ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА ОХВАТА ЗАГОТОВКИ ПРИ РАДИАЛЬНОЙ КОВКЕ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗДЕЛИЯ ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА DEFORM-3D

Дмитриева А.Я.
Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Создание и развитие радиального обжатия пластическим деформированием на ротационно- и радиально-обжимных машин (РОМ) явилось значительным прогрессом в области обработки металлов давлением (ОМД). Метод радиального обжатия обеспечивает высокую точность, высокую производительность процесса и малые потери металла. Процесс радиальной ковки применяют для изготовления различных заготовок, например заготовок типа ступенчатых валов, осей. Радиально-ковочные машины используются для получения сплошных и полых ступенчатых валов, дли изготовления труб, профилей, а также для деформирования заготовок из труднодеформируемых материалов.

Радиальная ковка - процесс, при котором используются два и более перемещающихся навстречу друг другу инструмента для создания валов с постоянным или переменным диаметром по всей длине или труб с изменениями внутренних или внешних размеров. На рисунке 1 представлена кинематическая схема РОМ.

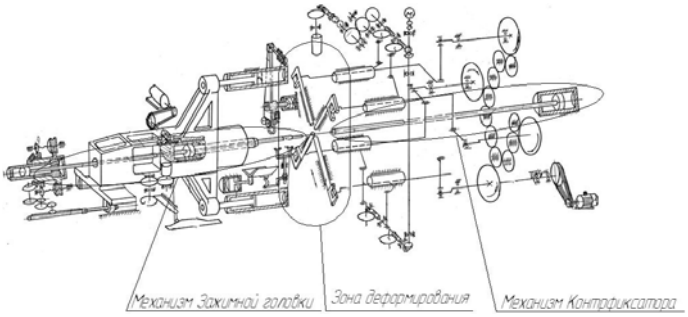


Рис. 1 Кинематическая схема

При радиальной ковке с использованием 4-х бойков металл в очаге деформации находится в состоянии всестороннего неравномерного сжатия, что позволяет увеличить его технологическую пластичность. Деформация заготовки проводится не за счет удара или единичного интенсивного обжатия, а в результате приложения большого числа обжатий одновременно по всему периметру заготовки с относительно малой степенью деформации за одно обжатие четырьмя и более бойками, расположенными в одной плоскости и сходящимися в радиальном направлении. На рис. 2 представлена схема приложения нагрузок к заготовке. В ходе деформирования на заготовку со стороны инструментов действует сила деформирования, со стороны зажимной головки силы подачи на ход, определяемая жесткостью штоков гидросистемы механизма, со стороны контрфиксатора - сопротивление зажатию заготовки, определяемое величиной поджатия гидроцилиндров механизма.

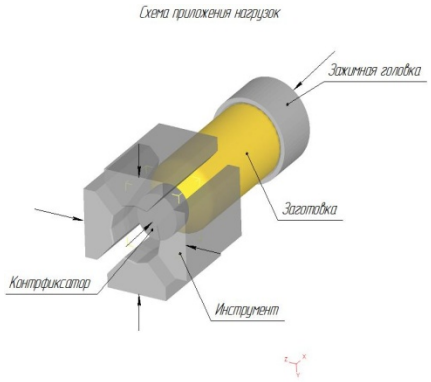


Рис. 2 Схема приложения нагрузок

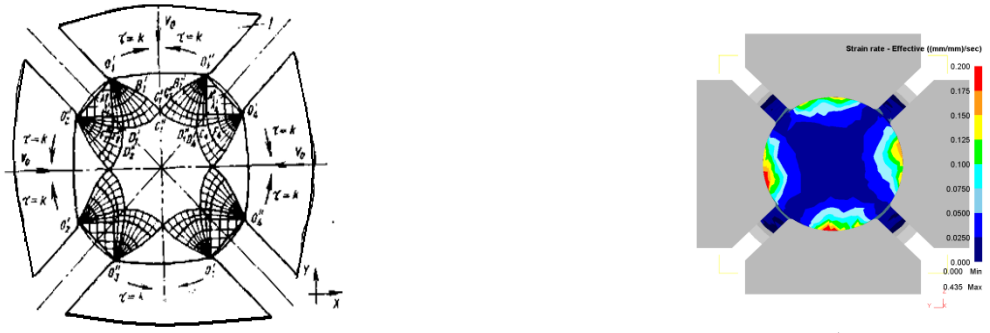
Изменением технологических режимов (величина подачи, угол поворота между ударами) и формы бойков (радиусный или ромбический, угол охвата заготовки, угол заходного конуса) можно добиться существенной интенсификации процесса и повышения механических свойств изделия (прочности и пластичности), однако рекомендации в литературных источниках носят полуэмпирический характер, относятся к ковке компактных материалов.

Теория процессов ковки основана на методе линий скольжения. Этот метод обоснован только для задач плоского деформированного состояния, поэтому для процессов радиальной ковки он может быть использован

только с большими допущениями. Обычно рассматривают два сечения – продольное (рис.3) и поперечное (рис.4) по линии раздела течения металла, в каждом из которых деформированное состояние считают плоским.

Рис. 3 Очаг деформаций в продольном сечении: а – поля линий скольжения; б – очаг деформации, построенный методом конечных элементов.

Однако в действительности напряженно-деформированное состояние в очаге пластической деформации является объемным, поверхность раздела течения не является плоской. Метод не позволяет учесть также особенности ковки на радиально-ковочных машинах, имеющих осевой подпор. Наиболее распространенным методом, позволяющим решать задачи определения напряженно-деформированного состояния в общей постановке, в том числе в процессах обработки давлением некомпактных материалов, является метод конечных элементов. Расчет напряженно-деформированного состояния проводится в программном комплексе DEFORM-3D.



А б

Рис. 4 Очаг деформаций в поперечном сечении: а – поля линий скольжения; б – очаг деформации, построенный методом конечных элементов.

Угол охвата заготовки (рис.5) оказывает существенное влияние на очаг деформации. Чем меньше угол охвата заготовки, тем более неравномерное распределение механических свойств заготовки.

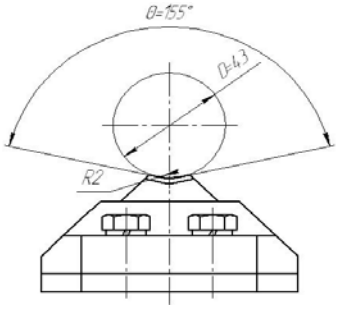


Рис. 5 Внешний вид деформирующего инструмента □ – угол охвата заготовки.

Рассмотрим влияние угла охвата на механические свойства заготовки, в качестве примера были выбраны углы 115°, 135°, 155°. Определение влияния осуществляется за счет анализа накопленных деформаций и средних напряжений. Накопленные деформации характеризуют прочность заготовки после обработки. При больших накопленных деформациях на поверхности заготовки могут возникать дефекты (цвета побежалости, трещины в виде чешуи).

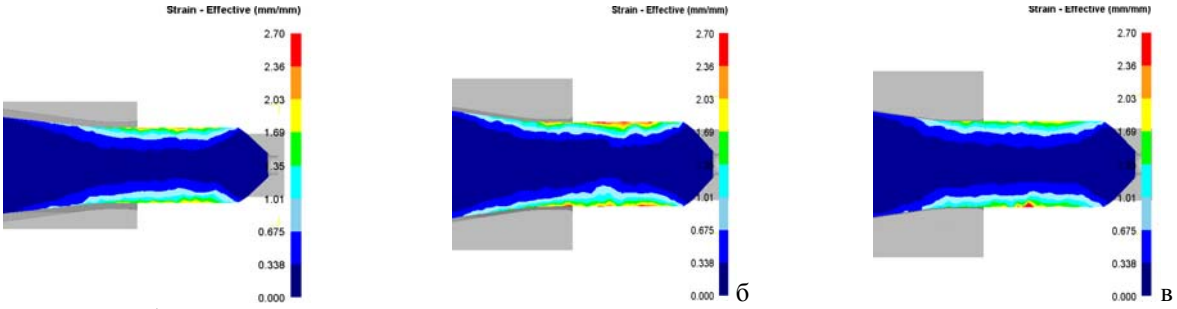


Рис. 6 Накопленные деформации: а – 115°; б – 135°; в – 155°.

Исходя из рисунка 6, можно сделать вывод о рациональности применения угла охвата 155°, т.к. в заготовки возникают большие накопленные деформации, следовательно, заготовка будет обладать большей прочностью без образования дефектов.

Средние напряжения в заготовке показывают насколько израсходован ресурс пластичности заготовки в процессе деформирования. Чем меньше значение среднего напряжения, тем меньше расходование ресурса пластичности, следовательно, более высокая пластичность готовой детали и меньше вероятность возникновения внутренних и наружных дефектов.

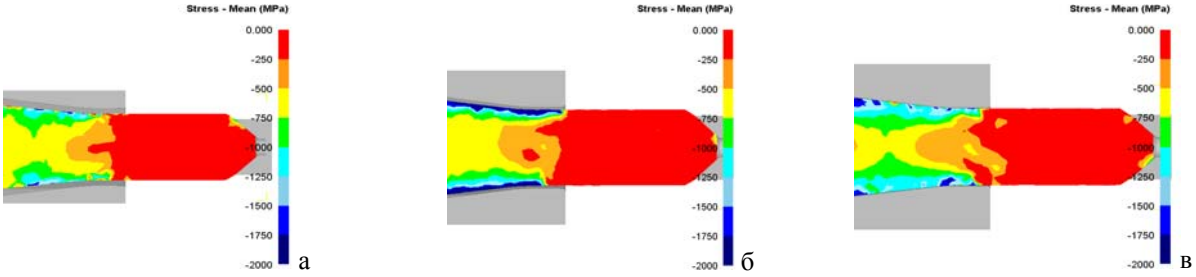


Рис. 7 Средние напряжения а – 115°; б – 135°; в – 155°.

Исходя из рисунка 7, можно сделать вывод о рациональности применения угла охвата 155°, т.к. в заготовке в продольном сечении возникают меньшие средние напряжения, следовательно, заготовка будет обладать большей запасом пластичности.

Из результатов работы можно сделать вывод:

Оптимальными для обработки заготовки являются бойки с углом охвата заготовки равным 155°. Заготовки, обрабатываемые такими бойками:

- можно подвергать более высоким степеням деформации;
- качество обрабатываемых поверхностей выше, чем при применении других углов охвата;
- вероятность разрушения таких заготовок ниже;
- после обработки заготовка обладает более высокими механическими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковка на радиально-обжимных машинах/ В.А. Тюрин, В.А. Лазоркин, И.А. Поспелов и др.; Под общей ред. В.А. Тюрина. – М.: Машиностроение, 1990. – 256 с.: ил.
2. Погорильчук А.Я. Определение оптимальных параметров технологического процесса радиальной ковки // Наука и образование, 2009, №9
3. Радюченко Ю.С. Ротационное обжатие. – М.: Машиностроение, 1972.