

УДК 621.73

Разработка технологического процесса изготовления детали «Коллектор» из профильной трубы прямоугольного сечения

Белокуров Олег Александрович^{1(*)}

oabelokurov@bmstu.ru

SPIN-код: 9696-9659

Драценко Юрий Евгеньевич²

y.dratsenko@mews.info

Крамаренко Олег Юрьевич²Романова Анастасия Романовна¹

arroma01@mail.ru

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² ООО «МИВС», Люберцы, Россия

Аннотация. Выполнено моделирование в программном комплексе QForm обжима детали коллектора из нержавеющей стали AISI 304 за четыре перехода из прямоугольной трубы 39×41×1,5 мм на круг Ø35 мм по осваиваемой технологии на ООО «МИВС» с учетом особенностей используемого оборудования. Результаты компьютерного моделирования и экспериментальной штамповки коллекторов на производстве показали хорошую сходимость. Определены причины образования дефектов в изделиях коллектора. Подобраны параметры технологического процесса обжима, позволяющие минимизировать дефекты коллектора.

Ключевые слова: коллектор, листовая штамповка, обжим, потеря устойчивости, дефекты при обжиге, моделирование, QForm

Development of the technological process for manufacturing the “Collector” part from a rectangular profile tube

Belokurov Oleg Aleksandrovich^{1(*)}

oabelokurov@bmstu.ru

SPIN-code: 9696-9659

Dratsenko Yuri Evgenievich²

y.dratsenko@mews.info

Kramarenko Oleg Yurievich²Romanova Anastasia Romanova¹

arroma01@mail.ru

¹ BMSTU, Moscow, Russia² MIVS LLC, Lyubertsy, Russia

Abstract. The QForm software package simulates the crimping of a collector part made of AISI 304 stainless steel over four transitions from a 39×41×1.5 rectangular tube to a Ø35 mm circle using the technology being developed at MIVS LLC, taking into account the specifics of the equipment used. The results of computer modeling and experimental stamping of collectors in production showed good convergence. The causes of defects in collector products have been determined. The parameters of the crimping technological process have been selected to minimize defects in the collector.

Keywords: collector, sheet stamping, crimping, loss of stability, defects during crimping, modeling, QForm

Введение. Широкая область применения коллекторных групп в строительстве, значительная номенклатура изделий и отсутствие российских производителей штампованных коллекторов (зарубежные производители ушли с отечественного рынка) определяет актуальность работы.

Коллектор [1] входит в состав коллекторной группы и предназначен для водоснабжения, являясь элементом системы, представляющий собой трубу с несколькими отводами (патрубками). Его применяют для распределения потока воды от общего водопровода (стояка) к нескольким потребителям (точкам водозабора) в доме или квартире.

В производстве распространены четыре способа изготовления коллектора: сварка, ротационный обжим, гидроштамповка, обжим заготовки прямоугольного сечения на круг. Каждый способ имеет свою область применения, преимущества и недостатки. Техпроцесс штамповки детали включает следующие операции: отрезка заготовки; пробивка отверстий; отбортовка отверстий; обжим с квадрата на круг; раздача.

При освоении операции обжима детали коллектора за четыре перехода на ООО «МИВС» выявили возникающие дефекты изделия: потеря устойчивости стенки, искажение отбортованного отверстия, застревания заготовки в пуансоне после первого перехода. Эти недостатки технологии значительно ухудшают качество выпускаемой продукции, снижают производительность и конкурентоспособность. В технической литературе [2, 3] отсутствуют рекомендации по разработке техпроцесса обжима заготовок прямоугольного поперечного сечения в круглое, поэтому разработка техпроцесса основана на экспериментальных исследованиях, как это происходит на ООО «МИВС». Это приводит к увеличению сроков внедрения процесса производства коллекторов и значительным материальным и временным затратам. Приходится на практике выявлять причины образования дефектов и возможности их устранения, а в силу сложности техпроцесса и влиянию одновременно многих факторов, то процесс отработки технологии требует значительного времени.

Материалы и методы. Разработку техпроцесса штамповки обжима детали коллектора (рис. 1) проводим с применением моделирования в программном комплексе QForm.

Обжим заготовок выполняют на гидравлической установке (рис. 2) китайского производства. Последовательность процесса обжима следующая. Заготовку по упору устанавливают в зажимные матрицы (5). Оператор запускает с пульта (8) программу для работы установки. Гидравлические прессы (4) зажимают заготовку прямоугольного сечения с предварительно пробитыми и отбортованными отверстиями, блок пуансонов (2) становится на позицию первого перехода и пуансон первого перехода (3) осуществляет первый переход обжима, затем перемещается на вторую, третью и четвертую позицию, где осуществляет соответствующий обжим. Величина хода на каждом переходе задается временем хода.

Исходными данными для моделирования являются. Реология материала заготовки 304-AISI (аналог 08X18H10 — ГОСТ) взята из базы данных QForm.

Гидравлический пресс задается скоростью и номинальной силой. Моделируем четвертинку коллектора (и только один отвод) для повышения точности и уменьшения времени расчета, при этом делаем допущения, что заготовка не смещается на величину зазора. Сетка заготовки — гексаэдральная. Смазка: фактор трения — 0,1; коэффициент трения Кулона 0,05.

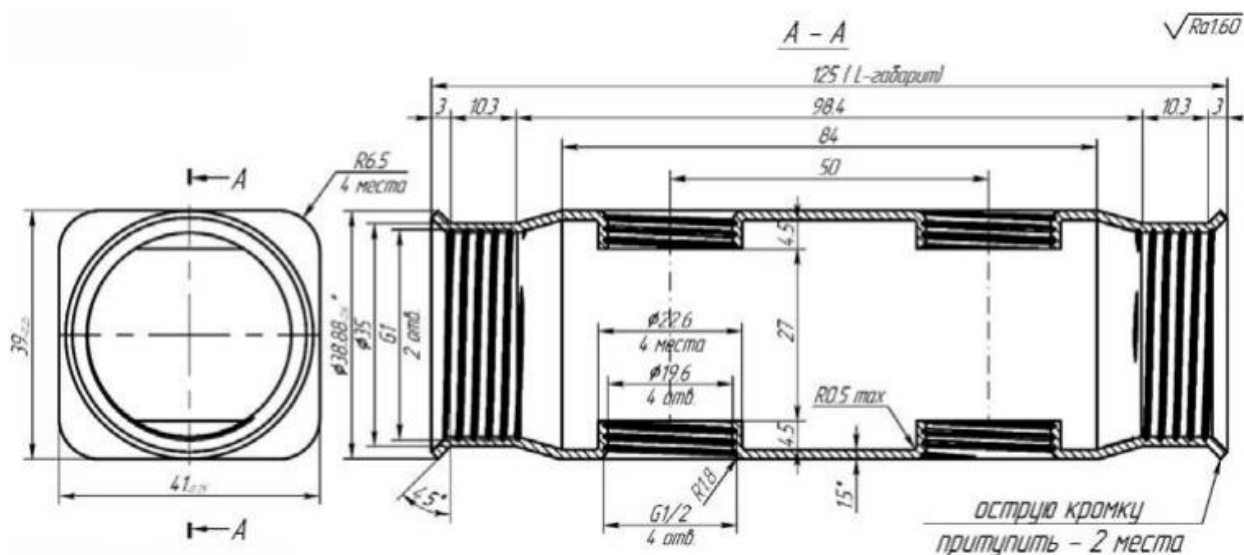


Рис. 1. Чертеж коллектора на два выхода

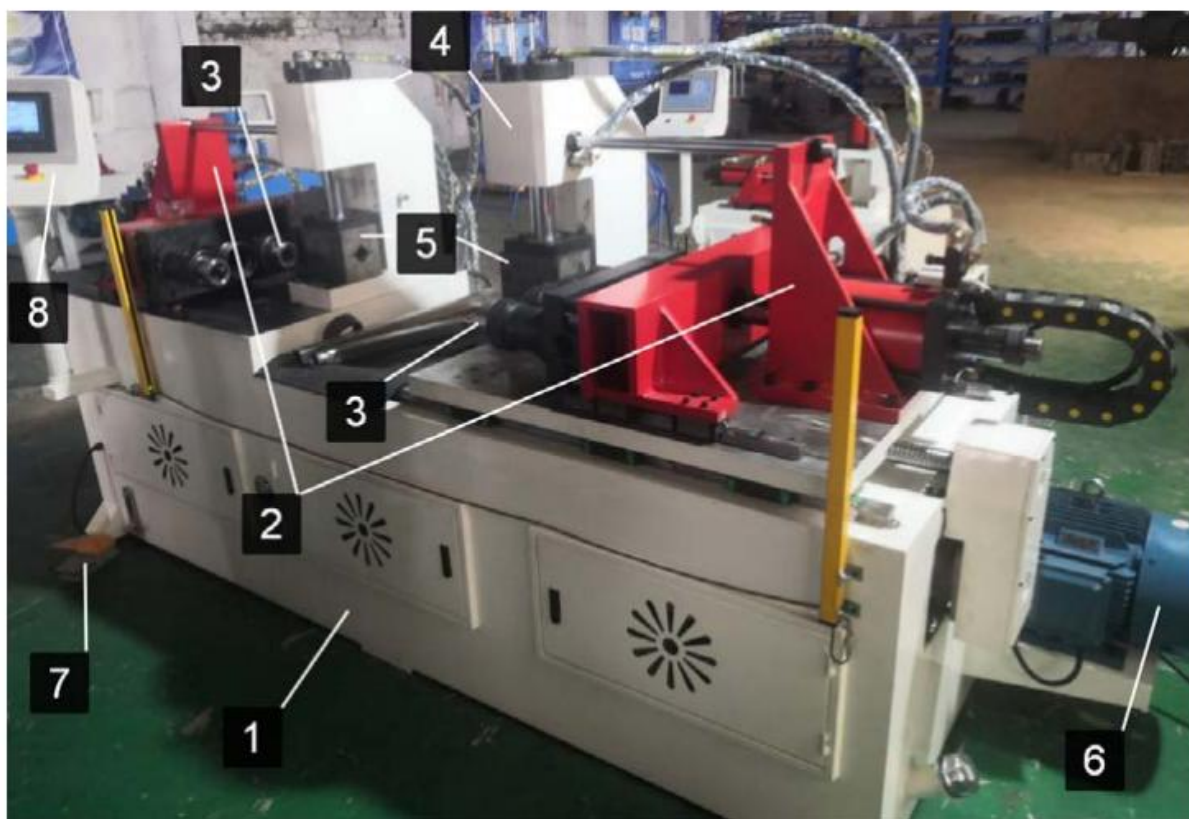


Рис. 2. Гидравлическая установка для обжима трубной заготовки:

1 — корпус с гидростанцией; 2 — блок пуансонов; 3 — пуансон обжима; 4 — гидравлический S-образный пресс; 5 — зажимная матрица; 6 — двигатель; 7 — педаль; 8 — панель управления

Результаты. Результаты моделирования показали хорошую сходимость с результатами производственных испытаний. Выявлено, что застревание заготовки в обжимной матрице первого перехода при обратном ходе происходит из-за образования обратного конуса в заготовке. Отработка технологии обжима на предприятии в Китае происходила на трубе без отбортованных отверстий отводов и застревание не происходило. При пробивке и отбортовке отверстий отводов происходит искажение геометрии трубы, и она уже хуже зажимается и удерживается в матрице.

На рис. 3 и 4 приведены результаты моделирования 4-го перехода обжима.



Рис. 3. Размеры диаметра горловины коллектора после 4-го перехода:
а — результат моделирования; б — фотография с производства

Результаты моделирования показали, что основные искажения геометрии коллектора при обжиме происходят на конечном этапе деформирования (4–5 мм) 2-го, 3-го и 4-го перехода. Для минимизации искажения необходимо подобрать оптимальные углы обжима и геометрии матриц, и уменьшить участок резкого роста силы деформирования.

На рис. 5 показаны графики сил деформирования по ходу для 2-го и 4-го перехода обжима. Из графиков видно, силы деформирования распределены по переходам не равномерно, и соответственно увеличение силы на отдельных переходах приводит к искажениям геометрии заготовки, т. к. формоизменение при обжиме происходит на предельных параметрах. Хотя коэффициента обжима небольшие, но потеря устойчивости происходит в стенки коллектора, ослабленного отверстия отводов. Также следует отметить резкий рост силы деформирования в конце хода деформирования, что говорит об ошибках разработки технологического процесса и проектировании инструмента.

Обсуждение полученных результатов. Значительный разброс сил деформирования по переходам оказывает негативное влияние качество поковки. Для стабильного технологического процесса обжима рекомендуется подобрать переходы обжима с равномерным распределением сил деформирования.

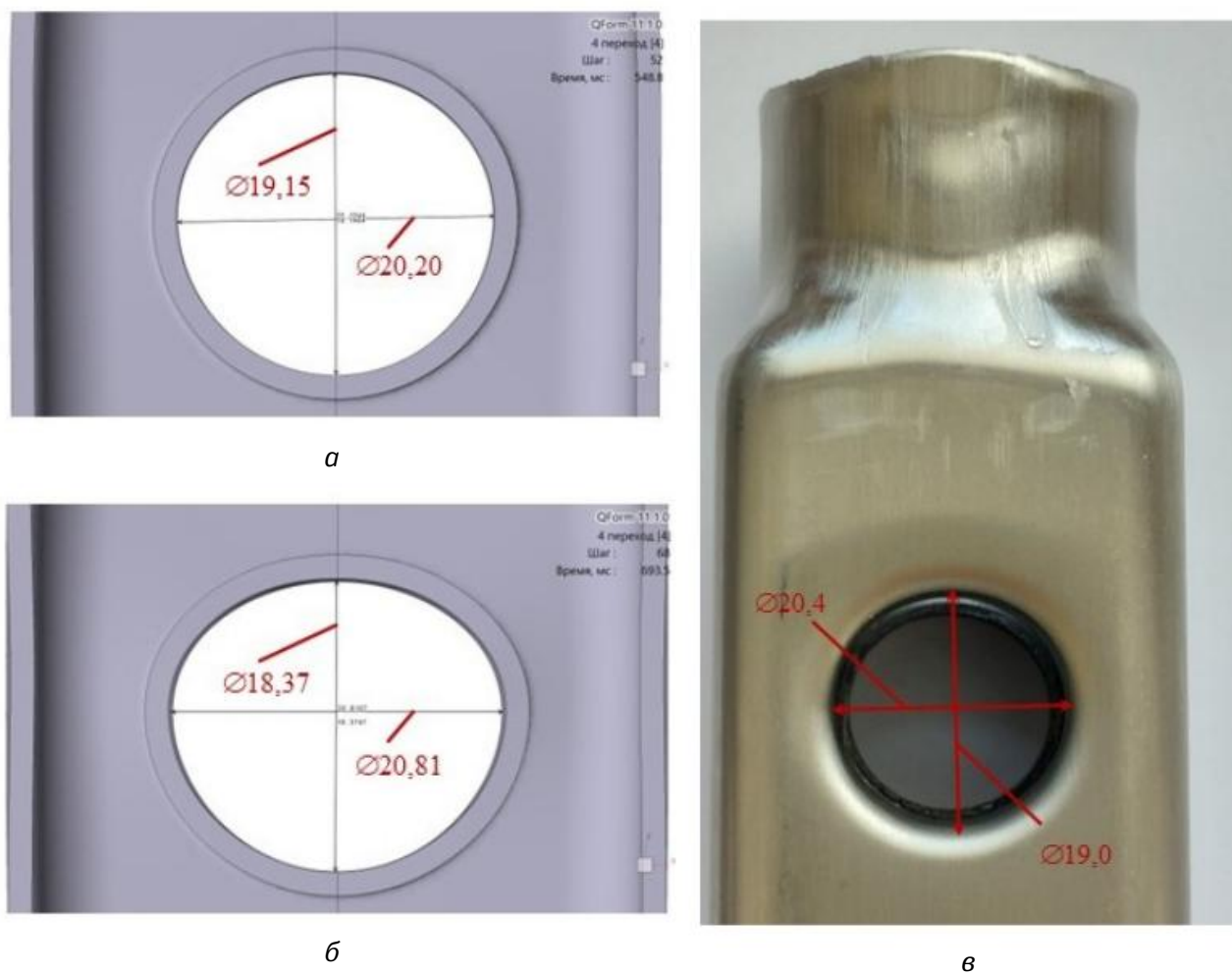


Рис. 4. Результаты моделирования размеров отверстия отвода после 4- го перехода:
 а — момент начало интенсивного роста силы деформирования;
 б — после обжима; в — фотография с размерами отверстия с производства

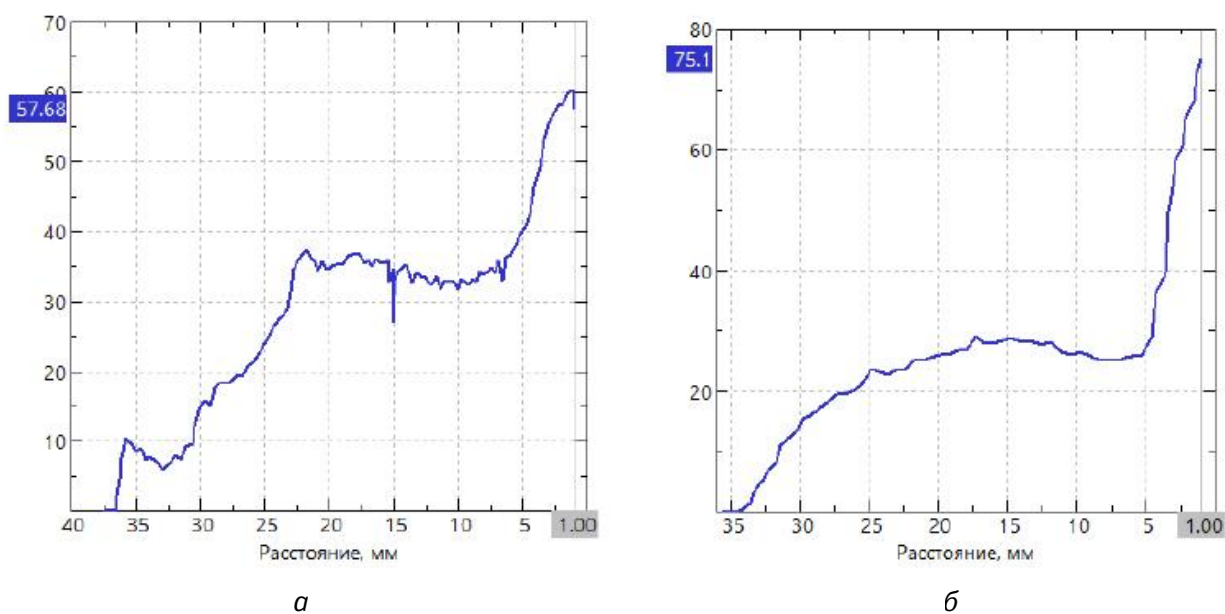


Рис. 4. Графики силы деформирования от хода деформирования по переходам обжима:
 а — 2-й переход; б — 4-й переход;

Также на переходах 2, 3 и 4 наблюдается резкий рост сил деформирования в конце хода деформирования (ориентировочно на ходе 4–5 мм), когда уже происходит не обжим, а деформирование уступа, как раз на этом этапе и происходит потеря устойчивости. Снижение силы деформирования приведет к увеличению стойкости штамповой оснастки и уменьшения нагрузки на оборудование. Разный угол обжима пуансона на переходе создает разный радиус исправления, что приводит к отклонению формы обжимаемой заготовки в плане от окружности

Заключение. По результатам компьютерного моделирования и практического освоения выявлены основные причины появления дефектов, в существующий технологический процесс штамповки внесены изменения, позволявшие получить приемлемое качество детали. Также намечены пути изменения параметров обжима для получения качественного изделия.

Список источников

- [1] ГОСТ Р 70408–2022. *Коллекторы и станции присоединения и регулирования для этажных и квартирных систем водяного отопления, холодного и горячего водоснабжения. Общие технические условия*. Москва, Российский институт стандартизации, 2022, 24 с.
- [2] *Ковка и штамповка. Справочник. Т. 4. Листовая штамповка*. Москва, Машиностроение, 2010, 732 с.
- [3] Горбунов М.Н. *Штамповка деталей из трубчатых заготовок*. Москва, Машгиз, 1960, 186 с.