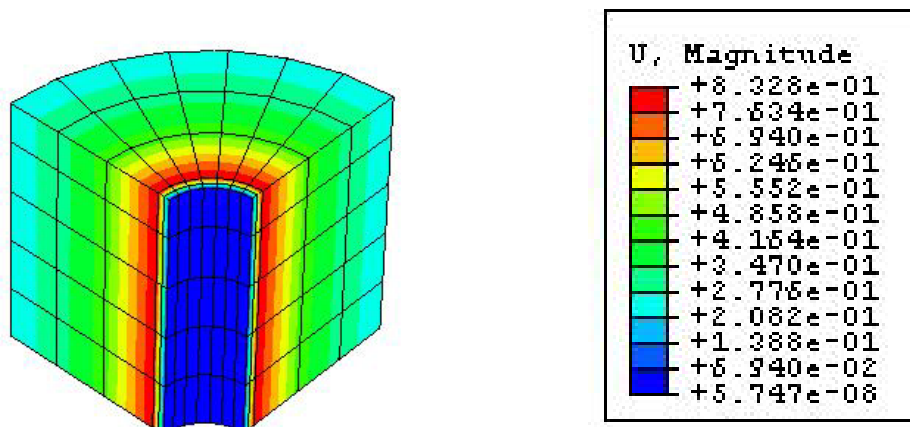


Рис.9. Поля распределения перемещений в модели

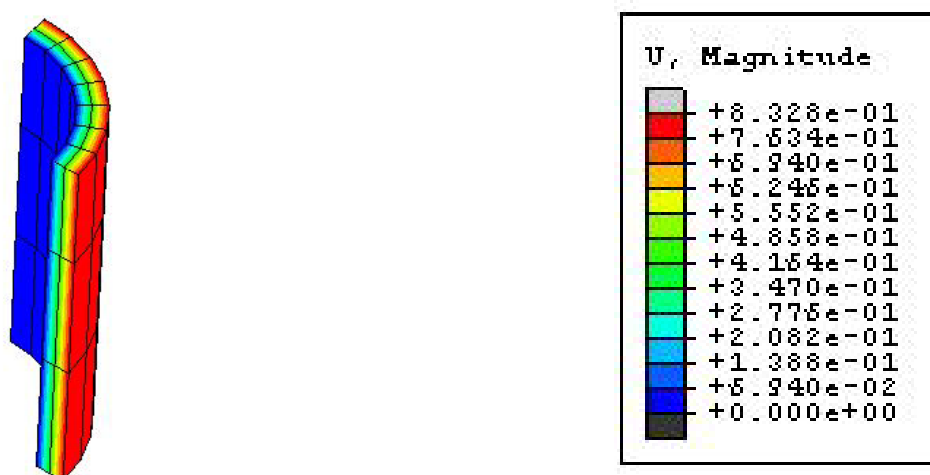


Рис.10. Поля распределения перемещений в теле прессовки

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.