

УДК 621.77

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗАГОТОВКИ НА ХАРАКТЕР ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ВЫТЯЖКЕ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ RAM-STAMP

Гуляев Андрей Владимирович

студент 4 курса, очная форма

*Российская Федерация, г. Москва, Московский Государственный
Индустриальный Университет, кафедра «Машины и технология
обработки металлов давлением»*

Научный руководитель: Лавриненко Владислав Юрьевич

кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины и технология
обработки металлов давлением»

Листовая штамповка обеспечивает высокое качество продукции и высокую производительность изготовления деталей. Основными требованиями модернизации технологических процессов листовой штамповки являются снижение затрат на производство, экономия металла и энергоресурсов [1, 2].

При вытяжке деталей коробчатой формы возникает неравномерность течения металла в угловых и на прямолинейных участках заготовки. Это требует дополнительной обработки для обрезки неравномерно вытянутых участков, поэтому при проектировании технологического процесса вводят припуск на обрезку, что увеличивает расход материала и себестоимость детали [2].

Из анализа схемы напряженного состояния известно, что имеют место различные виды напряженного состояния в угловых и на прямолинейных участках. Напряжения сжатия, действующие в плоскости фланца в угловой части, затрудняют течение металла в матрицу и вызывают образование складок в этой зоне. Металл фланца на прямолинейных участках заготовки практически не подвергается действию сжимающих напряжений и поэтому течет в матрицу интенсивнее. В результате стенка вытянутой коробчатой детали имеет неравномерную высоту.

Наибольшая относительная высота при вытяжке прямоугольных коробок и равномерность высоты стенки детали зависит от ширины B , относительного радиуса скругления в углах и у дна r/B , относительной толщины заготовки S/D , а также формы и геометрических параметров заготовки.

В зависимости от сочетания указанных параметров коробки и различной степени вытеснения металла в боковые стенки установлены

отдельные области, которым соответствуют разные способы построения формы заготовки (рис.1).

Кривые 1 и 2 указывают наибольшую высоту коробок, вытягиваемых в одну операцию при относительной толщине заготовок: $(S/D)*100=2$ и $(S/D)*100=0,6$. Выше этих граничных кривых находится область многооперационной вытяжки (Ia - Ic), а ниже – область однооперационной вытяжки.

К области IIa относится вытяжка низких коробок, но с относительно большими радиусами угловых закруглений, определяемыми зависимостью $0,22 < r/(B-H) < 0,4$. Вытяжка таких коробок характеризуется значительным вытеснением металла из угловых закруглений в боковые стенки и увеличением высоты последних.

Область IIc охватывает однооперационную вытяжку относительно высоких коробок с большими радиусами угловых закруглений, выражаемыми зависимостью $r/(B-H) \geq 0,4$, и характеризуется весьма большим перемещением металла из угловых закруглений в боковые стенки и значительным увеличением высоты последних.

При построении формы заготовок для низких коробок с относительно малыми радиусами угловых закруглений (область IIa) условно принимают, что вытяжка происходит только в углах коробки, а прямолинейные участки стенок отгибаются.

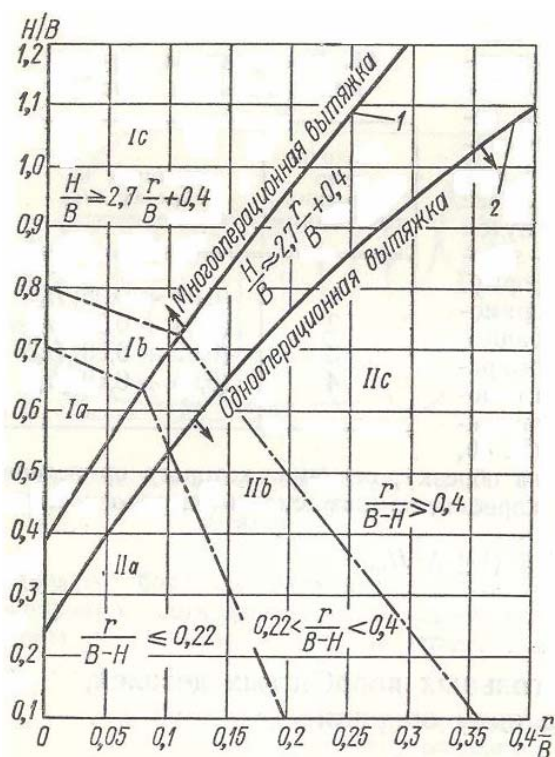


Рис.1. Параметры различных случаев вытяжки прямоугольных коробчатых деталей

При проектировании технологического процесса вытяжки коробчатой детали «Крышка» (рис.2, а) был принят радиус скругления заготовки $r_0=50\text{мм}$ (рис.2, б).

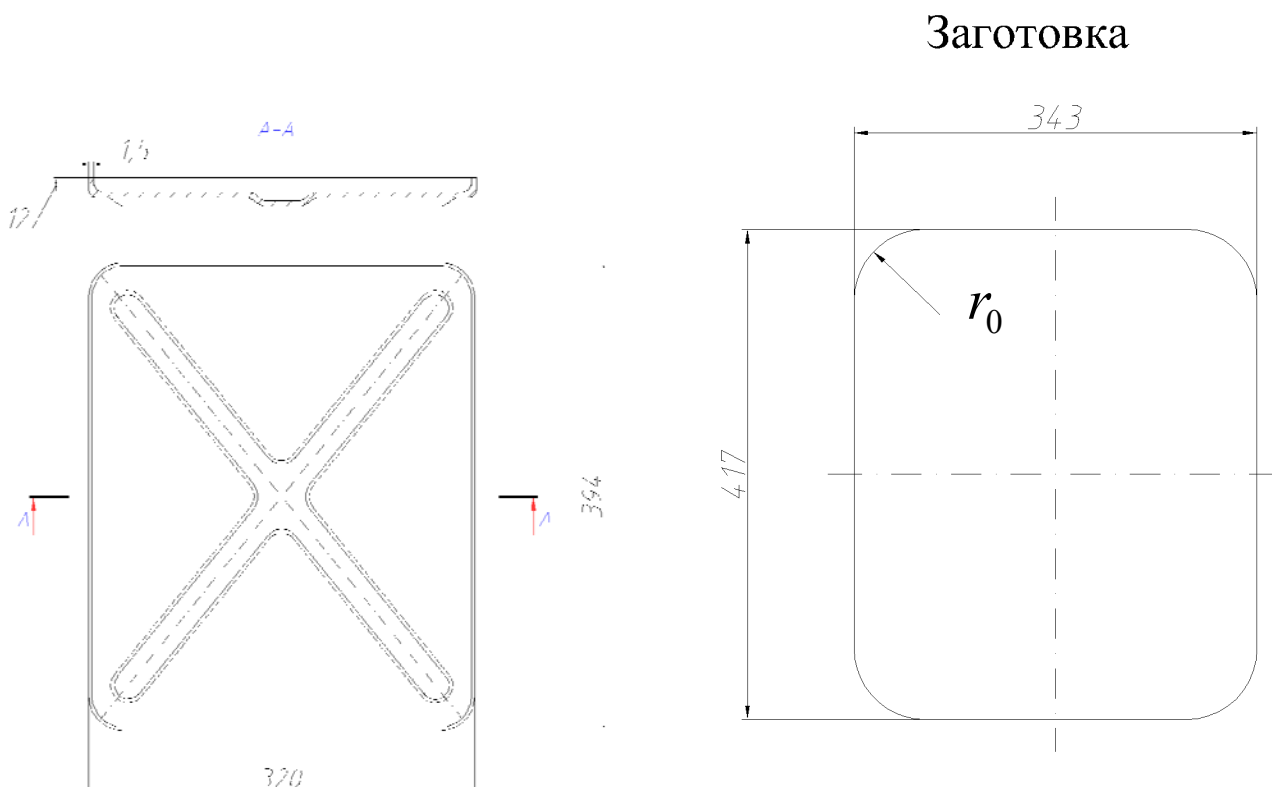


Рис. 2. Коробчатая деталь «Крышка» и заготовка со скругленными углами

Предельные степени вытяжки:

$$K_{i\ddot{a}\ddot{u}} = \frac{L_{\zeta\grave{a}\grave{a}}}{L_{ln}}, \quad K_{i\ddot{a}\ddot{u}} = \frac{r_0}{r_{\acute{o}\grave{a}\grave{e}}},$$

где $K_{i\ddot{a}\ddot{u}}$, $K_{\acute{o}\grave{a}\grave{e}}$ – общая и угловая степени вытяжки; $L_{\zeta\grave{a}\grave{a}}$, $L_{\grave{a}\grave{a}\grave{o}}$ – длины периметров заготовки и детали; r_0 , $r_{\acute{o}\grave{a}\grave{e}}$ – радиусы скругления заготовки и детали в угловых зонах.

Длина периметра заготовки $L_{\zeta\grave{a}\grave{a}} = 1520\text{мм}$, длина периметра детали $L_{\grave{a}\grave{a}\grave{o}} = 1428\text{мм}$, радиус скругления детали равен $r_{\acute{o}\grave{a}\grave{e}} = 22\text{мм}$,

Следовательно, $K_{i\ddot{a}\ddot{u}} = 1,06$; $K_{\acute{o}\grave{a}\grave{e}} = 2,27$. Сравнивая полученные значения предельных степеней вытяжки со справочными данными ($1 \leq K_{i\ddot{a}\ddot{u}} \leq 5$ и $2,1 \leq K_{\acute{o}\grave{a}\grave{e}} \leq 3,3$), можно сделать вывод, что вытяжку детали «Крышка» можно провести за одну операцию.

Для проверки принятого значения r_0 и исследования влияния геометрических параметров прямоугольной заготовки на характер формоизменения было проведено моделирование вытяжки в программном

комплексе RAM-STAMP [3] при трех различных значениях $r_0 = 40, 50$ и 60мм .

Исходными данными для моделирования в программе RAM-STAMP являлись:

- трехмерные геометрические модели вытяжного перехода или инструмента (пуансона и матрицы);
- свойства материала заготовки (модуль Юнга, коэффициент Пуассона, плотность, коэффициенты анизотропии, а также экспериментальная кривая деформирования);
- технологические параметры процесса: сила прижима заготовки, скорость движения пуансона, коэффициент трения между инструментом и заготовкой.

Свойства материала заготовки задавали в виде механических и физических параметров: модуль Юнга, коэффициент Пуассона, плотность, коэффициенты анизотропии, кривая предельных деформаций и экспериментальная кривая деформирования.

Также задавали следующие технологические параметры процесса: материал заготовки, коэффициенты трения между заготовкой и инструментом, скорость движения пуансона, силу прижима заготовки, величину хода пуансона.

Геометрическая модель детали «Крышка» была импортирована в программу RAM-STAMP для создания конечно-элементных моделей пуансона и матрицы (рис.3).

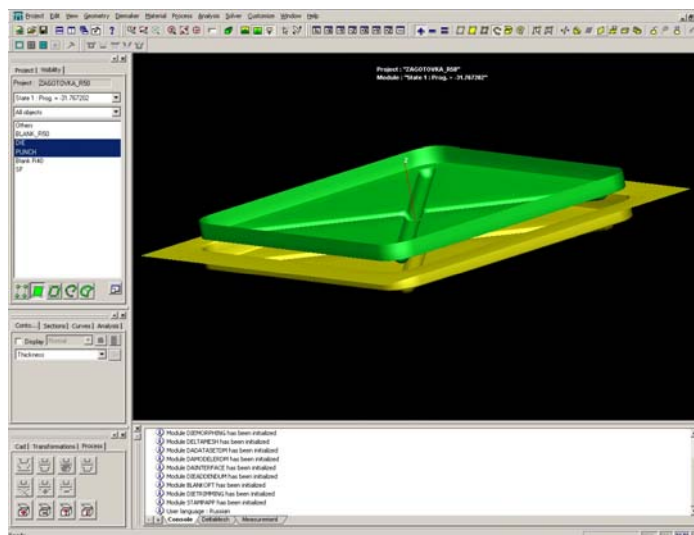


Рис.3. Конечно-элементные модели пуансона и матрицы в программном комплексе RAM-STAMP

При вытяжке заготовки с радиусом скругления углов $r_0 = 40\text{мм}$ (рис.4) в угловой зоне образуются «фестоны», и высота стенки по углам

превышает высоту прямолинейных участков детали. При этом необходима дополнительная обработка для обрезки неравномерно вытянутых углов детали.

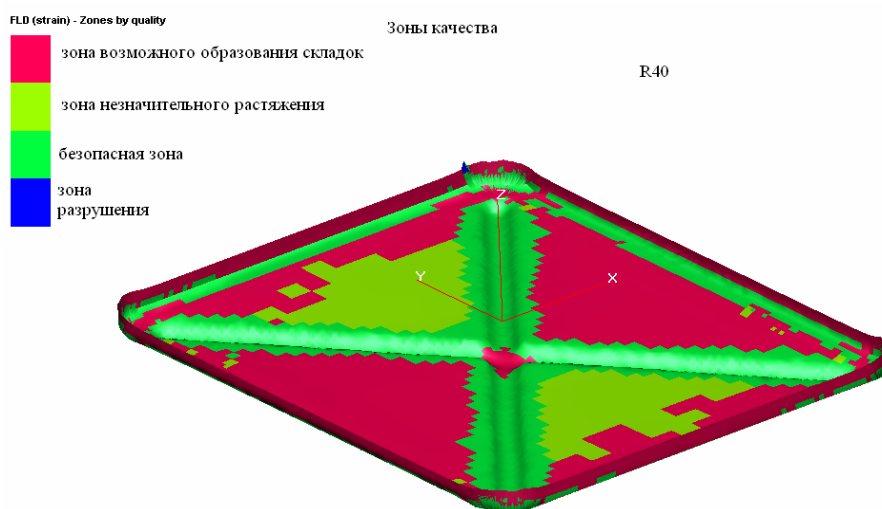


Рис.4. Моделирование вытяжки детали «Крышка» при $r_0 = 40\text{мм}$

При вытяжке заготовки с радиусом скругления $r_0 = 60\text{мм}$ (рис.5) наблюдается «утяжина» стенок в угловой зоне, которая приводит к неполному формированию стенки по высоте, что является недопустимым браком.

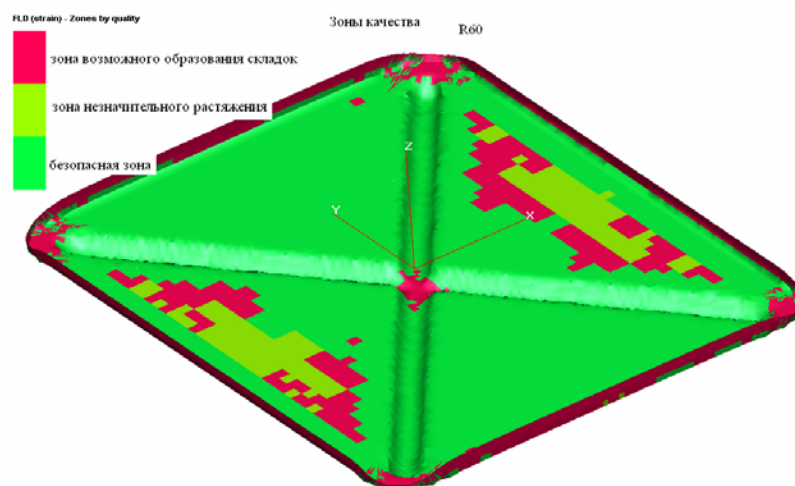


Рис.5. Моделирование вытяжки детали «Крышка» при $r_0 = 60\text{мм}$

При вытяжке заготовки с радиусом скругления $r_0 = 50\text{мм}$ (рис.6) происходит полное формирование стенки по высоте.

Таким образом, оптимальным значением радиуса скругления углов заготовки по критерию равномерности высоты стенки детали является $r_0=50\text{мм}$, что подтверждает принятое значение радиуса скругления углов заготовки r_0 .

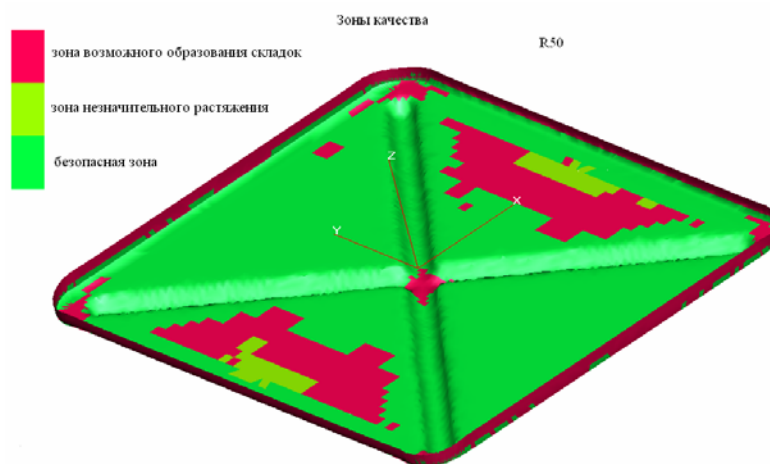


Рис.6. Моделирование вытяжки детали «Крышка» при $r_0 = 50\text{мм}$

Выводы:

1. Для исследования влияния геометрических параметров прямоугольной заготовки на характер формоизменения при вытяжке детали «Крышка» было проведено моделирование вытяжки в программном комплексе RAM-STAMP.

2. Выявлено, что оптимальным значением радиуса скругления углов заготовки по критерию равномерности высоты стенки детали является $r_0=50\text{мм}$.

3. Применение программного комплекса RAM-STAMP для автоматизации проектирования процессов листовой штамповки в промышленности позволяет сократить сроки проектирования, снизить затраты на производство, экономить металл и энергоресурсы.

Список литературы:

1. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Л.: Машиностроение. 1979. – 520с.
3. Семенов Е.И. Применение программного комплекса RAM-STAMP для автоматизации проектирования процессов листовой штамповки //Машиностроение и инженерное образование. – М.: МГИУ, 2008. - №3. – С.42-47.