

**Напряженное и деформированное состояние при штамповке осесимметричных изделий при разных температурах**

Студент гр. 10402221 Мусский А. А.

Научный руководитель – Жогло А. Г.

Белорусский национальный технический университет

г.Минска

В машиностроении широкую номенклатуру изделий составляют детали с формой втулки. Они используются повсеместно, а для их изготовления обычно применяются операции обработки металлов давлением.

Основной сложностью при изготовлении таких деталей является получение вертикальных стенок и фланцевой части, так как для их выполнения требуется определенный характер течения материала. Поэтому как правило применяется закрытая горячая объемная штамповка или выдавливание [1–3]. Однако интерес представляет возможность замещения горячей обработки давлением на холодную, так как при холодной обработке ниже трудоемкость изготовления (нет необходимости в предварительном нагреве заготовки и инструмента), выше безопасность (за счет отсутствия необходимости в работе с горячими деталями), а также не нужно специальное оборудование (печи, захваты, съемники, работающие в условиях повышенных температур) [4–7]. Поэтому для упомянутых выше факторов возможно применение холодной штамповки, однако для осуществления этого процесса требуется значительное усилие, что существенно снижает технологичность и возможность применения способа для крупных заготовок. При этом схема напряженного и деформированного состояния также значительно меняется, поэтому в настоящей работе осуществим ее исследование при помощи проведенного математического и компьютерного моделирования. Которое проводилось в программе QForm 10 [8–9]. Для моделирования были выбраны 2 заготовки, имеющие одинаковые формы и размеры, выполнены из стали 15, но отличающиеся начальной температурой: 20 и 1150 °С. Рассматриваются средние напряжения (рисунок 1), интенсивность напряжений (рисунок 2) и интенсивность деформаций (рисунок 3). Анализ средних напряжений показал значительное сужение наибольших растягивающих и сжимающих напряжений при горячей штамповке, относительно холодной. Характер распределения средних напряжений остается одинаковым при замещении горячего деформирования на холодное, меняются только величины.

Наибольшая величина интенсивности напряжений при горячей штамповке в 5 раз ниже, чем при холодной и составляет 120 МПа вместо 600 МПа. При этом отличается характер распределения, так при горячей штамповке напряжения распределены в зоне перехода фланца в дно, а также на наружной поверхности стенки, при холодной же штамповке – в зоне внутренней части стенки.

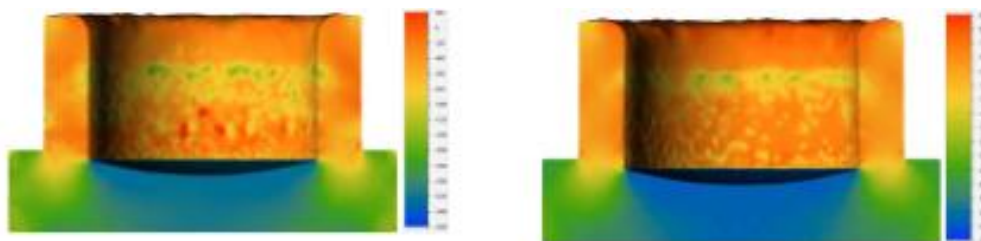


Рисунок 1– Средние напряжения при 20 °С и при 1150 °С

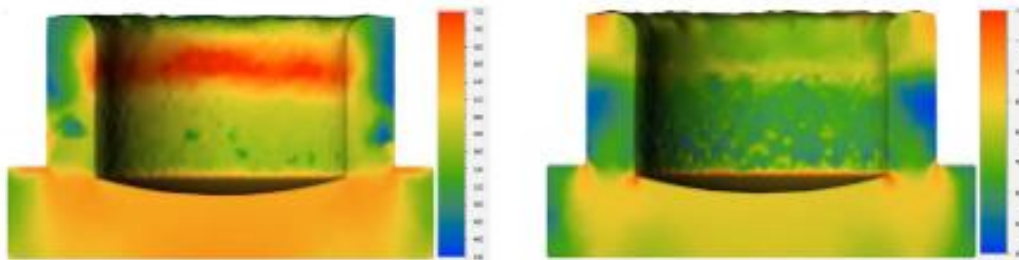


Рисунок 2– Интенсивность напряжений при 20 °С и при 1150 °С

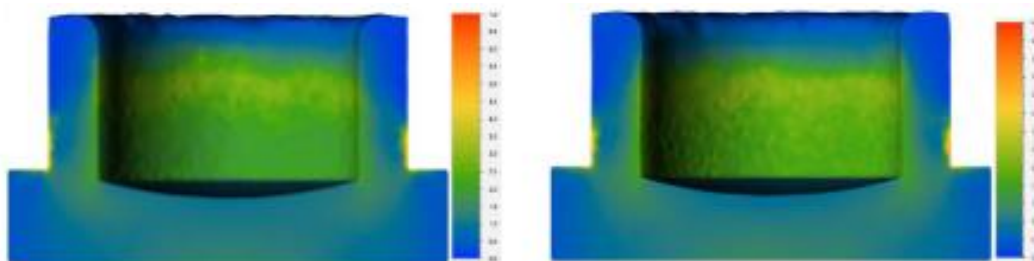


Рисунок 3– Деформация при 20 °С и при 1150 °С

Деформации распределены как указано на рисунках, однако их наибольшая величина отличается, и для холодной составляет 70 %, а для горячей – 65 %, что на примерно 5 % ниже. Таким образом было проведено моделирование, которое показало, что:

1 При холодном выдавливании и при горячем значительно отличаются технологические силы.

2 Деформации и средние напряжения распределены схожим образом и при горячей штамповке, и при холодной.

3 При горячей штамповке значительно сужается интервал величин средних напряжений.

4 Характер распределения интенсивности напряжений сильно отличается при холодной и горячей штамповке.

#### Список использованных источников

1 Яковлев, С.С. Исследование напряжений в инструменте при горячей объемной штамповки трубных заготовок с фланцем / С.С. Яковлев, В.Э. Подтягин, А.Е. Никишкин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019. – Вып. 12. С. 186–188.

2 Гололобова, Л. Е. Оценка напряженного состояния при одновременной реализации осадки и обратного выдавливания / Л. Е. Гололобова, И. В. Чупеткин, И. А. Чижов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019. – Вып. 12. С. 138–141.

3 Ларин, С. Н. Исследование характера течения материала и сил совмещенного процесса изотермического обжима с набором утолщений на торцах трубных заготовок / С. Н. Ларин // Проблемы машиноведения. Материалы V Международной научно-технической конференции. – Омск, 2021. – С. 258–263.

4 Синь, Ло Исследования процесса вытяжки в коническую матрицу / Ло Синь, Евсюков С. А., Юй Чжунци. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019. – Вып. 9. – С. 513–520.

5 Яковлев, С. С. Анализ силовых режимов при рифлении внутренней поверхности оболочки / С.С. Яковлев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – Вып. 7. – С. 13–16.

6 Яковлев, С. С. Математическое моделирование операции изотермического обратного выдавливания анизотропных трубных заготовок / С. С. Яковлев, В. И. Платонов, А. В. Черняев

// Известия Тульского государственного университета. Технические науки – 2013. – Вып. 1. – С. 75–84.

7 Жерносек, В. Н. Анализ формы детали и течения материала при комбинированном выдавливании / В.Н. Жерносек // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – Вып. 12. – С. 555–557.

8 Ларин, С. Н. Математическая модель комбинированного выдавливания прутковой заготовки в цилиндрическую матрицу пуансоном с плоской рабочей поверхностью / С. Н. Ларин, В. И. Трегубов, А.Н. Исаева // Заготовительные производства в машиностроении. – 2020. Т. 18. – № 7. – С. 309–312.

9 Ларин, С. Н. Влияние угла конусности матрицы на силу обжима стальной трубной заготовки с утонением стенки / С. Н. Ларин, В. И. Платонов, Г. А. Нуждин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – Вып. 2. – С. 482–486.