

Студенты гр. 10402129 Милашевский В.С.

Научный руководитель – Томило В.А.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Преимущества МИШ по сравнению с традиционными методами обработки металлов давлением заключаются в отсутствии пуансона (бесконтактное воздействие на заготовку) и в возможности моделирования различных законов изменения давления в пространстве. Данный факт свидетельствует о том, что МИШ с успехом может применяться в тех случаях, когда необходимо получать пластическое деформирование в зонах, размеры которых малы по сравнению с характерными размерами всей конструкции. К таким задачам может быть отнесена задача получения окружных гофров на тонкостенных цилиндрах. В терминологии традиционной магнитно-импульсной обработки металлов (МИОМ) такая технологическая операция классифицируется как операция «раздачи» [1]. Разработка любой операции МИШ состоит из двух частей: анализ электродинамических процессов (с целью получения требуемых распределений магнитных давлений) и дальнейший анализ деформирования системы «заготовка – матрица» (с целью выбора оптимальных уровней и распределений магнитных давлений, оптимальных условий закрепления заготовки, а также оптимальной формы матрицы).

Рассмотрим операцию магнитно-импульсной «раздачи» тонкостенного цилиндра с целью получения окружных гофров. В результате операции цилиндрическая поверхность в целом должна остаться недеформированной, а остаточные деформации должны наблюдаться лишь в областях непосредственного контакта заготовки с матрицей системой тонких колец: положение гофров по отношению к длине заготовки жестко регламентируется местами первоначального положения матрицы. Для этого рассмотрим различные виды распределения магнитного давления вдоль образующей цилиндра – равномерное и локальное, а также различные способы закрепления заготовки – свободное опирание и жесткое закрепление торцов. Также необходимо оценить недостатки и преимущества различных форм меридианных сечений колец матрицы.

Анализ магнитно – упругопластического деформирования при «раздаче» (рисунок 1–2). Задача магнитно-упругопластического деформирования решалась методом конечных элементов по схеме, реализованной в программном комплексе SPACE – T [3].



Рисунок 1 – Деформированное состояние при жестком закреплении торцов цилиндра



Рисунок 2 – Деформированное состояние при свободном опирании торцов цилиндра

Из представленных рисунков видно, что имеют место значительные перемещения в зонах, удаленных от мест взаимодействия цилиндра с матрицей, что может привести к появлению нежелательных пластических деформаций. Оценка зон появления пластических деформаций может быть проведена после рассмотрения напряженного состояния цилиндра. Для пластических материалов критерием начала пластичности является достижение интенсивностью напряжений предела текучести. На рисунке 3–4 представлено распределение интенсивности напряжений вдоль образующей цилиндра.

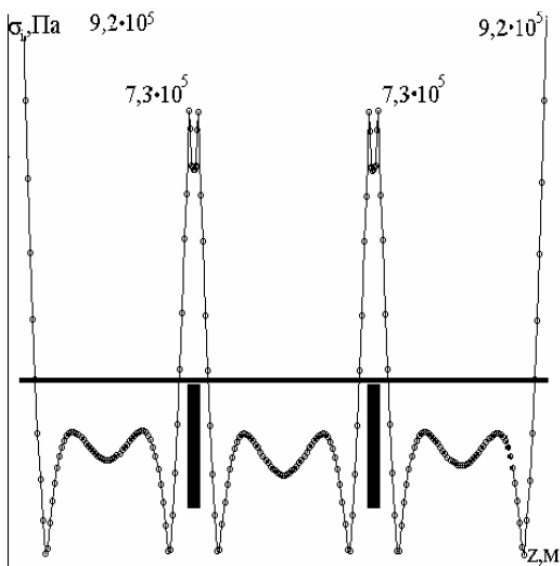


Рисунок 3 – Распределение интенсивности напряжений вдоль образующей цилиндра при жестком опирании торцов

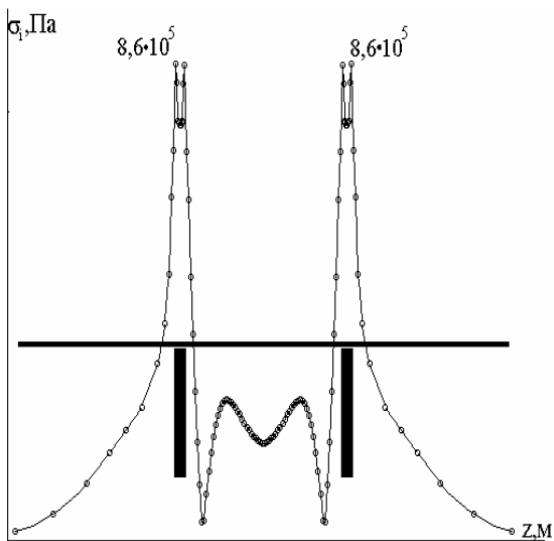


Рисунок 4 – Распределение интенсивности напряжений вдоль образующей цилиндра при свободном опирании торцов

Как видно из рисунка 3–4, максимумы интенсивности напряжений достигаются в закреплении, что является в данном случае неудовлетворительным, также наблюдаются локальные максимумы между кольцами матрицы. При свободном опирании торцов цилиндра максимальные значения интенсивности напряжений имеют место в области контакта

цилиндра с матрицей, но в то же время также есть локальный максимум между кольцами матрицы. Наличие максимумов интенсивности напряжений как абсолютных, так локальных в зонах, удаленных от мест взаимодействия заготовки с матрицей, является нежелательным, так как при увеличении значений давления возможно возникновение остаточных деформаций в этих зонах, что приведет к искажению формы цилиндра в целом.

Оказалось, что для случая локального приложения давления влияние способа закрепления на напряженное состояние значительно уменьшилось. При соотношении $I > R$ можно считать, что способ закрепления не влияет на напряженное состояние заготовки. На рисунке 5 представлено распределение интенсивности напряжений вдоль образующей цилиндра.

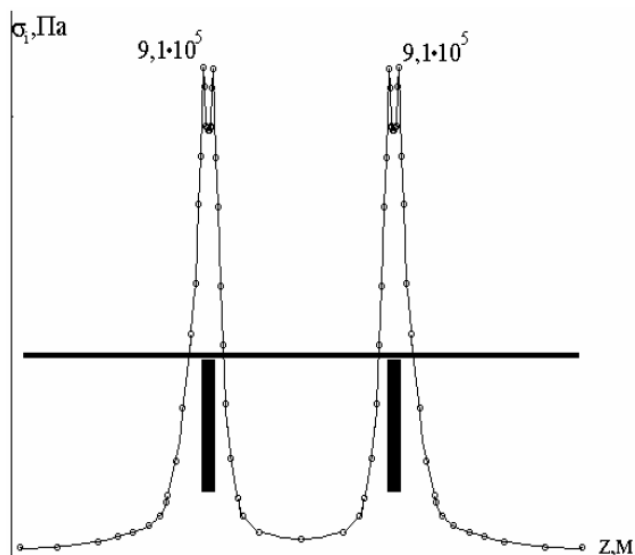


Рисунок 5 – Распределение σ_i вдоль поверхности цилиндра

Рассмотрим далее напряженное состояние в зоне контакта при трех различных вариантах исполнения матрицы. Для подобной технологической операции необходимо, чтобы интенсивность напряжений в зоне контакта распределялась равномерно – тогда форма гофра повторит форму сечения кольца, либо чтобы имелись два ярко выраженных максимума интенсивности – это приведет к образованию «пластических шарниров», которые будут «удерживать» деформированную форму гофра.

Наиболее равномерно интенсивность напряжений распределена при втором варианте исполнения матрицы. Очевидно, что при сглаживании углов матрицы можно добиться полностью равномерного распределения интенсивности напряжений в зоне контакта. Ярко выраженные максимумы интенсивности наблюдаются в зоне контакта при третьем варианте. Дальнейший анализ напряженного состояния позволил определить, что при величине давления 25 МПа в заготовке начинают развиваться пластические деформации. При этом кольца матрицы не изгибаются, т.е. местоположение гофров не изменяется.

Список использованных источников

1. Батыгин, Ю.В. Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий / Ю.В. Батыгин, В.И. Лавинский. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2001. – 283 с.
2. Лавинский, Д.В. Электродинамические и механические процессы при магнитно-импульсной «раздаче» тонкостенных труб / Д.В. Лавинский, В.И. Лавинский // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – 2003. – № 11. – С. 76–81.

3. Бондарь, С.В. Программный комплекс SPACE-T для решения термоупругопластических контактных задач / С.В. Бондарь С.С. Зубатый Б.Н. Киркач // Динамика и прочность машин. – 2000. – №57. – С. 24–34.