

УДК 621.73

Кухарь В.В.

*Приазовский государственный технический университет*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ТОРЦЕВЫХ УЧАСТКОВ ПРИ ПРОФИЛИРОВАНИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК ОСАДКОЙ С ПРОДОЛЬНОМ ИЗГИБОМ

*Проведена кількісна оцінка викривлення торцевих ділянок при профілюванні циліндричних заготовок поздовжнім згинанням на підготовчих переходах об'ємного штампування. Результати дозволяють регламентувати деформації торців з точки зору наближення форми заготовки до конфігурації поковки.*

*The estimation of quantity of the distortion of border part during shape profiling of cylinder billets by longitudinal bending by preparing removals of volumetric die-forging is leading. The results are allowed to limit the deformation of border part in the point of view of shape approach of billet to forging-unit configuration.*

### **Введение**

Поковки с изогнутой осью, получаемые штамповкой на кривошипных прессах, относят к одной из наименее технологичных групп [1]. Для повышения выхода годного рационально применять последовательное приближение формы заготовки к конфигурации поковки, для чего принято использовать дополнительное профилирующее оборудование: ковочные вальцы, паровоздушные штамповочные молоты, станы поперечно-клиновой прокатки и др. Такая специализация зачастую неоправданна, т.к. снижает универсальность и гибкость перенастройки технологических линий, существенно повышает себестоимость продукции. В работах [2-5] предложен оригинальный способ профилирования заготовок перед объемной штамповкой повок с изогнутой осью, основанный на явлении продольного изгиба, положительный эффект которого проявляется при осадке в торец заготовок с  $m = L/D > 3,5$ , где  $L$  и  $D$  – высота и диаметр исходной цилиндрической заготовки перед осадкой соответственно.

В некоторых случаях, для соблюдения условий центрирования заготовок при осадке, в параллельных плитах рационально выполнять выточки под торцы, размеры которых следует корректировать на искажения, возникающие в процессе осадки. Кроме того, деформации торцевых участков должны быть регламентированы для обеспечения сохранения объема металла, достаточного для заполнения отростков поковки в окончательном ручье. Осуществить учет данных искажений на основании результатов проведенных ранее исследований [5, 6] невозможно, поэтому целесообразно выполнить анализ изменений формы торцов цилиндрических заготовок при профилировании продольным изгибом.

### **Постановка задачи**

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование искажений торцевых участков цилиндрических заготовок при осадке с продольным изгибом.

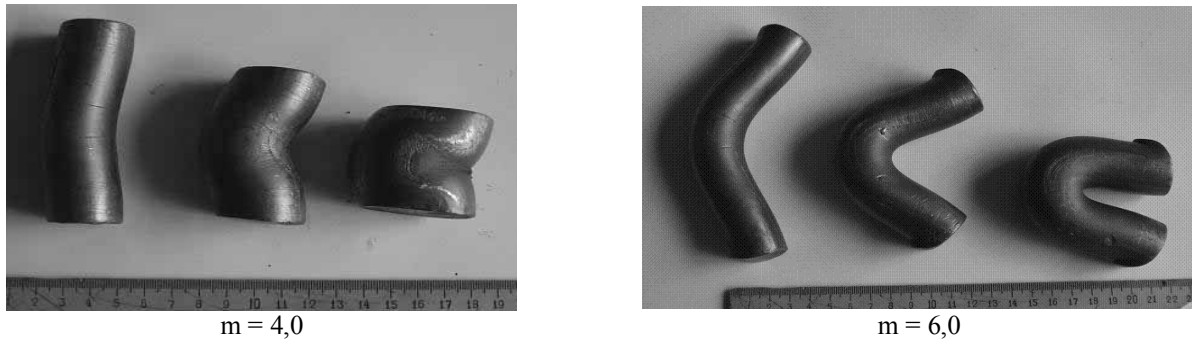
### **Основная часть**

Эксперименты проводили на универсальной испытательной машине УММ-20 (Р-20). Деформирующим инструментом служили плоско-параллельные осадочные плиты из стали 5ХНВ ГОСТ 5960-74, термообработанные до HRC 40...44 с шероховатостью опорной поверхности  $Ra = 0,63$  мкм.

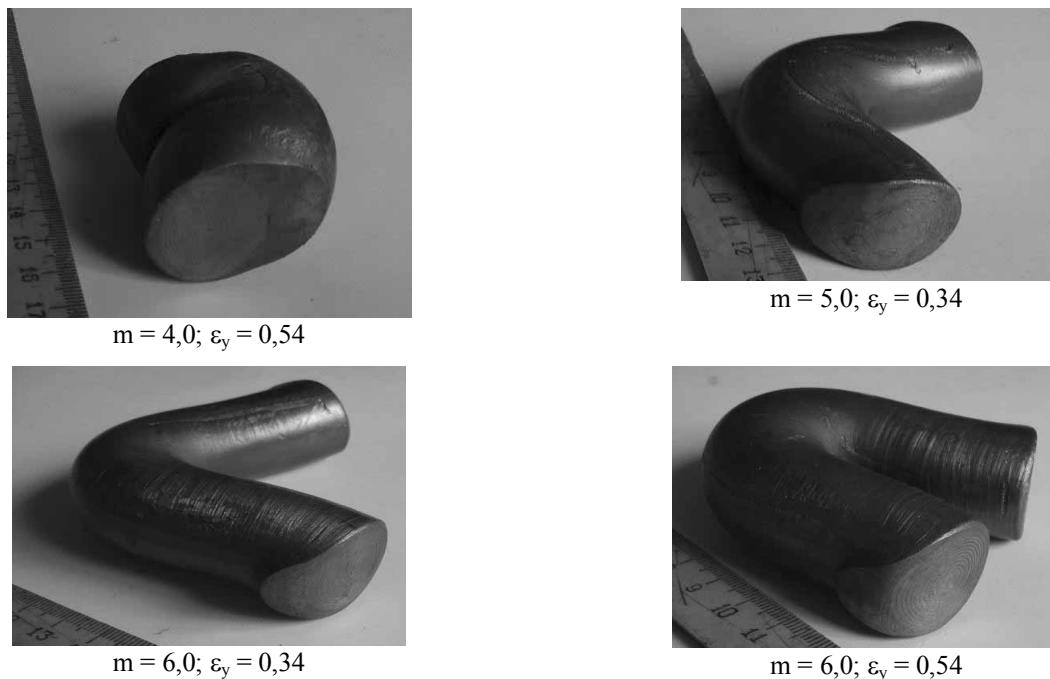
Опытные образцы начальным диаметром  $D = 25$  мм изготавливали прессованием из свинца сурьмянистого марки ССу ГОСТ 1292-81Е, который наиболее употребляем при физическом моделировании процессов горячей деформации среднеуглеродистых легированных сталей. Учитывая, что исходный слиток имел диаметр 60 мм, коэффициент вытяжки при прессовании достигал 5,76, что обеспечивало разрушение внутренней литой структуры. Образцы от прессованного прутка отрезали длиной  $L = 100$  мм; 125 мм и 150 мм, т.е. относительная высота составляла  $m = L/D = 4,0$ ; 5,0 и 6,0 соответственно. В качестве

критерия степени деформации осадки выбран относительный показатель  $\varepsilon_y = [(L - H_k)/L]$ , где  $H_k$  – высота изогнутого образца после деформирования. Диапазон исследований был разбит на три степени осадки:  $\varepsilon_y = 0,14; 0,34$  и  $0,54$ . Для проведения статистической обработки экспериментальных данных изготавливали и осаживали по три образца на каждые  $m$  и  $\varepsilon_y$ .

На рис. 1 приведены фотографии экспериментальных образцов после осадки с продольным изгибом. Причем с увеличением степени осадки имеет место большее визуальное искажение торцевых участков с вытяжкой в плоскости стрелы прогиба (рис. 2).



**Рис. 1. - Экспериментальные образцы, осаженные с продольным изгибом до степеней деформации  $\varepsilon_y = 0,14; 0,34$  и  $0,54$**



**Рис. 2. - Торцевые участки заготовок после осадки с продольным изгибом**

Измерения конечных размеров торцевых участков после каждой стадии осадки проводили штангенциркулем в соответствии с разработанной схемой по рис. 3. Замеры проводили для верхнего и нижнего торца заготовки, далее значения усредняли. Выбранные параметры формы искаженных торцов, после обработки первичных экспериментальных данных и проведения статистической обработки, приводили к безразмерным показателям ( $a/D$ ,  $b/D$  и т.п.).

Графические зависимости относительных показателей формоизменения торцевых участков заготовок при профилировании продольным изгибом приведены на рис. 4. Полученные результаты позволяют прогнозировать и регламентировать искажения торцов цилиндрических заготовок, производить проверку степеней деформаций осадки с точки

зрения исключения запрессовывания заготовки во вспомогательных центрирующих отверстиях и контролировать потоки течения металла в соответствующих участках поковок на операциях последующего формоизменения.



Рис. 3. - Схема обмера искажений торцевых участков после деформации

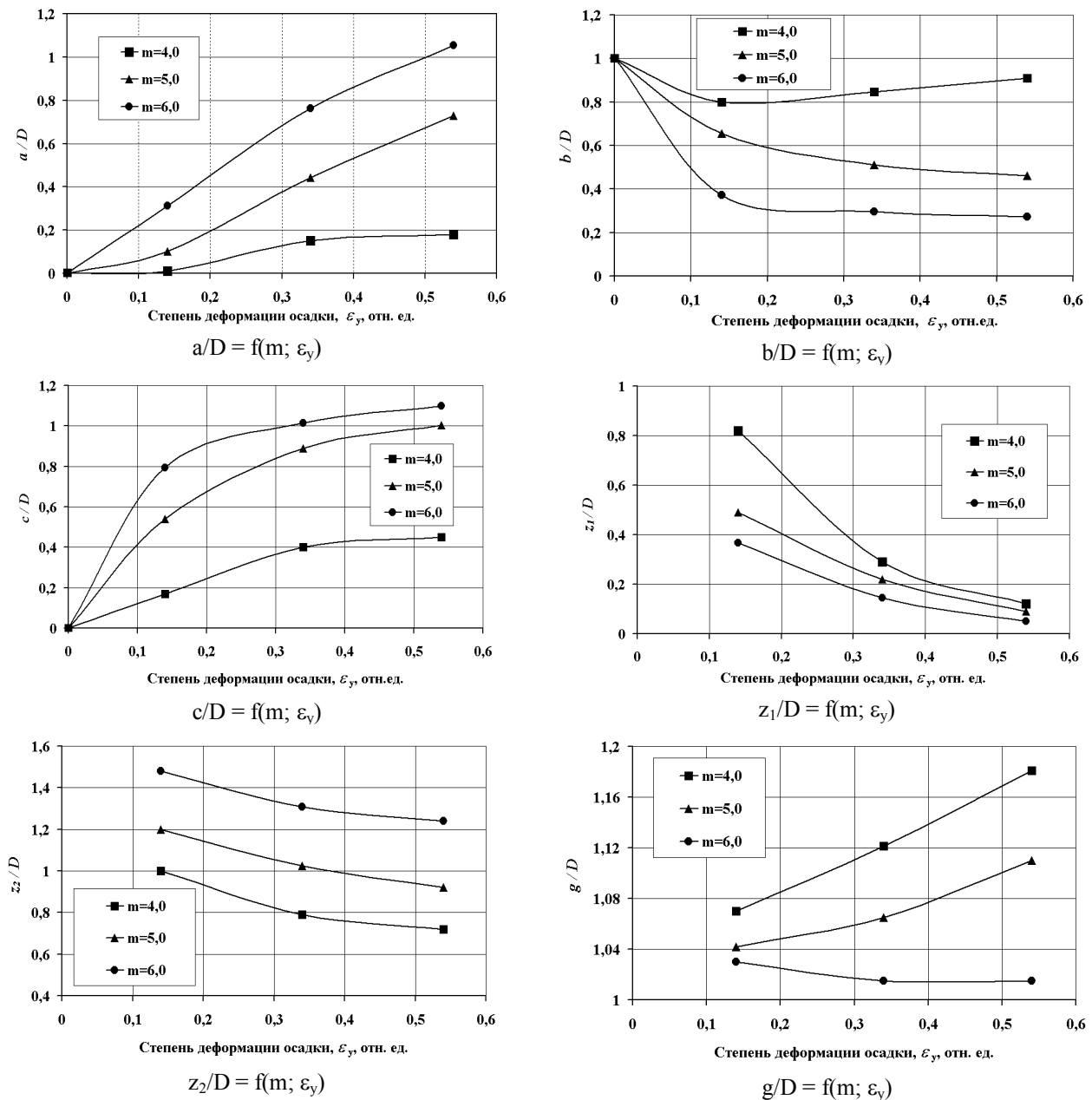


Рис. 4. - Графики изменения геометрических характеристик торцевых участков в зависимости от относительной высоты  $m$  и степени деформации осадки  $\varepsilon_y$  заготовок

Анализируя графические зависимости (см. рис. 4), отметим, что для более коротких заготовок ( $m = 4,0$ ) наблюдается незначительный отрыв части торцов от плоскости осадочных плит, характеризуемый параметром  $a/D$ . Это связано с взаимодействием двух

противоположных процессов, происходящих при увеличении степени осадки: искажения (отрыва) торцов вследствие их пластического смятия при изгибе и прижатия их к осадочным плитам ввиду осадки и выхода на контактную поверхность металла с боковых частей стрелы прогиба заготовки. Это объясняет падение протяженности контактной поверхности  $b/D$  при  $\varepsilon_y = 0,14$  и её увеличение при дальнейшем росте степени осадки заготовок с  $m = 4,0$ . Увеличение относительной высоты  $m$  до 5,0 и 6,0 приводит к резкому падению величины  $b/D$  вплоть до  $\varepsilon_y = 0,14 \dots 0,2$ , после которых начинается стабилизация размеров протяженности поверхности контакта. Для осуществления искажения на начальных стадиях продольного изгиба торцам необходимо преодолеть определенное сопротивление смятию, зависящее от свойств заготовки и площади сминаемой поверхности (поперечного сечения заготовки по торцу), причем рост величины стрелы прогиба вызывает возрастание момента, вызывающего смятие торцов. Поэтому при  $\varepsilon_y < 0,15$  отрыв торцов  $a/D$  не является ярко выраженным, особенно для более коротких заготовок.

Максимальная ширина торцевого участка  $g/D$  может не соответствовать ширине поверхности контакта  $e/D$ , причем для заготовок с  $m = 4,0$  и 5,0 увеличение  $\varepsilon_y$  с 0,14 до 0,54 характеризуется ростом величины  $g/D$  с 1,07 до 1,18 и с 1,04 до 1,11 соответственно. У более высоких заготовок ( $m = 6,0$ ), несмотря на увеличение ширины  $g/D$  на начальной стадии осадки, с ростом  $\varepsilon_y$  до 0,34 наблюдается уменьшение ширины поверхности контакта до размера  $g/D \cong 1,01$  и её стабилизация при дальнейшей осадке около данной величины. Протяженность участка торца, оторванного от штамповой плиты,  $c/D$  возрастает тем интенсивнее, чем больше величина  $m$ , причем при увеличении степеней осадки  $\varepsilon_y$  с 0,34 до 0,54 прирост величины  $c/D$  замедляется. Линейные участки  $z_1$  и  $z_2$  с ростом  $\varepsilon_y$  уменьшают свою протяженность ввиду вовлечения в процессы изгиба оси заготовки, возрастание  $\varepsilon_y$  приводит к более резкому снижению величины  $z_1/D$  по сравнению с величиной  $z_2/D$ .

### Выводы

Получены графические зависимости параметров искажения торцевых участков при профилировании цилиндрических заготовок с  $m = 4,0 - 6,0$  продольным изгибом от степени деформации осадки  $\varepsilon_y$ . Для регламентирования деформаций торцов заготовки, профилированная конфигурация которой должна обеспечивать заполнение отрошков поковки на операциях окончательной штамповки, необходим контроль искажений по параметрам  $a/D$ ,  $b/D$  и  $c/D$ . В случае проведения центрирования заготовки в осадочных плитах с отверстиями контроль следует проводить по параметрам  $z_1/D$  и  $g/D$ . Перспективным направлением исследований в данном направлении является получение регрессионных аналитических зависимостей вида  $f(m; \varepsilon_y)$  и разработка расчетного аппарата для прогнозирования формоизменения торцов заготовок при продольном изгибе.

### Литература

1. Акаро И. Л. Классификация поковок и технологических переходов горячей штамповки / И. Л. Акаро // Кузнечно-штамповочное пр-во. – 1980. – № 1. – С. 8–11.
2. Пат. 34699 А Україна, МПК 7 В 21 К 1/08, В 21 К 1/12. Спосіб виготовлення вісесиметричних поковок з відростками / К.К. Діамантопуло, В.В. Кухар. - № 99041929; заявл. 06.04.1999; опубл. 15.03.2001, Бюл. № 2. – 3 с.;іл.
3. Пат. 40182 А Україна, МПК 7 В 21 К 1/08. Спосіб одержання профільованої заготовки / В.В. Кухар, К.К. Діамантопуло. - № 2000085092; заявл. 31.08.2000; опубл. 16.07.2001, Бюл. № 6. – 3 с.
4. Пат. 43614 А Україна, МПК 7 В 21К 1/08. Спосіб одержання профільованої заготовки / В. В. Кухар, К. К. Діамантопуло, В. І. Мазан. – № 2001042391; заявл. 10.04.2001; опубл. 17.12.2001, Бюл. № 11. – 14 с.
5. Діамантопуло К.К. Исследование осадки с потерей устойчивости заготовки для приближения её формы к форме поковки / К.К. Діамантопуло, В.В. Кухарь // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у машинобудуванні та металургії: Зб.наук.праць. – Краматорськ: ДДМА, 1999. – С. 71 – 74.
6. Кухар В.В. Нерівномірність деформації при одержанні профільованої заготовки осаджуванням із утратою стійкості / В.В. Кухар В.В., К.К. Діамантопуло // Вісник Технологічного університету Поділля. – Хмельницький, 2002. - №1(37). – С.109-114.