

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАДИАЛЬНОЙ КОВКИ

Погорильчук Анастасия Яковлевна

студент 6 курса

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

Научный руководитель: А.В. Власов

доктор технических наук, профессор кафедры «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. Обработка поверхности заготовки осуществляется за счет многократных обжатий [1].

Радиальная ковка осуществляется на радиально-обжимных машинах. Заготовка зажимается зажимной головкой и контрфиксатором и помещается в зону деформирования. Передвижение заготовки на величину подачи осуществляется за счет зажимной головки. Процесс деформирования состоит из нескольких этапов: заготовка подается на величину шага подачи в зону деформирования, затем происходит смыкание инструментов (рис.1).

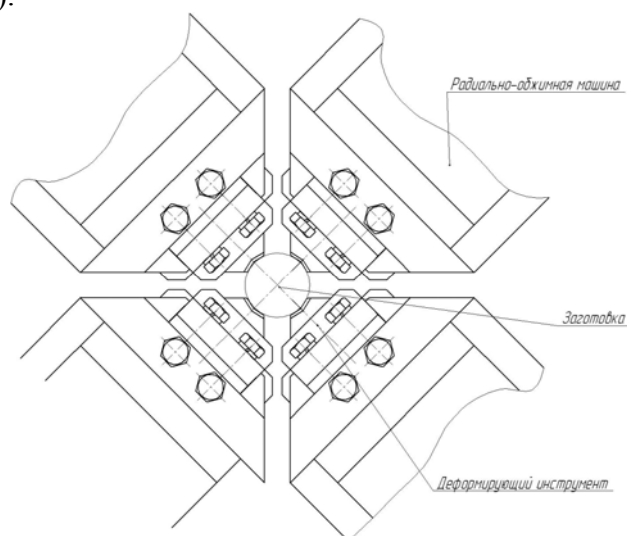


Рис. 1 Зажатие заготовки в зоне деформирования

После осуществления деформирования на обратном ходе инструмента, заготовка при помощи зажимной головки поворачивается на заданный угол поворота. Угол поворота не должен быть кратен 360° , иначе происходит процесс образования граненности на заготовке.

На рис. 2 представлена схема приложения нагрузок к заготовке. В ходе деформирования на заготовку со стороны инструмента действует сила деформирования, со стороны зажимной головки силы подачи на ход, со стороны контрфиксатора - сопротивление зажатию заготовки.

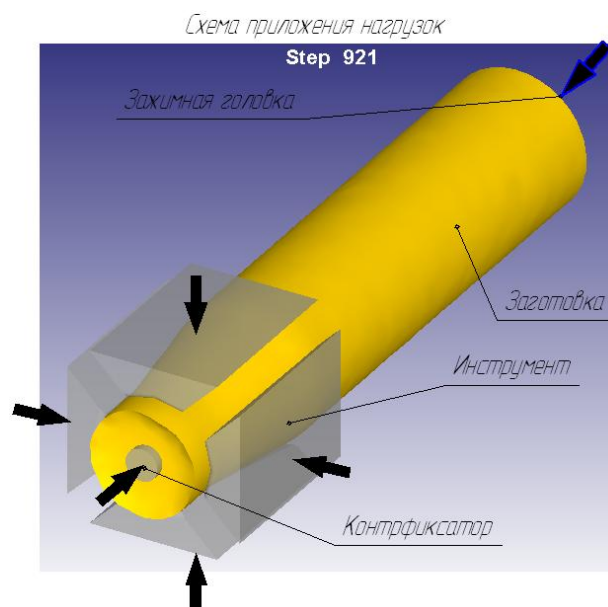


Рис. 2 представлена схема приложения нагрузок

Процесс радиальной ковки 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 радиальной ковки, 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.3). 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 требуется большие силы.

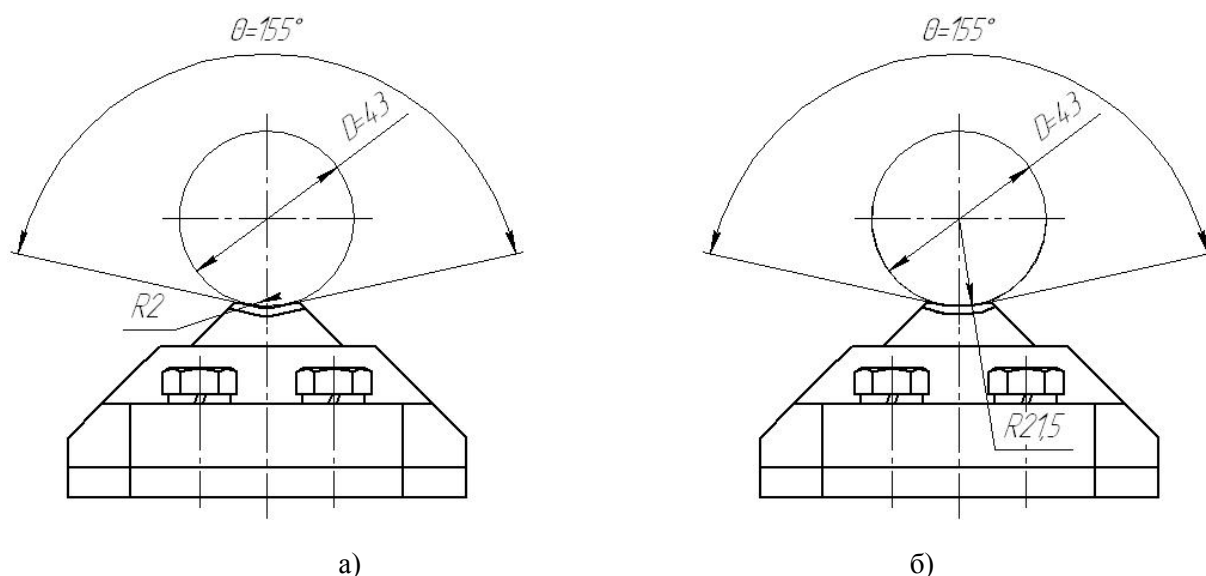


Рис.3 Деформирующие инструменты: а) угловой; б) радиусный.

После первого поворота заготовки возникает крутящий момент (рис.4), создающий на поверхности заготовки винтовую линию, величина крутящего момента зависит от пластичности поковки. Процесс приложения момента представлен на рисунке. Применение радиусных бойков способствует уменьшению крутящего момента.

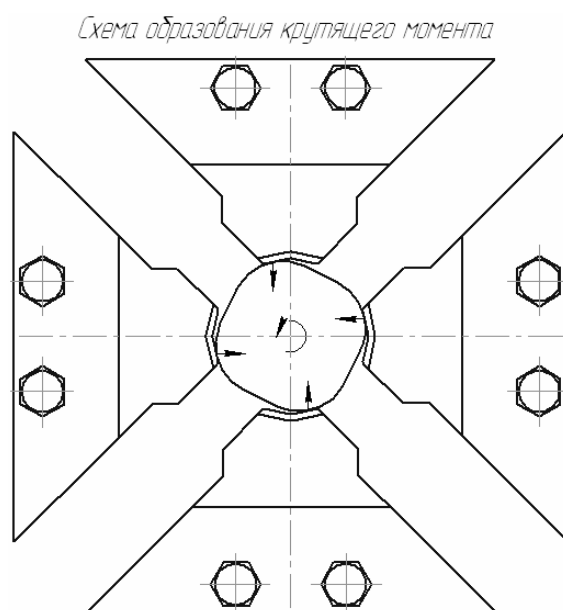


Рис. 4 Схема образования крутящего момента

Влияние параметровковки 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 и соответственно возможность интенсификации процесса.

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.

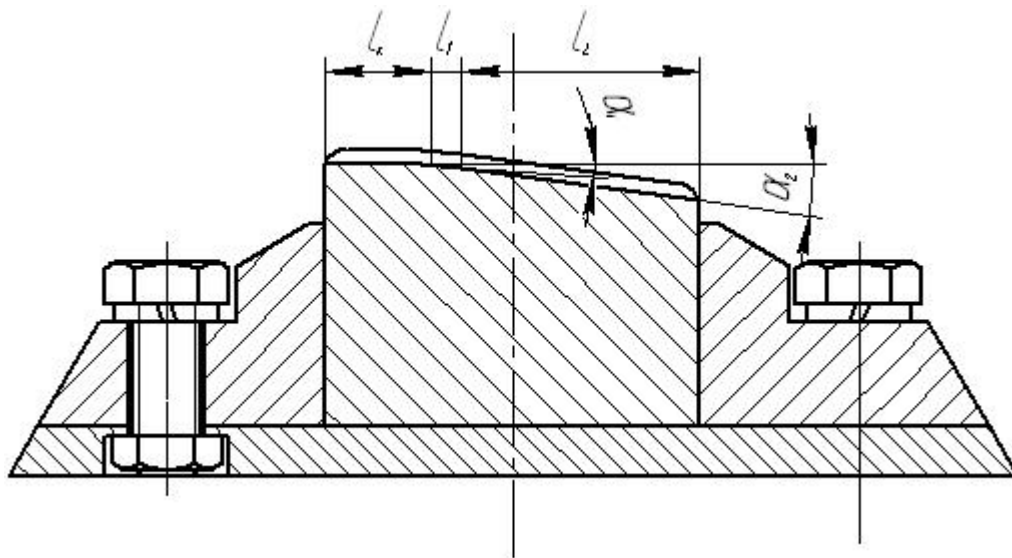


Рис.5 Геометрические параметры инструмента

- 2) С увеличением угла заходного конуса α (рис.5) возрастает степень неравномерности деформации в очаге формоизменения, и нейтральная поверхность перемещается в направлении сужения конуса. При этом происходит снижение потребного деформирующего усилия, что может привести к разрушению [2]. При увеличении угла заходного конуса ухудшаются условия захвата.
- 3) Калибрующий участок l_k (рис.5) оказывает влияние на чистоту поверхности и точность обработки, предельную степень деформации, величину деформирующего усилия, стойкость инструмента. При малых значениях величины калибрующего участка низкие точность и чистота поверхности. Длинные участки способствуют раннему разрушению.
- 4) Второй заходный конус α_2 (рис.5) способствует увеличению срока службы бойка
- 5) Угол заходного конуса α также может определяться исходя из коэффициента трения (μ), твердости материала и степени деформации (ϵ) (таблица 1)

Таблица 1. Рекомендуемые значения заходных углов α_2

Характеристика сталей по твердости	$\mu = 0,05$		$\mu = 0,1$		$\mu = 0,15$		$\mu = 0,2$	
	$\varepsilon \leq 0,5$	$\varepsilon > 0,5$	$\varepsilon \leq 0,5$	$\varepsilon > 0,5$	$\varepsilon \leq 0,5$	$\varepsilon > 0,5$	$\varepsilon \leq 0,5$	$\varepsilon > 0,5$
Мягкие . . .	5° 40'	5° 40'	11°	11°	16°	16°	20°	20°
Средней твердости . . .	4°	5°	8°	9° 20'	10°	11° 30'	12°	14°
Твердые . .	2° 40'	4°	6°	8°	7° 30'	10°	9°	12°

- 6) Зависимость между углом охвата θ (рис.3) и углом заходного конуса α_2 представлена на рис. 6



Рис. 6 График для определения угла охвата заготовки бойками

- 7) При малом угле охвата θ может возникать явление завихрения металла в плоскости поперечного сечения и к усиленному продольному скручиванию обрабатываемого прутка.
- 8) Участок заходного профиля с углом наклона α_1 (рис.5), рекомендуется принимать 2...4°, длина $l_1 = (0.1...0.15)d$ [3]
- 9) d – диаметр поковки после обжатия; [3].
- 10) Участок заходного профиля с углом наклона α_2 (рис.5), рекомендуется принимать 6...10°, длина $l_2 = (0.7...0.8)(l_k - l_1)$ [3].

В ходе работы было исследован процесс распространения деформации внутрь заготовки. 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 охвата

Сравнение углового и радиусного инструмента при прочих равных условиях.

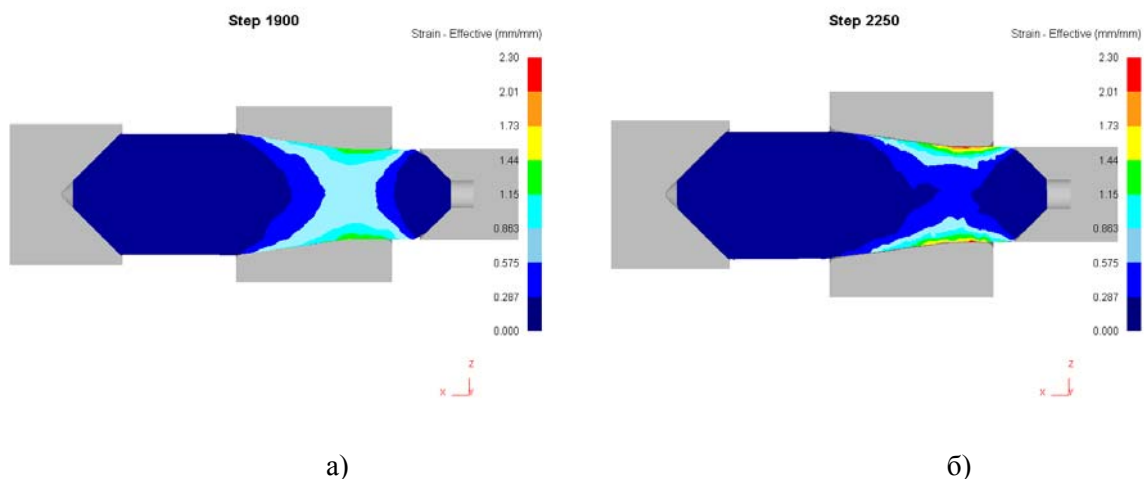


Рис. 7 Накопленные деформации а) радиусный инструмент б) угловой инструмент

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 и для снятия деформации требуется более длительное время термической обработки. Исходя из данных моделирования (рис.7) можно сделать вывод, что заготовки обрабатываемые радиусными бойками можно подвергать более высоким степеням деформации, тогда как для угловых бойков при более высоких степенях деформации возможно образование чешуйчатой поверхности, так как при таком инструменте происходит накопление деформации на поверхности.

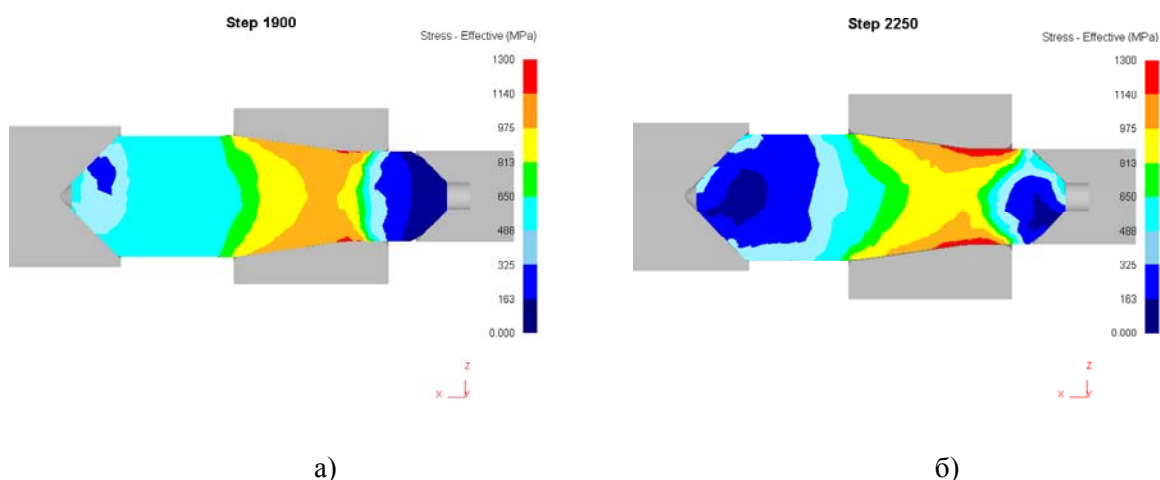


Рис. 8 Напряжения текучести а) угловой инструмент б) угловой инструмент

Напряжения текучести

Исходя из данных полученных при помощи моделирования (рис.8), 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.

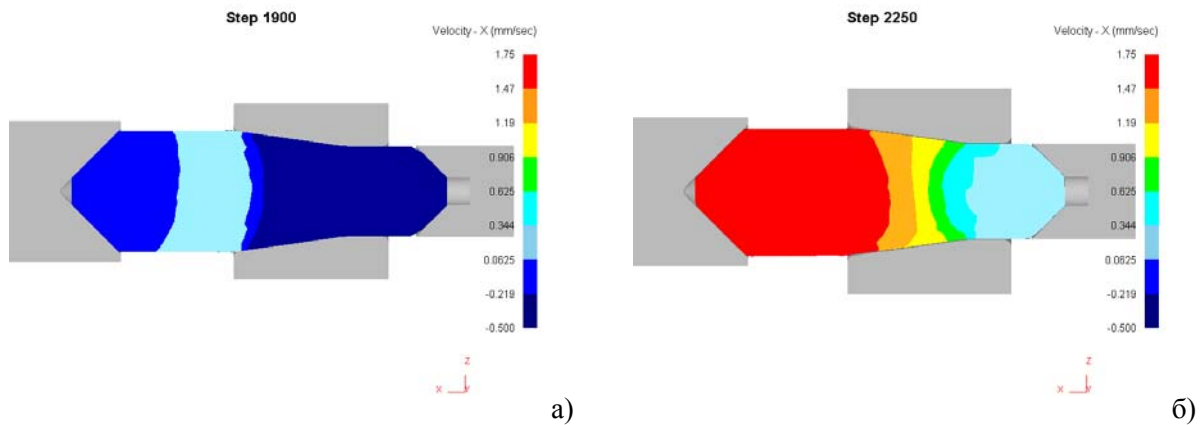


Рис. 9 Скорость течения металла а) радиусный инструмент б) угловой инструмент

Скорость течения металла

На рис. 9 видно, что при применении радиусных бойков металл интенсивнее течет вправо. Тогда как для угловых бойков - влево. Поверхность раздела течения металла для радиусных бойков с используемыми геометрическими параметрами находится левее, чем у угловых, почти на выходе из деформирующего инструмента (рис.10).

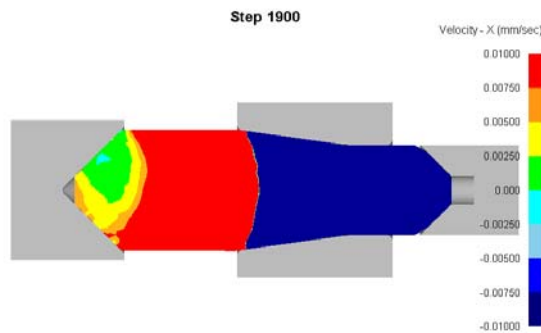


Рис. 10 Скорость течения металла для углового инструмента

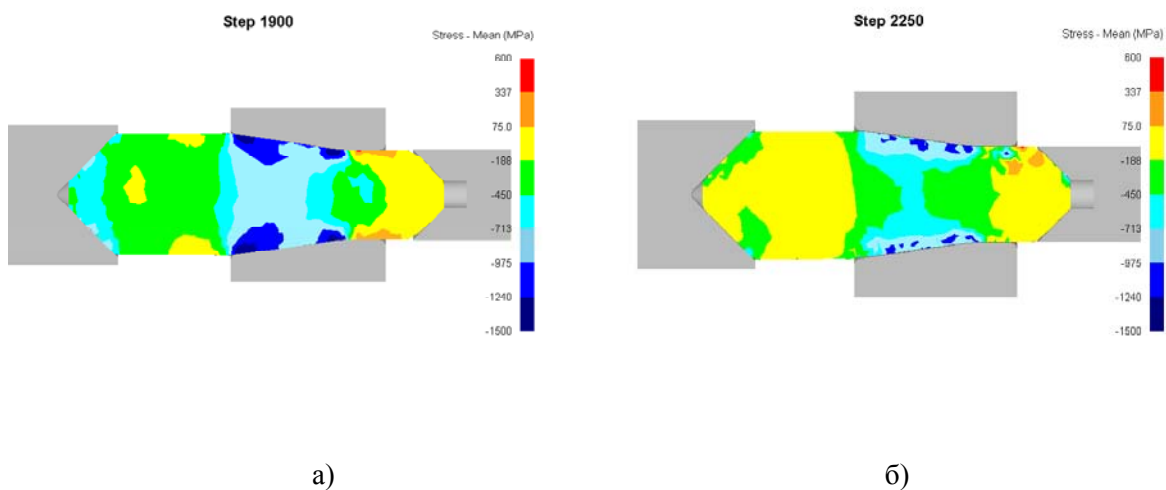


Рис. 11 Средние напряжения а) радиусный инструмент б) угловой инструмент

Средние напряжения

Из рисунка 11 видно, что в процессе деформирования заготовки возникает градиент распространения напряжений. В обоих случаях деформирования большая часть заготовки подвержена сжимающим напряжениям. Это объясняется сжимающим действием бойков с четырех сторон. В ходе деформирования радиусными бойками на поверхности заготовки возникают большие сжимающие напряжения, чем при использовании угловых бойков. Для радиусных бойков градиент распространения напряжений ниже, чем для угловых, следовательно, внутренняя структура заготовки при использовании радиусных бойков более равномерная. 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, для наилучшего деформирования материала (получение более качественного наружного слоя, а также использования более простого инструмента) следует применять радиусный инструмент, но при этом необходимо применять машину большего тоннажа

Из результатов моделирования можно сделать вывод, что заготовки обрабатываемые радиусными бойками можно подвергать более высоким степеням деформации, вероятность разрушения таких заготовок ниже, 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. Пospelов и др.; под общ. ред. Тюрин В.А. - М.: Машиностроение, 1990
4. Радиальное обжатие прутковых заготовок в горячем состоянии рекомендации – Воронеж.: ЭНИКМАШ, 1980