

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАДИАЛЬНОЙ КОВКИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ DEFORM 3D

Погорильчук А. Я.

Российская Федерация, г. Москва, Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана, кафедра «Технология обработки давлением»

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. При радиальной ковке с использованием 4-х бойков металл в очаге деформации находится в состоянии всестороннего неравномерного сжатия, что позволяет увеличить его технологическую пластичность. Деформирование заготовки осуществляется за счет многократных обжатий [1].

Радиальная ковка осуществляется на радиально-обжимных машинах. Заготовка зажимается зажимной головкой и котрфиксатором и помещается в зону деформирования (рис.1).

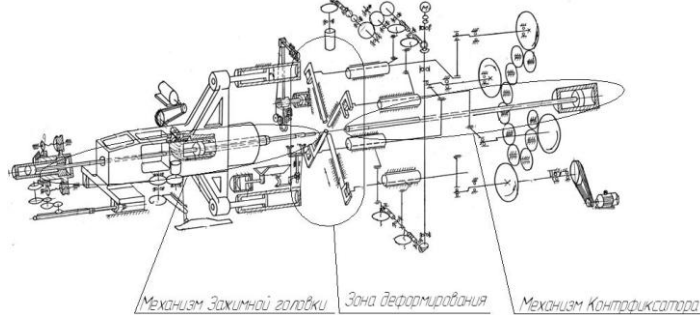


Рис. 1 Кинематическая схема

Передвижение заготовки на величину подачи осуществляется за счет механизма зажимной головки. В процессе деформирования заготовка при помощи механизма зажимной головки подается на величину шага подачи в зону деформирования, механизм контрфиксатора создает противодействие передвижению заготовки, за счет этого осуществляется зажатие заготовки, затем происходит смыкание инструментов.

Заготовка в процессе деформирования при помощи механизма зажимной головки осуществляет непрерывный поворот вокруг своей оси. После осуществления деформирования на обратном ходе инструмента, заготовка при помощи зажимной головки поворачивается на заданный угол поворота. Угол поворота не должен быть кратен  $360^\circ$ , иначе происходит процесс образования граненности на 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.

Процесс радиальнойковки зависит от следующих параметров: подача заготовки на ход, угол поворота перед очередным обжатием, скорость деформирования (данные параметры регулируются машиной), профиль рабочего инструмента, величина заходного конуса бойка, угол охвата заготовки, длина калибрующего участка, наличие двух заходных конусов бойка (параметры определяемые инструментом).

Для решения поставленной задачи была создана математическая модель технологического процесса радиальнойковки, которая учитывает все рассмотренные выше технологические параметры. В данной работе рассматривается влияние формы профиля инструмента. В ходе подготовки были проведены моделирования по деформированию заготовки угловым бойком и радиусным и произведено сравнение полученных результатов. В настоящее время плохо изучено влияние профиля инструмента на технологические параметры процесса.

При радиальной ковке применяются угловые и радиусные бойки (рис.2). Преимуществом использования радиусного бойка является простота его изготовления, а также получение равномерного профиля. Заготовка контактирует с радиусным инструментом по одной поверхности, тогда как при деформировании угловым бойком площадь контакта происходит по двум поверхностям. При деформировании радиусным инструментом требуются большие силы.

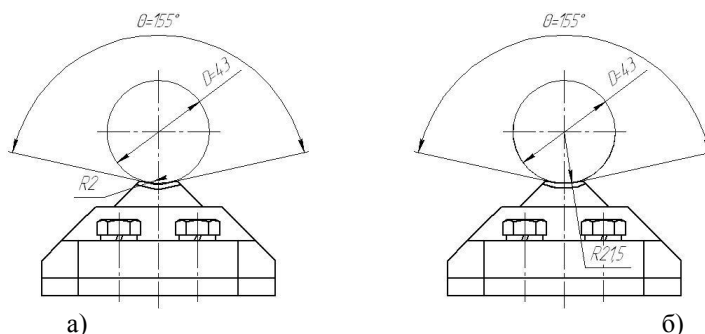


Рис.2 Деформирующие инструменты: а) угловой; б) радиусный.

### Влияние параметров ковки на технологический процесс [2].

- 1) Деформирование при радиальной ковке осуществляется не по всему контуру сечения заготовки, вследствие этого деформируемому металлу предоставлена возможность истечения в зазор между бойками, т.е. схема обеспечивает деформирование с уширением. Это обстоятельство ограничивает увеличение шага подачи, осуществление повышенной степени деформации одного обжатия.

Параметры, влияющие на технологический процесс: угол заходного конуса;- угол охвата заготовки в конце обжатия;- длина калибрующего участка- радиусы сопряжения ручья бойков с плоскостью - радиус сопряжения конического и цилиндрического участков.

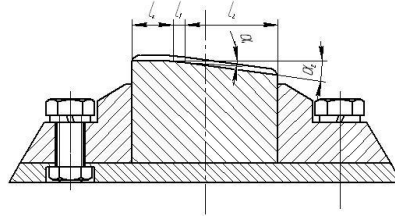


Рис.3 Геометрические параметры инструмента

- 2) С увеличением угла заходного конуса  $\alpha$  (рис.3) возрастает степень неравномерности деформации в очаге формоизменения, и нейтральная поверхность перемещается в направлении сужения конуса. При этом происходит снижение потребной деформирующей силы, что может привести к разрушению [2]. При увеличении угла заходного конуса ухудшаются условия захвата.
- 3) Калибрующий участок  $l_k$  (рис.3) При малых значениях величины калибрующего участка низкие точность и чистота поверхности. Длинные участки способствуют раннему разрушению.
- 4) При малом угле охвата  $\theta$  может возникать явление завихрения металла в плоскости поперечного сечения и к усиленному продольному скручиванию обрабатываемого прутка.
- 5) Участок заходного профиля с углом наклона  $\alpha_1$  (рис.3), рекомендуется принимать  $2...4^\circ$ , длина  $l_1 = (0.1...0.15)d$  [3]
- 6) Участок заходного профиля с углом наклона  $\alpha_2$  (рис.3), рекомендуется принимать  $6...10^\circ$ , длина  $l_2 = (0.7...0.8)(l_k - l_1)$  [3].

В ходе работы было исследован процесс распространения деформации внутрь заготовки. Для этого была построена математическая модель процесса радиальной ковки. При построении модели были приняты следующие допущения: бойки осуществляют движение на величину рабочего хода с постоянной скоростью; непрерывный поворот заготовки замещен пошаговым поворотом заготовки между операциями, как жесткого целого; продольная подача заготовки замещена инверсным движением бойков; зажимная головка – жесткий подпружиненный инструмент, жесткость которого определяется жесткостью штоков; контрфиксатор – жесткий инструмент, которым приложена постоянная сила вдоль оси. Ее величина определяется поджатием гидроцилиндра.

Из полученных данных видно, что в процессе деформирования максимальная накопленная деформация возникает на поверхности заготовки, тогда как центральная часть заготовки находится практически в недеформированном состоянии. Для увеличения поверхности распространения деформации и как следствие получения равномерной структуры зерна следует применять инструмент с большим углом обхвата

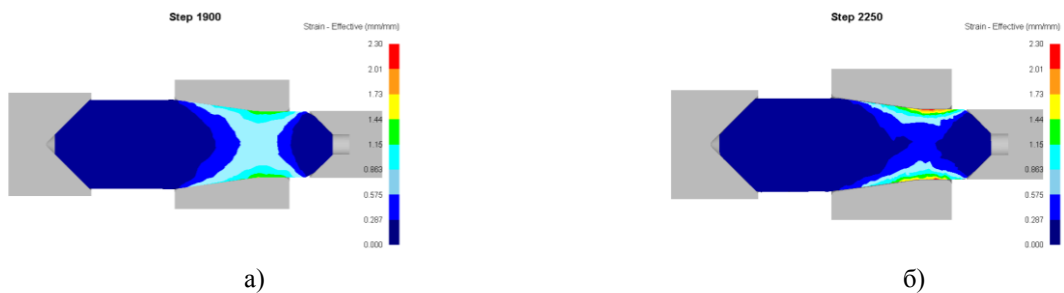


Рис. 4 Накопленные деформации а) радиусный б) угловой инструмент

### Накопленные деформации.

Для радиусных бойков внутренняя структура материала получается более равномерной. Накопленная деформация в центральной части заготовки для радиусных бойков превосходит накопленную деформацию угловых бойков более чем в 1.5 раза, следовательно для радиусных бойков внутренняя структура будет мелкозернистой. Исходя из данных моделирования (рис.4) можно сделать вывод, что заготовки обрабатываемые радиусными бойками можно подвергать более высоким степеням деформации, а для угловых бойков при более высоких степенях деформации возможно образование чешуйчатой поверхности, так как при таком инструменте происходит накопление деформации на поверхности.

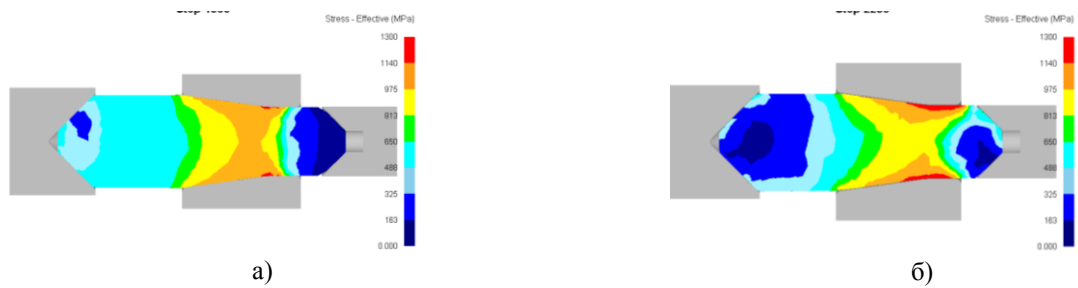


Рис. 5 Напряжения текучести а) радиусный б) угловой инструмент

### Напряжения текучести.

По данным полученным при помощи моделирования (рис.5), при использовании радиусных бойков в центральной части заготовки напряжение текучести выше, чем при использовании угловых бойков. Следовательно, при использовании угловых бойков можно увеличить степень деформации.



Рис. 6 Средние напряжения а) радиусный б) угловой инструмент

### Средние напряжения.

Из рисунка 6 видно, что в обоих случаях деформирования большая часть заготовки подвержена сжимающим напряжениям. Это объясняется сжимающим действием бойков с четырех сторон. При деформировании радиусными бойками на поверхности заготовки возникают большие сжимающие напряжения, чем при использовании угловых бойков. По величине среднего напряжения определяется разница гидростатических давлений. При использовании радиусных бойков внутри заготовки возникают большие гидростатические давления, следовательно, у такой деформированной заготовки пластичность выше, чем при использовании угловых бойков. Это означает что вероятность разрушения заготовки при применении радиусных бойков ниже, чем при применении угловых.

### Сила деформирования.

Для радиусного инструмента сила деформирования равна 1.4 МН, тогда как для углового бойка 1 МН.

Из результатов моделирования можно сделать вывод, что заготовки обрабатываемые радиусными бойками можно подвергать более высоким степеням деформации, вероятность разрушения таких заготовок ниже получается более качественный наружный слой, чем при применении угловых бойков, но при использовании радиусного инструмента требуется большая сила деформирования.

### Список используемой литературы:

1. сайт <http://www.naukaspb.ru/spravochniki/Demo%20Metall/sl.htm>
2. Ю.С. Радюченко, Ротационное обжатие. – М.: «Машиностроение», 1972, 176 стр.
3. Ковка на радиально-обжимных машинах/ В.А. Тюрин, В.А. Лазоркин, И.А. Поспелов и др.; под общ. ред. Тюрина В.А. - М.: Машиностроение, 1990
4. Радиальное обжатие прутковых заготовок в горячем состоянии рекомендации – Воронеж.: ЭНИКМАШ, 1980