

ОСОБЕННОСТИ ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ ОСАДКЕ И ЧЕРНОВОЙ ШТАМПОВКЕ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС

Кушнарев¹ А.В. к.т.н., Кропотов² В.А. к.т.н., Богатов³ А.А. д.т.н., профессор
1 - ООО «НТМК», г. Нижний Тагил; 2 - ОАО «ВСМПО-АВИСМА», г. В-Салда;

3 - Уральский государственный технический университет - УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Особенности формоизменения металла при осадке и черновой штамповке связаны с неоднородностью температурного поля, неточностью формы и размеров непрерывнолитой заготовки, а также неудовлетворительным центрированием ее в штампах перед деформацией. Целью исследования являлось изучение влияния указанных факторов на точность размеров поковки при различной конструкции штампов: плоские и фигурные; без применения и с применением калибрующего кольца. Теоретическое исследование осуществлялось с применением программы [DEFORM](#), а некоторые результаты расчета формоизменения металла сравнивались с опытными данными, полученными в производственных условиях. Уровни факторов в вычислительном эксперименте устанавливались с учетом реальных отклонений от идеального процесса. Определяющие соотношения, граничные условия на штампах и теплофизические константы теплообмена при гидросбиве, транспортировке заготовки и при обжати ее в штампах были определены в специальных опытах. Результатом решения являлось конечное формоизменение заготовки при осадке и черновой штамповке, поля конечной деформации и температуры. В результате выполненных расчетов было установлено, что при черновой штамповке на штампах, рассчитанных по методике фирмы «SMS EUMUCO», которая не предусматривала применение калибровочного кольца, различие максимального и минимального радиусов поковки достигало 7 мм, а толщины обода до 12 мм (рис. 1):

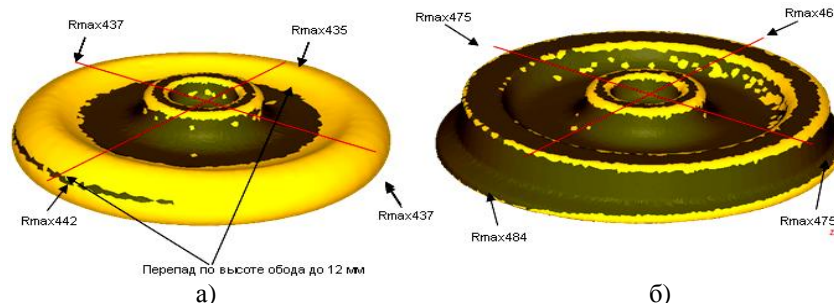


Рис.1. Конфигурация поковки по окончании рабочего хода на первой (а) и на второй (б) формовочной штамповке

На рис. 2 показано, что на первой стадии осадки и черновой штамповки заготовки диаметром 430 мм и высотой 425 мм, с косиной реза на каждом торце 5 мм, овальностью $\Delta D = 6,5$ мм, с температурным градиентом по высоте заготовки 50°C и сдвигом заготовки от оси штамповой оснастки при укладке на 3 мм наблюдается симметричное радиальное течение металла.

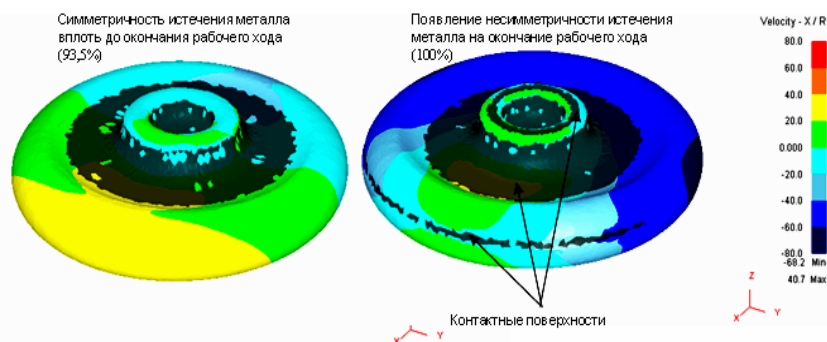


Рис. 2. Поле скоростей течения металла при черновой штамповке по способу SMS EUMUCO

При этом форма заготовки не исправляется, а, наоборот, увеличивается эксцентриситет ступицы относительно боковой поверхности поковки. Однако, на последней стадии штамповки при появлении на боковой поверхности заготовки контакта с частью поверхности штампа, возникает ассиметричное радиальное течение металла, которое приводит к разнотолщинности обода по периметру поковки. Поэтому при последующей чистовой штамповке добиться требуемой по точности конфигурации поковки не удастся.

В опытах при освоении процесса черновой штамповки на схеме «SMS EUMUCO» эти различия на отдельных поковках превышали вычисленные значения в два раза и составляли соответственно 14 мм и 21 мм.

При осадке заготовок в плоских штампах с подвижным калибровочным кольцом разница максимального и минимального радиусов поковки при заполнении межштампового пространства уменьшилось до 4 мм, а при оптимальном варианте до 0,5 мм (рис. 3). Различие по высоте обода поковки после первого пресса не превышало 0,5 мм. При осадке заготовки в фигурном штампе с фиксированным калибровочным кольцом получены также высокие показатели по точности поковки. В процессе анализа объемного течения металла установлены три характерных стадии формоизменения:

- на первой стадии осадки - осесимметричная деформация без исправления геометрических нарушений очага деформации;

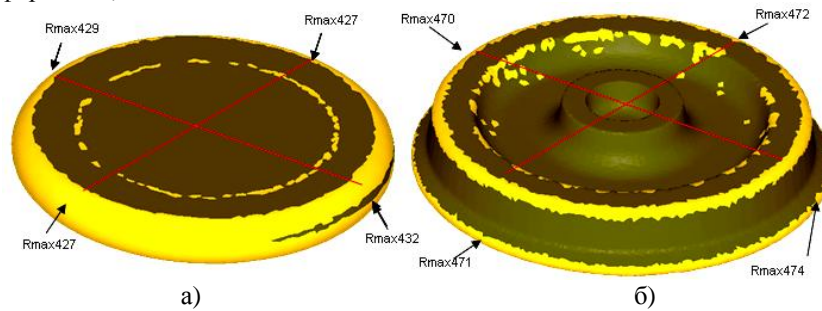


Рис.3. Конфигурация поковки после осадки в плоских штампах с подвижным центрирующим кольцом (а) и после чистой штамповки (б)

- на второй - односторонне направленное течение металла с момента соприкосновения заготовки с калибровочным кольцом до установления равномерного контакта;
- на третьей - осесимметричное течение металла (рис. 4):

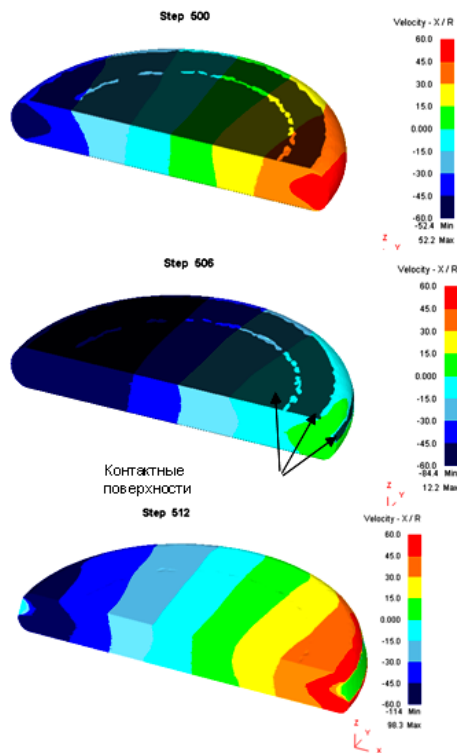


Рис.4. Поле скоростей течения металла в направлении большей оси

В результате выполненного исследования особенностей формоизменения металла при черновой и чистой штамповке непрерывнолитых заготовок установлено:

- на первой стадии осадки (или черновой штамповки) заготовок с неточностью размеров и формы, а также неточной установки её в штампах, как плоских, так и в фигурных, наблюдается симметричное радиальное течение металла. По способу черновой штамповки фирмы SMS – EUMUCO не предусмотрено ограничение радиального течения металла практически всё время осадки, поэтому неточность размеров и формы заготовки, как по радиусу, так и по толщине обода поковки по мере перемещения верхнего штампа увеличивается;
- на второй стадии осадки или черновой штамповки развивается несимметричное радиальное течение металла, эффективность которого проявляется при использовании калибровочного кольца, причем подвижное калибровочное кольцо, применяемое только для плоских штампов, наилучшим образом способствует получению осесимметричной поковки;
- в случае применения фигурных штампов калибровочное кольцо жестко устанавливается соосно верхнему и нижнему штампам. В этом случае также удастся получить осесимметричную поковку, совместив осадку с разгонкой заготовки с целью формирования обода поковки.