

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОЦЕССА «ВЫТЯЖКА-ОБРЕЗКА ПРИПУСКА» В ПРОГРАММНОМ ПРОДУКТЕ ANSYS/LS-DYNA

Косолапова А. Ю., Беляева И. А.

Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва, г. Самара

Процессы ОМД находят широкое применение во многих отраслях машиностроения [1]. Одно из направлений их совершенствования и развития – разработка гибридных и комбинированных операций, сочетающих статическое и динамическое нагружения. Циклограммы таких процессов приведены на рисунке 1.

Применение таких технологий позволяет соединить воедино преимущества статических и динамических методов штамповки в одном производственном цикле, повысить качество готовой продукции, упростить применяемую оснастку, повысить производительность процессов.

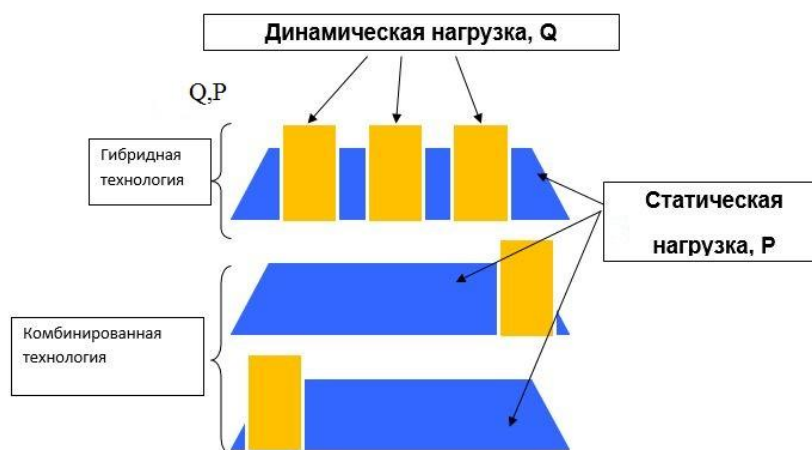


Рис. 1. Циклограммы гибридных и комбинированных технологий

Примером гибридных и комбинированных технологий штамповки может служить операция вытяжки полых деталей с одновременной обрезкой припуска. При этом в качестве динамической нагрузки предлагается использовать импульсное магнитное поле. Преимуществами этого динамического метода нагружения являются: бесконтактное воздействие и микро- или миллисекундный диапазон приложения нагрузки [2].

Процесс комбинированной операции вытяжка-обрезка припуска осуществляется в два этапа: статический – вытяжка и динамический – обрезка припуска. С научной точки зрения при разработке таких технологий необходимо состыковать решения «статического» и «динамического» этапа. Это обусловлено различным временным характером приложения нагрузки на разных этапах, что приводит к разным напряжённым состояниям деформируемого материала, поскольку при теоретическом расчёте напряжённых состояний дифференциальные уравнения равновесия, пригодные для группы статических методов, должны быть заменены в случае динамических нагрузок на дифференциальные уравнения движения, учитывающие инерционные силы.

В данной статье рассматривается возможность использования программного продукта ANSYS/LS-DYNA для решения обоих этапов, где напряженно-деформированное состояние на завершающем первом этапе является начальным условием для второго этапа.

Программный продукт ANSYS/LS-DYNA предназначен для расчетов быстротекущих и динамичных задач физики и процессов, имеющих значительную нелинейность. Применение программ, основанных на методе конечных элементов, идеально подходит для решения задач обработки металлов давлением, поскольку процессы пластической деформации обладают нелинейностью и быстротечностью [3].

В ходе работы была построена модель в препроцессоре, создана, конечно-элементная сетка, после чего был произведен расчёт модели (процессорная часть без участия пользователя). Данный этап завершает технологическую цепочку этапов создания и использования имитационных моделей.

Моделирование процесса вытяжки в программном продукте позволило определить напряжения, деформации на всех стадиях процесса и в зависимости от геометрических размеров используемые усилия технологического процесса «вытяжка – обрезка припуска». Как видно из рисунка 2 «а», минимальное значение напряжения находится на дне заготовки и равно  $\min = 70,52$  МПа, максимальное же находится у радиусов закруглений  $\max = 644,8$  МПа.

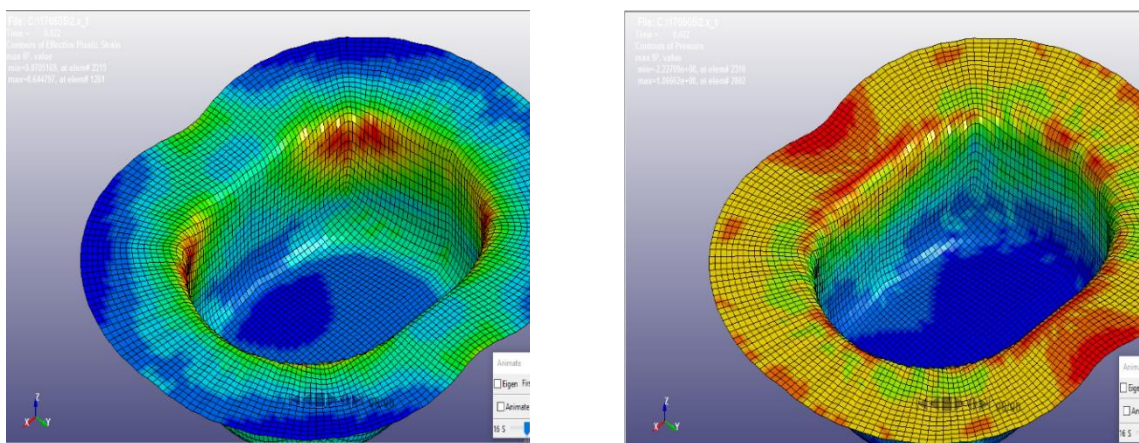


Рис. 2. Результаты моделирования: а) напряжение; б) давление

Разработана ANSYS-модель процесса вытяжки тонкостенной коробчатой детали, произведен расчет напряженно-деформированного состояния, дана оценка кинематических параметров и конечных размеров детали.

Проверка адекватности результатов моделирования была осуществлена сравнением с результатами экспериментальных исследований.

#### Библиографический список

1. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке [Текст] // 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520с., ил.
2. Белый, И. В. Справочник по магнитно-импульсной обработке металлов [Текст]/И. В. Белый, С. М. Фертик, Л. Т. Хименко// Харьков: «Вища шк.», 1977. – 168 с.
3. Илюшкин, М. В. Моделирование процессов обработки металлов давлением в программе ANSYS/LS-DYNA: учебно-методическое пособие [Текст]/М. В. Илюшкин// Ульяновск: УлГУ, 2013 – 112 с.