

Технология изготовления прецизионных трубчатых изделий методом обжатия на профильной оправке прокаткой-волочением неприводными роликами

к.т.н. доц. Розов Ю.Г.

ХНТУ – Херсонский национальный технический университет, г. Херсон.

rozovu@mail.ru

Анотация. Изготовление длинномерных полых деталей заданного внутреннего профиля из труднодеформируемых сплавов на основе совершенствования процессов холодного деформирования трубчатой заготовки требует разработку научно обоснованных режимов технологий, обеспечивающих необходимое качество изделия, снижение трудоемкости изготовления, металлоемкости и т.д. В данной работе на основании проведенного компьютерного анализа были определены напряженно-деформированное состояние и энергосиловые параметры процесса прокатки-волочения неприводными роликами трубчатой заготовки на профильной оправке. Форма и размеры оправки соответствовали внутренней поверхности нарезного ствола с профилем полигонального типа. В результате указанным методом было разработано и изготовлено соответствующее технологическое устройство и изготовлены изделия.

Ключевые слова: численный анализ, трубчатая заготовка, обжатие, прокатка, волочение, оправка, ствол.

Необходимость ресурсосбережения и повышения качества современной продукции металлургических и машиностроительных предприятий связана с разработкой и использованием прогрессивных технологий обработки металлов давлением, обеспечивающих формообразование высокоточных заготовок с высококачественной поверхностью и повышенными эксплуатационными свойствами. Одной из важнейших задач является разработка малоотходных высокопроизводительных технологий производства методами холодной пластической деформации толстостенных трубных заготовок со сложной конфигурацией внутренней полости для последующего изготовления из них широкого круга товаров и деталей машин и механизмов. В частности, толстостенные трубные заготовки с криволинейными канавками на внутренней поверхности необходимы в производстве некоторых видов полых валов, втулок, стволов огнестрельного оружия и т. д.

Большие технологические возможности в производстве толстостенных изделий с внутренним профилем сложной конфигурации предоставляет метод, основанный на обжатии трубной заготовки по профильной подвижной оправке неприводными роликами.

Целью работы является проектирование устройства и технологии изготовления толстостенных изделий с криволинейными канавками на внутренней поверхности с профилем сложной конфигурации методом обжатия трубных заготовок по профильной оправке прокаткой (волочением) неприводными роликами.

Для реализации указанного метода четырьмя роликами создавалась волока (замкнутый калибр), через которую проталкивалась трубная заготовка с профильной оправкой.

Данный процесс осуществляется за два прохода, так как ввиду неизбежного наличия зазора между роликами (валками) так называемых «выпусков» (рисунок 1) при однократном проходе получается огранка заготовки, для устранения которой требуется дополнительный второй проход с предварительным поворотом полуфабриката после первого прохода на 45° .

Для изучения процесса профилирования внутренней поверхности трубчатой заготовки, полученной обжатием по оправке неприводными роликами (валками), определение параметров напряженно-деформированного состояния усилий на ролики (валки) и крутящих моментов, знание которых необходимо для проектирования технологического устройства, использовался пакет прикладных программ DEFOR^{MT} 3D [1] на основе МКЭ.

Исходные данные для моделирования приведены ниже.

- Материал заготовки – сталь 30ХН2МФА.

- Наружный диаметр заготовки – 15,4 мм.
- Внутренний диаметр – 9,02 мм.
- Площадь поперечного сечения оправки – 62,91мм²
- Профиль оправки – полигональный, с винтовой нарезкой.
- Конечный наружный диаметр после второго перехода – 15 мм.
- Степень деформации – 0,072.

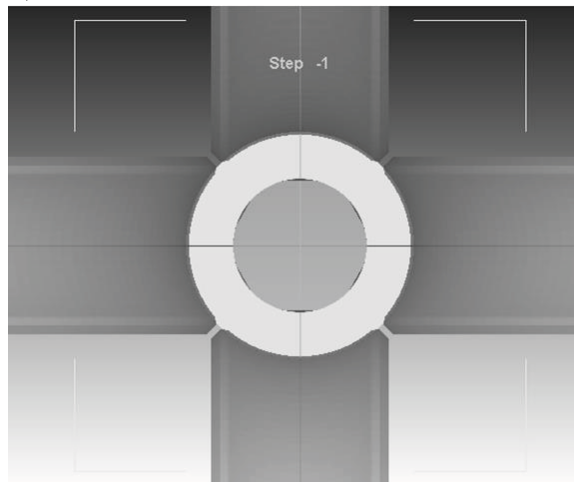


Рисунок 1. Охват роликами 1 поверхности заготовки 2 (образование огранки)

На рисунке 2 представлена схема процесса.

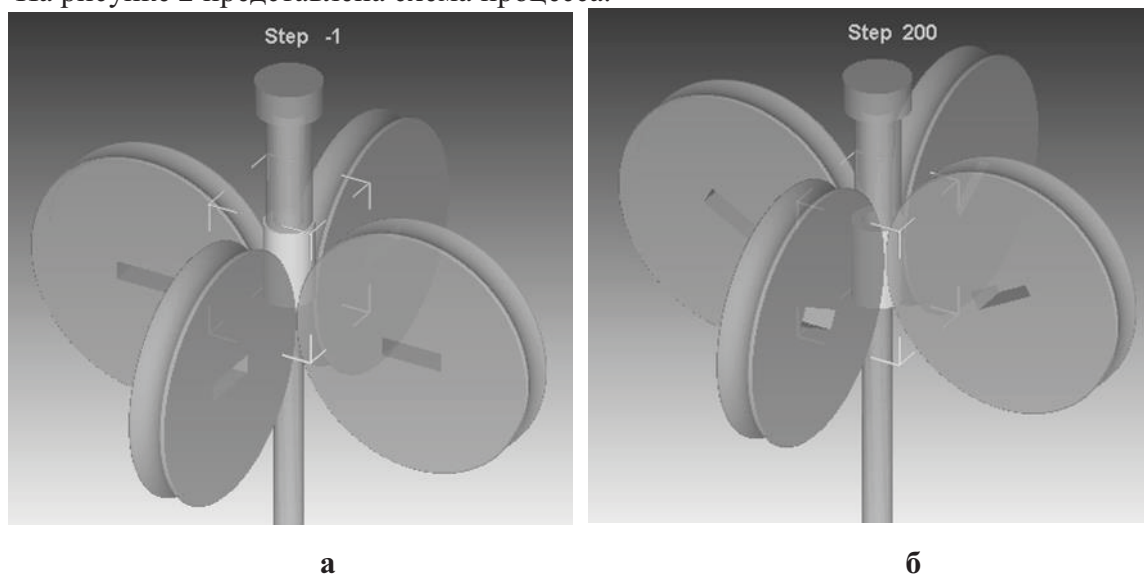


Рисунок 2. Схема обжатия трубной заготовки волочением (прокаткой) в неприводных роликах (валках): а - начальное положение; б - установившаяся стадия

Форма и размеры оправки соответствуют внутренней поверхности нарезного ствола с профилем полигонального типа украинского пистолета-пулемета «Эльф», созданного в конструкторском бюро специальной техники (КБ СТ) [2], с винтовыми дорожками с шагом 250 мм. Сечение ствола с полигональным профилем показано на рисунке 3.

Конечно-элементная модель рассматриваемого процесса показала, что после первого прохода, как и ожидалось, на внешней поверхности появилась огранка, на внутренней поверхности огранка была практически незаметна, профиль за первый проход заполнен был не полностью. Для устранения огранки и более полного заполнения профиля после первого прохода полуфабрикат был повернут вокруг оси на 45⁰ и подвергнут повторному обжатию (второй проход).

По результатам компьютерного моделирования было определено напряжённо-деформированное состояние изготавливаемых деталей, конечная геометрия изделия, а также силовые параметры процесса (распределение удельных усилий на нажимном (опорном) эле-

менте, валках (роликах), и оправке, величина крутящего момента на роликах).

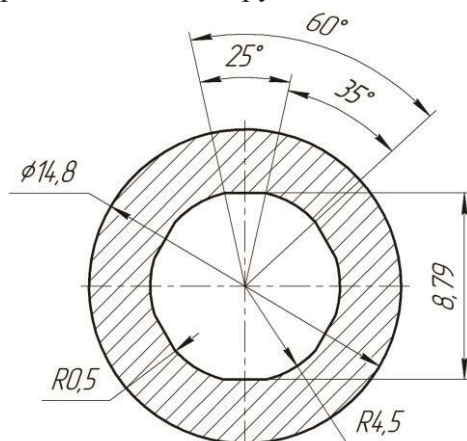


Рисунок 3. Сечение ствола с полигональным профилем

Исходя из полученных данных компьютерного моделирования был разработан технологический процесс получения заготовки и спроектировано устройство для ее изготовления.

Схема волокни (замкнутого калибра), через которую проталкивается трубная заготовка с профильной оправкой в процессе волочения-прокатки между четырьмя роликами (валками), показана на рисунке 4.

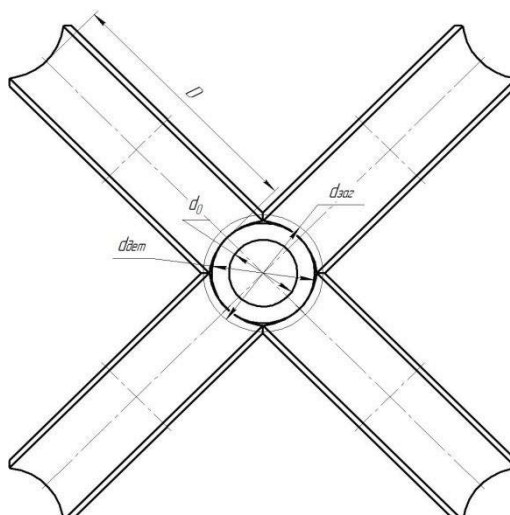


Рисунок 4. Схема волочения-прокатки между роликами (валками)

Результаты были использованы для усовершенствования конструкции экспериментального устройства и отработки технологического процесса, использованных для изготовления первого в Украине образца пистолета-пулемета «Эльф», разработанного в КБ СТ.

Профильная оправка представляла собой стержень из инструментальной легированной стали X12M с твердостью после термообработки HRC 58-60. После шлифования-полирования на шлифовальном станке с ЧПУ на ней выполняли винтовые полигональные дорожки.

Для реализации метода было спроектировано и изготовлено устройство, показанное на рисунке 5.

Оборудование для прокатки неприводными роликами состоит из корпуса 1, в котором, с помощью прижимных пластин 8 и винтов 10, закрепляются ползунки 3. В ползунках фиксируются ступицы 6, на которых располагаются ролики 2. Для предоставления роликам возможности вращения между их внутренними поверхностями и ступицей располагается подшипник 7. Для возможности регулирования величины прокатки позади ползунков располагаются подвижный 5 и неподвижный 4 клинья. Подвижный клин имеет проточку в задней части, где располагается хвостовик специального болта 9, которым и осуществляют регулирование.

Работает рассматриваемое устройство следующим образом.

Трубчатая заготовка одевается на профилированную оправку и обжимается неприводными роликами. При этом происходит пластическое деформирование материала заготовки и накатывание ее на профиль оправки. Регулирование величины прокатки, как уже отмечалось, происходит с помощью подвижного и неподвижного клиньев, которыми во время наладочных работ выставляют нужный размер. Таким образом устанавливают требуемое расстояния между роликами (наружный диаметр ствола) и необходимую степень обжатия. Неподвижный клин 4 удерживается от смещения в основании устройства шипом типа «ласточкин хвост».

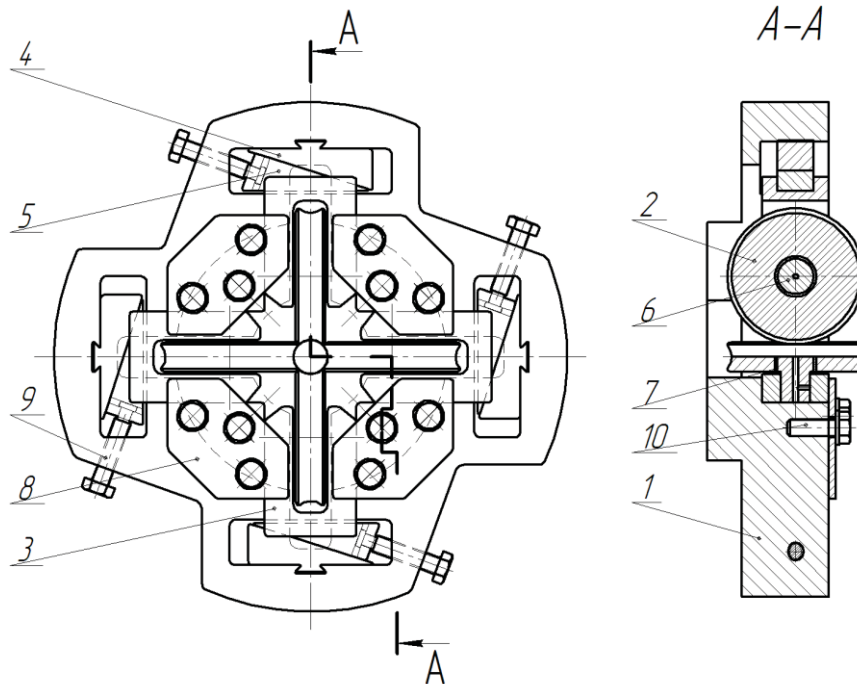


Рисунок 5. Схема устройства для прокатки неприводными роликами

Устройство устанавливают на столе гидравлического монтажно-запрессовочного прессы П6324Б усилием 250 кН, с максимальной открытой высотой 710 мм и рабочим ходом 500 мм. [3].

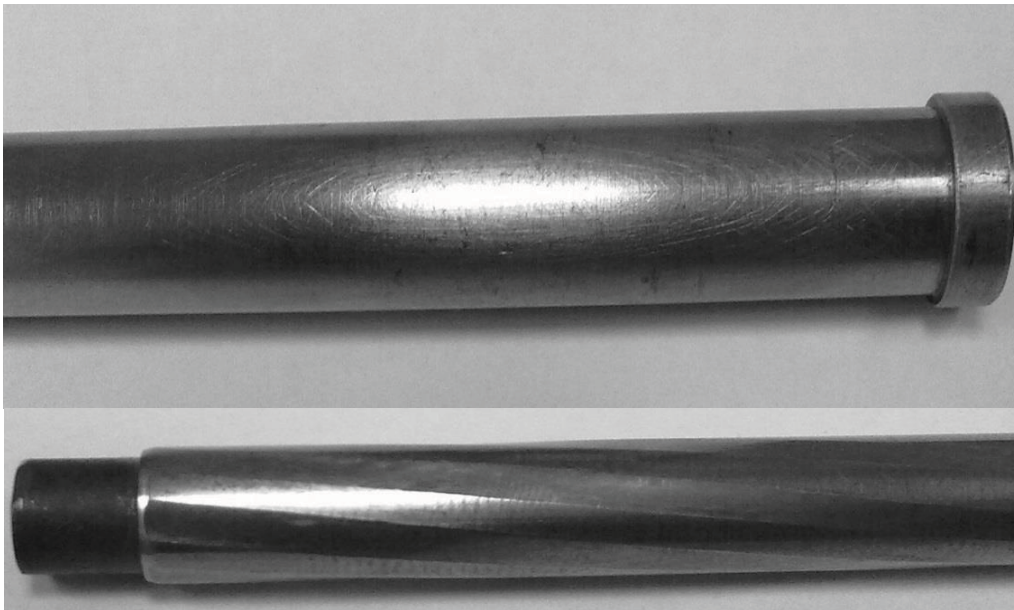


Рисунок 6. Оправка и ствол пистолета-пулемета «Эльф»

Как было указано выше, недостаток метода заключается в том, что из-за неизбежного наличия зазора между роликами (валками) при однократном проходе получается огранка

трубной заготовки, для устранения которой требуется дополнительный проход.

Для устранения огранки и более полного заполнения профиля после первого прохода полуфабрикат извлекали (вытаскивали) из калибра, поворачивали на 45° , в некоторых случаях «поджимали» ролики и обжимали его между ними повторно.

На рисунке 6 показаны фотографии оправки и ствола пистолета-пулемета «Эльф» после профилирования и механической обработки.

Проведенные компьютерное моделирование и натурные эксперименты показали эффективность технологии изготовления толстостенных изделий с криволинейными канавками на внутренней поверхности с профилем сложной конфигурации методом обжатия трубных заготовок по профильной оправке прокаткой (волочением) неприводными роликами.

Выводы

1. Методом компьютерного моделирования исследован процесс формирования полигональных дорожек на внутренней поверхности трубчатой заготовки путем прокатки (волочения) в неприводных роликах и определены энергосиловые параметры процесса.

2. По результатам компьютерного моделирования усовершенствована конструкция экспериментального устройства для изготовления стволов украинских пистолетов-пулеметов, разработанных в КБ СТ. Эффективность полученных результатов проверена при изготовлении первых в Украине опытных образцов пистолетов-пулеметов.

Литература

1. DEFORM™ 3D. Version 6.1 User's Manual Scientific Forming Technologies Corporation, 2008j. –420s.
2. Пасечник С. Пистолет – пулемет "Эльф-2"/ С. Пасечник // Охота и оружие. – 2000. – № 6. – С.6-7.
3. Справочник по оборудованию для листовой штамповки. Под общей редакцией Рудмана Л.И.; Киев, «ТЕХНИКА», 1989г.-233с.

Холодное выдавливание с дифференцированным противодавлением полостей штампов

д.т.н. проф. Калюжный В.Л., Пиманов В.В.
НТУУ «КПИ»

8(044)454-96-11, k_omd@ukr.net, 8(044)454-96-11, pimanov@ukr.net

Аннотация: В работе инженерным методом получены зависимости для определения напряжений на контактных поверхностях заготовки и инструмента, усилия выдавливания полостей сферическим пуансоном. Компьютерным моделированием методом конечных элементов проведены численные эксперименты на примерах выдавливания сферическим пуансоном заготовок из стали Р6М5 в условиях действия противодействия на свободную поверхность заготовки. С помощью моделирования установлено необходимое максимальное противодействие, которое обеспечивает выдавливание без разрушения, усилия процессов, распределения напряжений на деформирующем инструменте, напряженно-деформированное состояние и степень использования ресурса пластичности металла, а также конечные размеры изделий. Проведено экспериментальное выдавливание заготовок из стали Р6М5 сферическим пуансоном.

Ключевые слова: холодное выдавливание полостей, дифференцированное противодействие, моделирование, инженерный метод, метод конечных элементов.

Введение

Современное развитие холодной объемной штамповки связано с усложнением формы изделий и расширением марки сталей и сплавов, из которых изготавливают изделия повышенной надежности и долговечности. Для повышения стойкости деформирующего инстру-