

В.В. Пиманов, к.т.н., аснт.; А.В. Савченко, студ., Н.К. Злочевская, к.т.н., аснт.
 Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», г. Киев, Украина

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ХОЛОДНОМ ФОРМООБРАЗОВАНИИ ПОЛЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРОФИЛИРОВАННОЙ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Цель работы. С использованием метода конечных элементов опередить напряженно-деформированное состояние при холодном формообразовании полых изделий из стали 20 с профилированной внутренней поверхностью.

Было проведено численное моделирование соответствующих технологических переходов в программном комплексе DEFORM [1].

Для проведения расчётов были разработаны конечно-элементные модели процессов соответствующих технологическим переходам. На рис. 1 показаны полуфабрикаты после холодного формообразования. На первом переходе выполняется комбинированное прямое и обратное холодное выдавливание (рис. 1а). Механические свойства стали 20 в отожжённом состоянии взяты согласно справочных данных [2]. Упрочнение материала учитывалось по степенной аппроксимации диаграммы истинных напряжений. Трение на контактных поверхностях стали с деформирующим инструментом учитывалось коэффициентом трения $\mu=0,08$. После выдавливания, для последующих операций выполняется отжиг полуфабрикатов. Полуфабрикат после второго технологического перехода (вытягивание с утонением) приведен на рис 1б. На третьем переходе выполняется протягивание пуансоном меньшего диаметра, за счет чего осуществляется обжатие заготовки по пуансону и образование у верха заготовки утолщения стенки (рис. 1в).

На рис. 2 приведено распределение степени ресурса пластичности ψ в объёме деформированных полуфабрикатов для соответствующих технологических переходов: а – выдавливание, б – вытягивание, в – протягивание. Поскольку после первого перехода величина ψ достигает 0,8, необходимо обеспечить отжиг заготовки под следующую операцию. В конечном итоге, величина ψ после второго и третьего

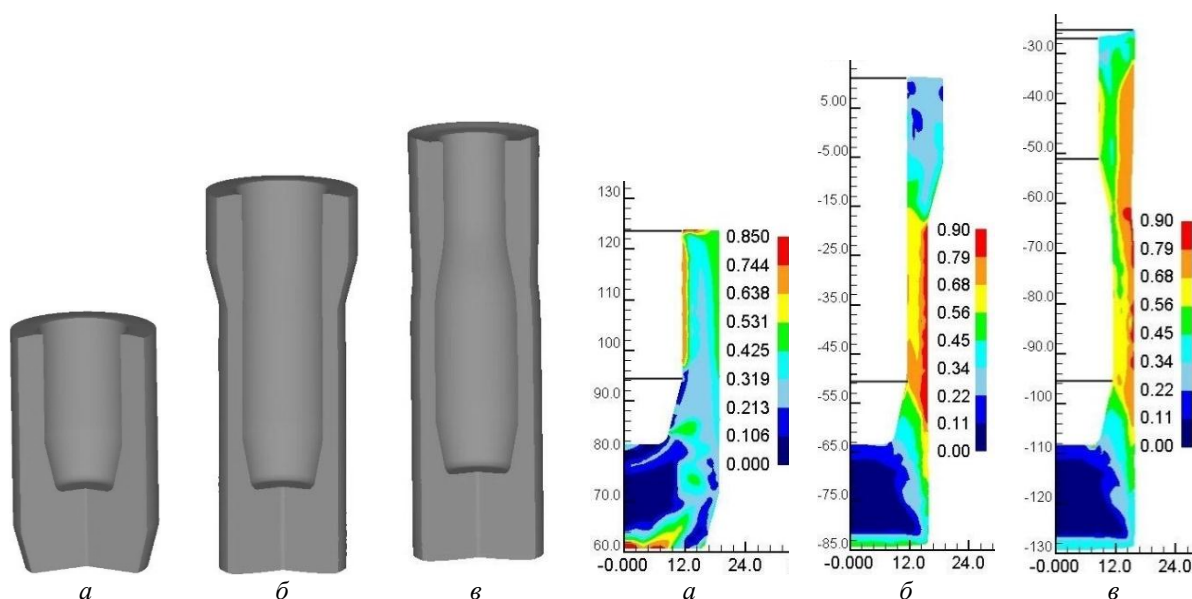


Рис. 1 - Заготовки после холодного формообразования.

Рис. 2 - Распределение ψ в объёме деформированной заготовки для соответствующих технологических операций

переходов не превышает 0,86. Это подтверждает возможность формирования изделия без разрушения.

Распределения интенсивностей деформаций ε_i в объёме деформированных полуфабрикатов для соответствующих технологических переходов показаны на рис. 3. Распределение ε_i характеризует проработку структуры материала холодной пластической деформацией. Это дает возможность проводить замену марки стали на более дешевую. Максимальные значения интенсивности деформации ε_i после вытягивания с утонением составляют 1,2 в стенке, в области максимального утонения 4,25 мм (рис. 3б, в).

На рис. 4 приведены распределения интенсивностей напряжений σ_i в объёме деформированных полуфабрикатов для соответствующих технологических переходов.

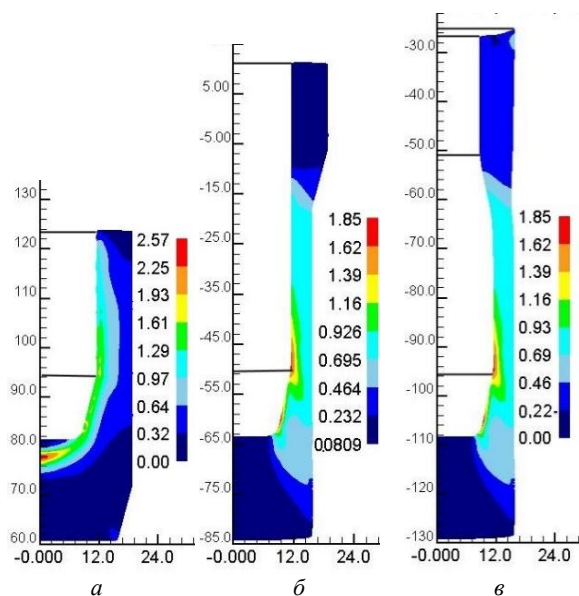


Рис. 3 - Распределения ε_i в объёме деформированных полуфабрикатов для соответствующих технологических переходов:
а – выдавливания, б – вытягивания,
в – протягивания

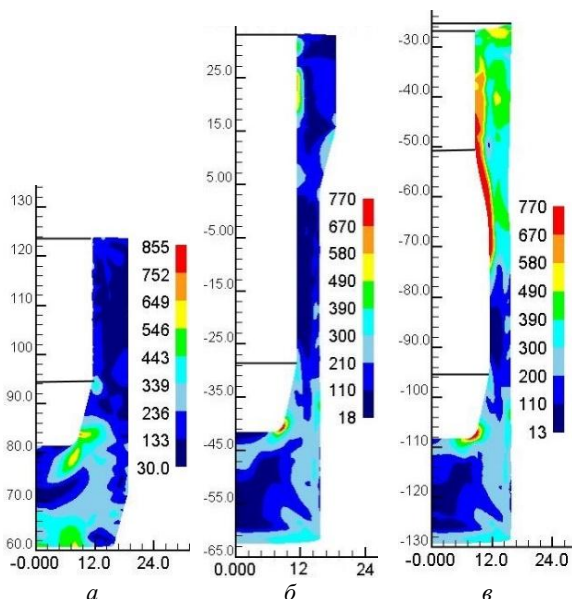


Рис. 4 Распределение σ_i в объёме деформированных полуфабрикатов для соответствующих технологических переходов:
а – выдавливания, б – вытягивания,
в – протягивания

Распределение σ_i характеризует упрочнение материала холодной пластической деформацией. Максимальные значения составляют 450-470 МПа в стенке заготовке после вытягивания с утонением.

Выводы

Проведено численное моделирование процесса холодного формообразования полых изделий из стали 20 с профилированной внутренней поверхностью. Расчётным путем установлено распределение использования ресурса пластичности в объёме деформированных полуфабрикатов и напряжённо-деформированное состояние в заготовках после соответствующих технологических переходов.

Список литературы

1. Deform-3D – мощная система моделирования технологических процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tesis.com.ru/software/deform>.
2. Третьяков А.В. Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением / А.В. Третьяков, В.И. Зюзин // 2-е изд. – М.: Металлургия, 1973–224с.