РАЗДЕЛ V ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.9:621.7

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫТЯЖКИ ДЕТАЛИ «ПОЛУСФЕРА» ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

© 2019 Нестеренко Е.С., Козлов А.А.

Самарский университет, г. Самара, Россия

В данной статье представлено исследование процесса вытяжки детали «полусфера» в штампе с упругим элементом, повторяющим контур пуансона. Чтобы выявить влияние упругого элемента на заготовку, моделирование проведем, используя как штамп с упругим элементом, так и штамп с абсолютно жестким пуансоном. Для анализа процесса используются информационные технологии моделирования технологических процессов.

Ключевые слова: технологический процесс, информационные технологии, детали и сборочные единицы, CAE–системы.

Холодная листовая штамповка является одним из наиболее прогрессивных технологических методов производства. Она обладает рядом преимуществ перед другими видами обработки металлов как в техническом, так и в экономическом отношении: высокой производительностью, возможностью получения самых разнообразных по форме и размерам полуфабрикатов и готовых деталей с высокой точностью, не требующих дальнейшей обработки резаньем [1, 6].

Штамповка деталей путем выполнения нескольких раздельных операций в большинстве случаев экономически невыгодна, вследствие чего обычно применяют методы комбинированной штамповки, одновременно сочетающие две или несколько из указанных деформаций и отдельных операций [6].

Комбинированная штамповка представляет собой совмещение в одном штампе двух или нескольких технологически различных операций штамповки (переходов).

При изготовлении полусфер методами листовой штамповки встречаются трудности, связанные с явлением упругого последействия или упругой отдачи, заключающейся в том, что штампуемая полусфера, имеющая под воздействием инструмента определенную форму и размеры, после прекращения этого воздействия под влиянием внутренних упругих сил, действующих в штампуемом материале, изменяет свою форму и размеры. При штамповке-вытяжке сферических деталей явление упругой отдачи проявляется, например, в увеличении радиуса кривизны части сферической поверхности, образующей днище, и в уменьшении глубины шарового сегмента или полушария, образующих поверхность полусферы, по сравнению с величиной этих параметров в технологической (штамповой) оснастке [2 - 4].

В общем случае уменьшение упругой отдачи при холодной штамповке полусфер на прессах достигается вследствие увеличения степени и равномерности пластических деформаций [5].

Упругая отдача штампуемых материалов - неизбежное и закономерное явление, сопровождающее процесс формообразования полусфер на прессах различными методами и способами штамповки.

Характерной особенностью процессов листовой штамповки является исключительно большая неравномерность деформации по поверхности детали - степень деформации часто изменяется от нуля до максимума.

Стенка заготовки утоняется неравномерно, так как величина меридиональных напряжений существенно снижается вследствие удаления зоны пластического течения от центра заготовки и, следовательно, увеличения площади поперечного сечения заготовки, воспринимающего усилие вытяжки.

Одним из вариантов уменьшения разнотолщинности по образующей полусферы и упругой отдачи можно добиться за счет ис-

пользования упругих свойств штамповой оснастки, а именно упругого элемента из пружинной стали, полностью повторяющего контур пуансона.

Между упругим элементом и пуансоном должен быть зазор, который должен равняться максимальной разнотолщинности детали на фланце [5]. Чтобы упругий элемент пластически не деформировался, необходимо, чтобы напряжения, возникающие внутри него, не превышали предела текучести материала; исходя из этого, рассчитывается толщина упругого элемента [5].

Для решения данной задачи будем использовать метод конечных элементов, который часто применяется для решения задач по обработке металлов давлением, а именно, для исследования влияния упругого элемента на процесс вытяжки будем использовать программный комплекс Deform-2D.

В качестве заготовки будем использовать материал ВТ1-1. Диаметр заготовки 614 мм. В качестве упругого элемента примем сталь 60 Г. Примем толщину - 3,5 мм, зазор - 2 мм.

Чтобы оценить влияние упругого элемента, смоделируем процесс с обычным (абсолютно жестким) пуансоном и с упругим элементом. В обоих случаях будем использовать абсолютно жесткий прижим в форме кольца и абсолютно жесткую закрытую матрицу.

На рисунке 1 представлена схема расположения объектов в программе Deform-2D в штампе с упругим элементом. Без упругого элемента схема будет выглядеть аналогично, только внешний радиус пуансона будет равен внешнему радиусу упругого элемента.

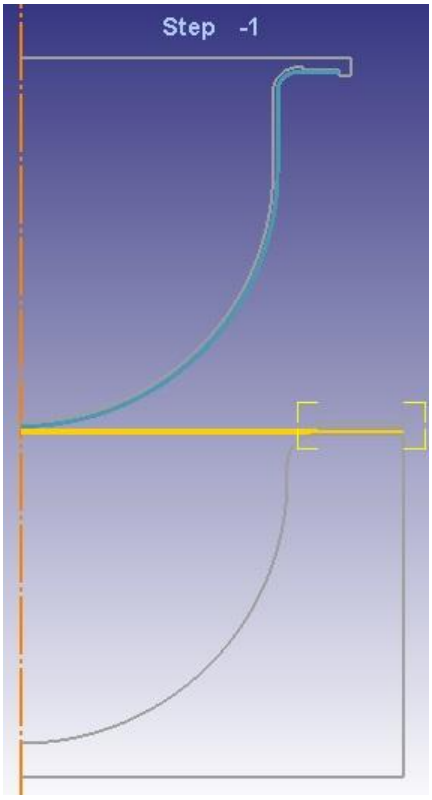

Рисунок 1 – Схема расположения объектов в программе Deform-2D

На рисунках 2 и 3 показано распределение интенсивности напряжений в деталях после вытяжки в штампе с абсолютно жестким пуансоном и в штампе с упругим элементом соответственно.

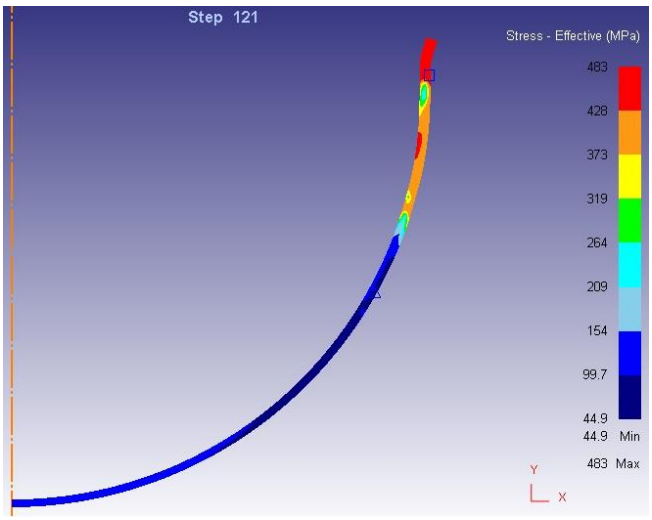

Рисунок 2 – Распределение интенсивности напряжений в детали в штампе без упругого элемента

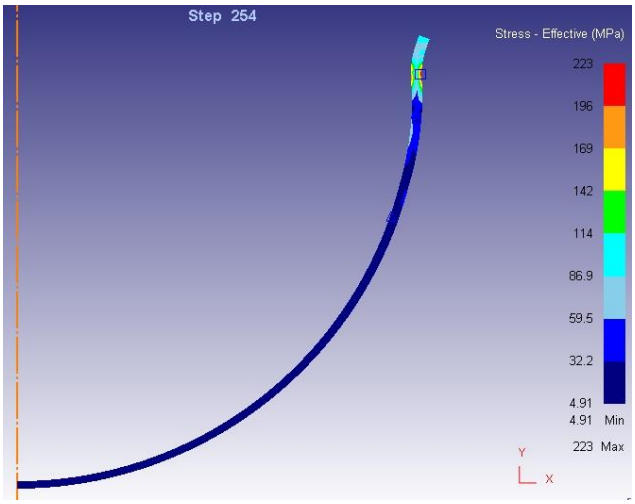

Рисунок 3 – Распределение интенсивности напряжений в детали в штампе с упругим элементом

Из рисунков 2, 3 видно, что напряжения, возникшие в детали, равны 483 МПа при вытяжке обычным способом и 223 МПа - с применением упругого элемента. Оба значения не превышают предела прочности материала ВТ1-1, а это значит, что в обоих случаях не происходит разрушения детали.

На рисунках 4 и 5 оценим и сравним разнотолщинность по образующей детали после вытяжки.

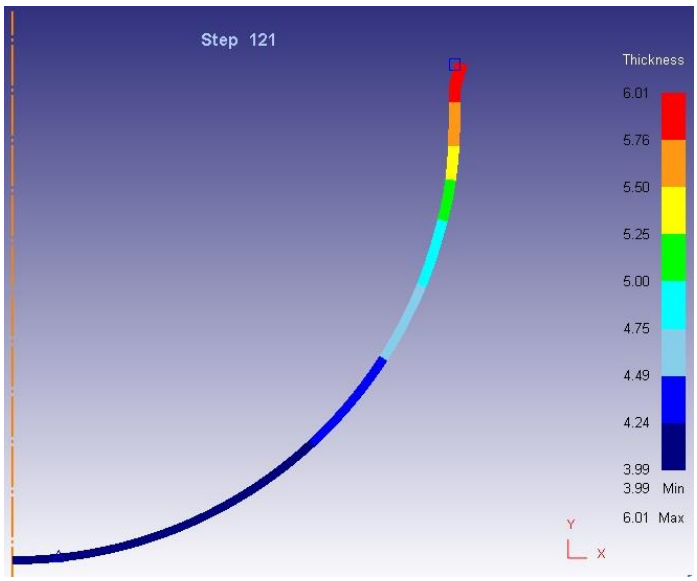

Рисунок 4 – Толщина по длине образующей детали от центра к кромке в штампе без упругого элемента

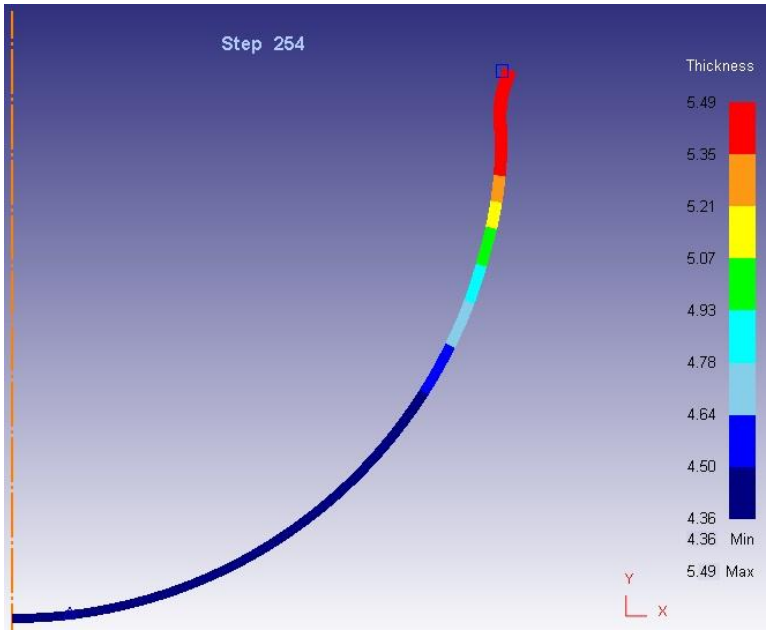

Рисунок 5 – Толщина по длине образующей детали от центра к кромке в штампе с упругим элементом

Из рисунка 4 видно, что максимальная толщина детали при вытяжке жестким пуансоном 6,01 мм, а минимальная – 3,99 мм. Разнотолщинность детали после вытяжки составляет 33,6%. Утонение центральной части относительно первоначальной толщины составляет 20,2%.

При вытяжке упругим пуансоном (рис. 5) – максимальная толщина детали 5,49 мм, минимальная – 4,36 мм. Разнотолщинность детали в данном случае составляет 20,6%, а утонение от первоначальной толщины – 12,8%.

Таким образом, упругий элемент, повторяющий контур пуансона, позволяет снизить утонение детали на 7,4%, а разнотолщинность – на 13%.

На рисунке 6 показано, как изменилась толщина деталей относительно первоначальной при вытяжке обоими способами.

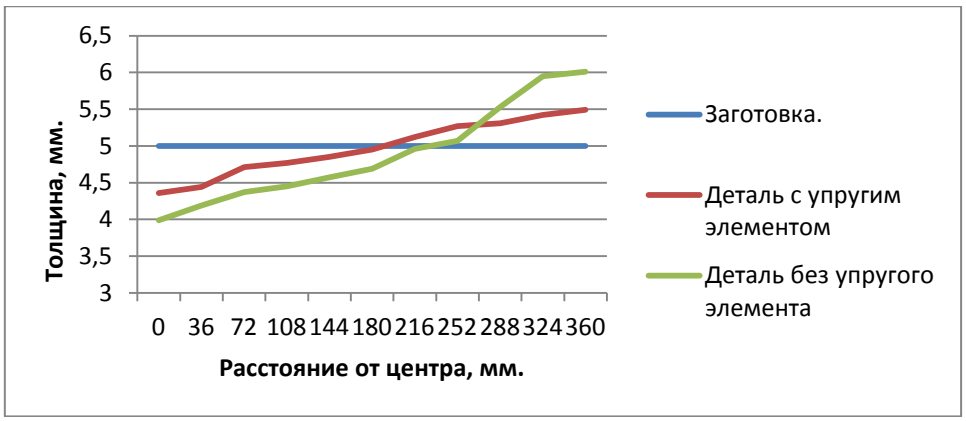

Рисунок 6 – Характер изменения толщины деталей от цетра к кромке

Из графика на рисунке 6 видно, что утонение центральной части (так же, как и утолщение кромки) при вытяжке в штампе с упругим элементом более равномерное.

Также нам необходимо убедиться, что упругий элемент пластически не деформируется. Для этого рассмотрим распределение интенсивности напряжений внутри объема упругого элемента, которое показано на рисунке 7.

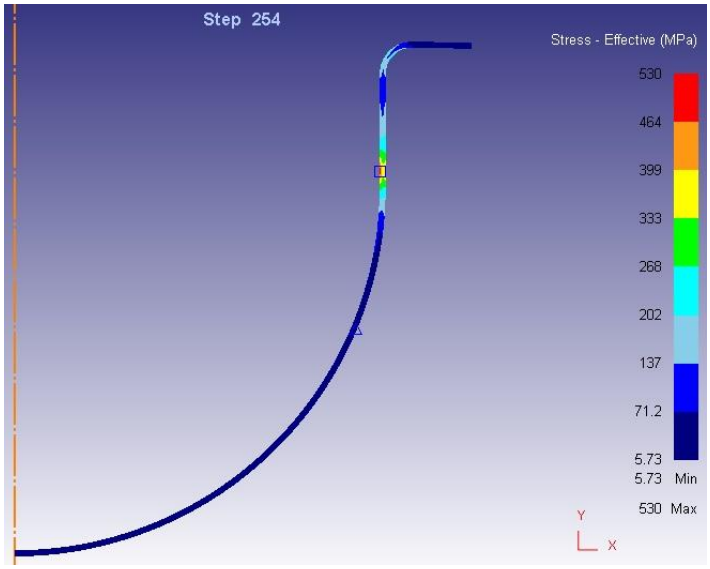

Рисунок 7 – Распределение интенсивностей напряжений внутри объема упругого элемента

Из рисунка 7 видно, что максимальной деформации подвергается цилиндрический участок упругого элемента, то есть тот, который работает на сжатие. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, о тои, что максимальное значение интенсивности напряжений 530 МПа меньше предела текучести стали 60Г. Это значит, что весь объем упругого элемента подвергается только упругой деформации и, следовательно, после снятия нагрузки примет исходную форму. Так же видно, что центральные слои на конечной стадии процесса практически не деформируются.

Таким образом, моделирование процесса вытяжки детали «полусфера» в программном комплексе Deform – 2D показало, что использование упругого элемента, повторяющего контур пуансона, является более оптимальным способом для изготовления деталей данного типа. Применение упругих свойств штамповой оснастки позволило повысить точность геометрии получаемой детали путем снижения разнотолщинности на различных участках образующей детали.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология листовой штамповки: учебник для вузов по специальностям «Машины и технология обработки металлов давлением» и «Обработка металлов давлением». – М.: Машиностроение, 1989.
2. Демьяненко Е.Г., Тлустенко С.Ф., Попов И.П. Анализ технологических процессов отбортовки-формовки в системе LS-DYNA// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева. - 2006. - №2. Ч. 1. - С. 282-286.
3. Демьяненко Е.Г., Попов И.П. Исследование способа формообразования тонкостенных деталей на основе процессов отбортовки и формовки//Авиационная техника. - 2016 . - №2. - С. 114-118.
4. Мельников Э.Л. Холодная штамповка днищ. – М.: Машиностроение, 1986. – 192 с.
5. Нестеренко Е.С., Гречников Ф.В. Расчет процесса вытяжки детали «Полусфера» в штампе с упругим элементом // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2017. - № 4. – С.62-68.
6. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке: учебник для высших технических учебных заведений и техникумов. – Л.: Машиностроение, 1979.– 304 с.

HEMISPHERE'S DRAWING SIMULATION FROM THE TITANIUM ALLOY

© 2019 Elena S. Nesterenko, A.A. Kozlov

Samara University, Samara, Russia

This article presents a study of the process of drawing "hemisphere" parts in the stamp with an elastic element, repeating the contour of the punch. In order to reveal the influence of the elastic element on the workpiece, the authors are planning to conduct modeling using both a stamp with an elastic element and a stamp with an absolutely rigid punch. To analyze the process, the authors use information technology modeling of technological processes.

Key words: technological process, information technology, parts and assembly units, CAE - systems.