

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОФИЛИРОВАННЫХ ЗАГОТОВОК ПОСЛЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОДОЛЬНОГО ИЗГИБА

Профилирование заготовок перед штамповкой заключается в приближении их формы к конфигурации штампованного изделия и может быть осуществлено различными способами, которые зависят от серийности производства, материала и сложности детали, технологических возможностей оборудования [1]. Проведение подготовительного профилирования способствует снижению нагрузок на гравюры штамповочных ручьев, повышению долговечности деталей и узлов штамповочного оборудования, достижению существенного энергоресурсосберегающего эффекта. Последний обеспечивается за счет снижения энергосиловых затрат на штамповку, уменьшения расхода энергоносителя при нагреве меньшего объема металла, сокращения отходов металла с облоем, повышения стойкости и уменьшения количества переточек дорогостоящего штампового инструмента.

Необходимость адаптации многономенклатурного производства с непостоянством объемов заказов к условиям штамповки на прессовом оборудовании (в основном, кривошипных горячештамповочных прессах – КГШП) не снижает актуальности выполнения профилирующих операций в технологическом цикле, т.к. прессы в таких условиях подвергаются частым переналадкам и работают в неустановившихся режимах. Учитывая затруднения, связанные с невозможностью использования заготовительных ручьев на КГШП и нерентабельностью эксплуатации дополнительного профилирующего оборудования при мелких сериях выпуска продукции, к операциям подготовительного профилирования на прессах выдвигаются специальные требования [2]. Используемый для профилирования инструмент также должен обладать свойствами максимальной универсальности и простоты конфигурации.

С данной точки зрения, продольный изгиб заготовок, совмещающий в себе осадку для сбива окалины, перераспределение металла (подкатку [1]) и гибку, представляет собой уникальную операцию, которая при использовании для профилирования универсальных плоскопараллельных плит позволяет усовершенствовать технологии штамповки поковок с изогнутой осью [3].

Изгиб продольной силой возникает в случае сжатия (осадки) заготовок с отношением m_0 высотного размера к поперечному свыше некоторой критической величины $m_{0,kr}$, которая зависит от свойств материала, исходной кривизны заготовки, косины реза на торцах, условий трения на контакте заготовки с осадочными плитами, эксцентриситета приложения нагрузки и т.п. При продольном изгибе цилиндрических заготовок сплошного поперечного сечения наибольших коэффициентов подкатки $K_{p0} = 1,2 \dots 1,5$ (соответствуют открытому и закрытому подкатным заготовительным ручьям [1]) достигают при отношении $m_0 = 4,0 \dots 5,5$ [4, 5]. Кроме того, простота условий реализации операции расширяет область её применения на заготовки трубчатого и прямоугольного поперечного сечения [6]. Однако, направления практического использования профилированных заготовок, полученных продольным изгибом, до настоящего времени подробно не проанализированы. Выполнение подобного анализа позволит развить методологические основы проектирования энергоресурсосберегающих процессов кузнечно-штамповочного производства, разработать новые способы формоизменения заготовок и расширить номенклатуру изделий, штампуемых на прессовом оборудовании.

Целью настоящей работы является анализ морфологических признаков полуфабрикатов, полученных изгибом продольной силой заготовок с различной формой поперечного сечения, разработка направлений их использования для повышения эффективности технологий производства изделий соответствующей номенклатуры.

Профилированные заготовки после продольного изгиба, в зависимости от формы поперечного сечения, могут быть использованы в технологиях горячей и холодной штамповки изделий различных конфигураций. На рис. 1 приведены основные варианты профилирования заготовок и выполнена систематизация типовых поковок (или конечных изделий), к которым применим данный способ подготовительного формоизменения. При этом в качестве основных стадий полупродукта выделены: А – исходная заготовка (I – круглого, II – прямоугольного и III – трубчатого поперечного сечения); Б – профилированная заготовка после продольного изгиба; В – готовые поковки или изделия.

Подготовленные продольным изгибом заготовки круглого поперечного сечения (I) рационально использовать для совершенствования технологий преимущественно горячей объемной штамповки. В зависимости от конфигурации поковки, заготовки осаживают на различные степени деформации (Б). Причем изгиб на малые углы, когда существует опасность образования дефекта «зажим» (см. I.1(2), рис. 1), позволит после кантовки осуществлять только варианты штамповки «плашмя» (I.1.4, см. рис. 1) или спаренную штамповку (I.1.1(1) и I.1.1(2), см. рис. 1) с вытеснением «зажима» в облой. Получение профилированных полуфабрикатов по схеме I.1(1), кроме штамповки «плашмя» и спаренной штамповки, позволяет производить финишное деформирование перпендикулярно оси заготовки (I.1.3 и I.1.5, см. рис. 1) и в разъемных матрицах (I.1.2, см. рис. 1). Благодаря знаниям закономерностей искажения торцов заготовок при продольном изгибе выполняют корректировку технологических режимов профилирования или конструкций гравюр штампов для обеспечения их заполнения на финишных переходах. Использование заготовок с $m_0 \geq 7,0$ существенно расширяет номенклатуру поковок с изогнутой осью, которые производят при помощи кузнечной гибки. Отметим, что в данных случаях наблюдаются малые искажения торцевых участков и поперечного сечения заготовки (I.2, см. рис. 1).

Продольный изгиб заготовок прямоугольного поперечного сечения (II) после кантовки целесообразно использовать для получения профилированных полуфабрикатов под штамповку перпендикулярно оси (II.1.1 – I.1.5, см. рис. 1), а также при кузнечном получении поковок типа скоб (II.2), которые могут быть подвержены минимальной окончательной доводке до размеров чертежа (II.1.1, см. рис. 1). Увеличение отношения m_0 не приводит к значимым изменениям размеров поперечного сечения по биссектрисе угла изгиба, однако расширяет номенклатуру гнутых изделий с длинномерными полками.

Трубчатые заготовки (III), осаживаемые с продольным изгибом, достаточно приближены по конфигурации к таким изделиям, как обводные патрубки (III.1, см. рис. 1), а при обрезке соответствуют крутоизогнутым отводам (III.1.1, см. рис. 1). Использование трубчатых заготовок позволяет совместить за один ход операцию продольного изгиба с обжимом или раздачей торцевых частей, что является основой принципиально новых технологий производства фитингов [7, 8]. Комбинирование осадки плоскими (П) плитами, обжима (О) и раздачи (Р) предполагает реализацию следующих вариантов технологии производства трубчатых элементов (см. рис. 1): П-П – осадка заготовки между плоскими плитами с продольным изгибом (III.1); О-О – обжим обоих торцевых участков (III.2), Р-Р – раздача обоих торцевых участков (III.3); О-П – обжим только одного торца (III.4); Р-П – раздача только одного торца (III.5); Р-О – раздача одного и обжим другого торцевого участка заготовки (III.6). На стадии проектирования технологий получения крутоизогнутых патрубков следует осуществлять проверку условия.

Таким образом, по морфологическим признакам определена номенклатура поковок, к которым применимо профилирование заготовок продольным изгибом. При этом область использования продольного изгиба расширена на заготовки круглого, прямоугольного и трубчатого поперечного сечения. Показано, что в случаях осадки длинномерных заготовок сплошного поперечного сечения с $m_0 \geq 7,0$, а также при продольном изгибе трубчатых заготовок, бесштамповое (безручьеовое) формообразование может быть завершающим.

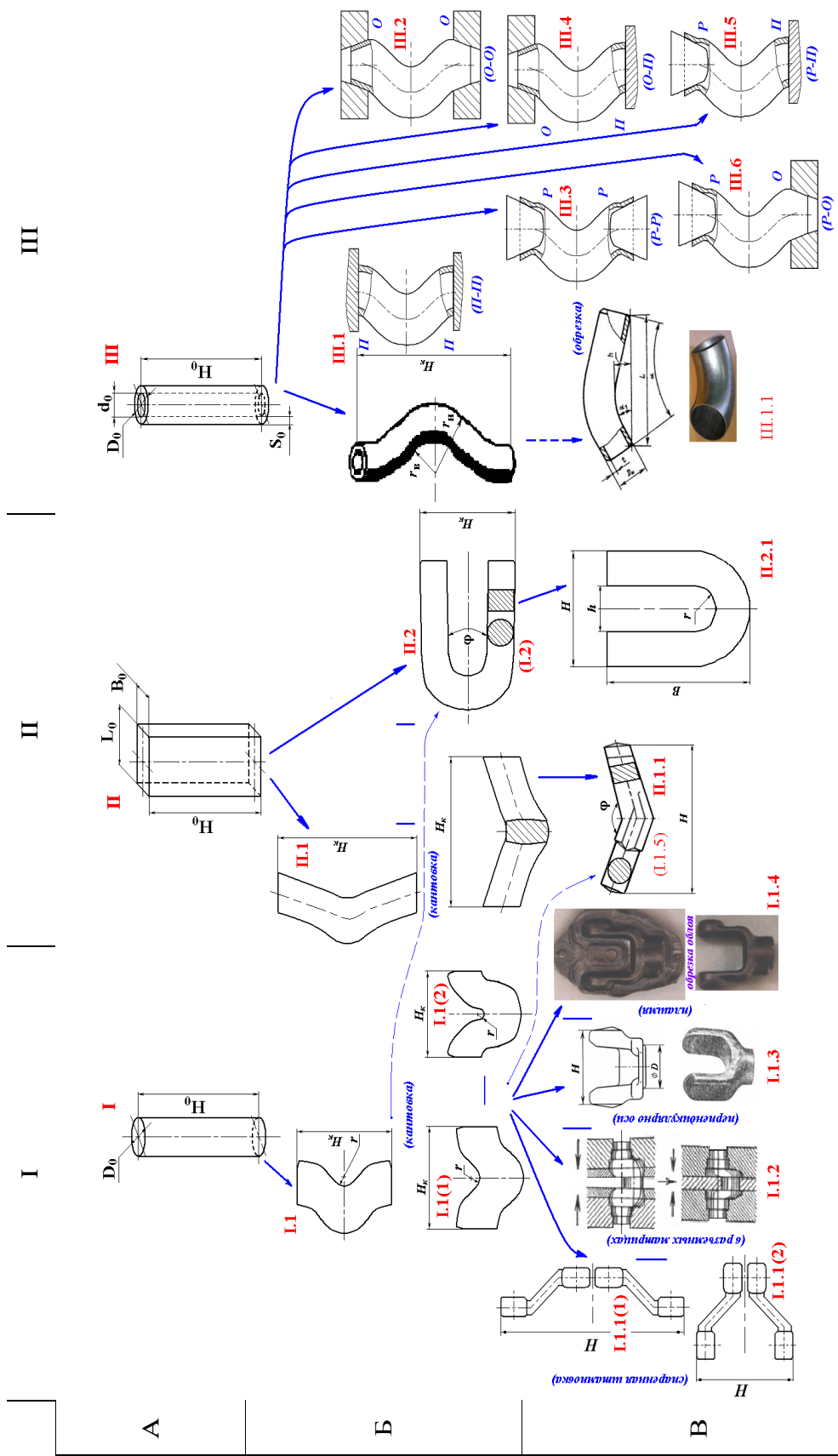


Рис. 1. Профилирование заготовок продольным изгибом в технологиях кузнечно-штамповочного производства

ВЫВОДЫ

Установлены энергоресурсосберегающие направления использования профилированных полуфабрикатов, полученных продольным изгибом заготовок с различной формой поперечного сечения, для совершенствования технологий штамповки. По морфологическим признакам определена номенклатура поковок, к которым применимо профилирование заготовок продольным изгибом. Показано, что в случаях осадки длинномерных заготовок сплошного поперечного сечения с $m_0 \geq 7,0$, а также при продольном изгибе трубчатых заготовок, бесштамповое (безручьеовое) формообразование может быть завершающим.

Перечень ссылок

1. *Охрименко Я. М.* Технология кузнечно-штамповочного производства / *Я. М. Охрименко*. – М.: Машиностроение, 1976. – 599 с.
2. Анализ пластического формоизменения в частных задачахковки и штамповки / *В. А. Гринкевич, В. В. Кухарь, М. В. Краев, В. А. Бурко*. – Мариуполь: изд-во ЗАО «Газета «Приазовский рабочий», 2011. – 336 с.
3. Пат. 49389 А Україна, МПК 7 В 21 К/08. Спосіб одержання фасонної заготовки під наступне штампування / *В.І. Базаря, К.К. Діамантопуло, В.В. Кухар (Україна)*; заявник та патентовласник Приазовський державний технічний університет. – № 2001118135; заявл. 28.11.2001; опубл. 16.09.02, Бюл.№ 9. – 4 с.
4. *Кухарь В.В.* Закономерности распределения утолщений по длине заготовки при осадке с потерей устойчивости / *В. В. Кухарь* // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у металургії і машинобудуванні: Зб. наук. пр. – Краматорськ, 2001. – С. 318–323.
5. *Кухарь В. В.* Работа формоизменения и неравномерность деформации при профилировании заготовок продольным изгибом / *В. В. Кухарь* // Фундаментальные и прикладные проблемы модернизации современного машиностроения и металлургии : сб. науч. тр. междунар. науч.-тех. конф., посв. 50-летию кафедры технологии машиностроения ЛГТУ, 17–19 мая 2012 г. / под общ. ред. проф. А. М. Козлова. – Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2012. – Ч. 2. – С. 104–108.
6. *Кухарь В. В.* Формоизменение при профилировании продольным изгибом заготовок с различной формой поперечного сечения / *В. В. Кухарь* // Вісник національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Машинобудування». – № 60. – С. 169–173.
7. Пат. 46871 Україна, МПК (2009) В 21 D 9/00. Спосіб гнуття трубних елементів / *Кухар В. В., Семенцов Є. А.* (Україна); заявник та патентовласник Приазовський державний технічний університет. – № u200907066; заявл. 06.07.09; опубл. 11.01.10, Бюл. № 1. – 3 с.
8. Пат. 48862 Україна, МПК (2009) В 21 D 9/00. Спосіб одержання трубних елементів / *Гринкевич В. О., Кухар В. В., Данченко В. М., Грушко О. В., Єленич М. П., Семенцов Є. А.* (Україна); заявник та патентовласник Національна металургійна академія України. – № u200909481; заявл. 15.09.09; опубл. 12.04.10, Бюл. № 7. – 3 с.

Статья поступила 01.11.2013

Рецензент: д.т.н., проф. Артюх В.Г.