

Оптимизация технологического процесса изготовления стальных изделий методом холодной штамповки

¹Новосибирский электромеханический колледж, г. Новосибирск, Российская Федерация
* e-mail: d3k08@vk.com

Аннотация. В работе рассматриваются особенности получения изделий операциями холодной листовой штамповки из трубы или листового материала, структура технологического процесса, требования, предъявляемые к изделиям, возможные причины возникновения брака, чаще всего причиной появления брака является несоблюдение технологической дисциплины и температурных режимов при проведении термических операций: закалки и низкотемпературного отпуска. В статье приведено описание технологического оборудования, используемого в ходе выполнения технологического процесса, а также рекомендации по использованию инструментальных материалов для изготовления матрицы, например, использовать матрицы из твердых сплавов, так как они позволяют за счет высокой твердости и износостойкости изготавливать более миллиона изделий с низкой степенью деформации высокого качества. Сделан вывод о том, что холодная листовая штамповка обеспечивает производительность изготовления изделий, высокие механические характеристики, качественные показатели шероховатости и точности размеров.

Ключевые слова: холодная листовая штамповка, вытяжка, утонение, матрица

Y. B. Korchun¹, E. Y. Kootenkova¹*

Optimization of the technological process of manufacturing steel products by cold stamping

Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: d3k08@vk.com

Abstract. The paper considers the features of obtaining products by cold sheet stamping operations from a pipe or sheet material, the structure of the technological process, the requirements for products, possible causes of marriage, most often the cause of marriage is non-compliance with technological discipline and temperature conditions during thermal operations: quenching and low-temperature tempering. The article describes the technological equipment used during the technological process, as well as recommendations on the use of tool materials for the manufacture of a matrix, for example, to use matrices made of hard alloys, since they allow, due to their high hardness and wear resistance, to produce more than a million products with a low degree of deformation of high quality. It is concluded that cold sheet stamping provides product manufacturing performance, high mechanical characteristics, quality indicators of roughness and dimensional accuracy.

Keywords: cold sheet stamping, drawing, thinning, matrix

Введение

В настоящее время наблюдается тенденция увеличения объема изделий, получаемых обработкой давлением, особенно это касается холодной и горячей штамповки, а также холодного выдавливания.

Холодная штамповка – это металлообрабатывающая операция, при которой заготовка подвергается повышенному давлению инструментом пуансоном на прессах, из-за чего происходит пластическая деформация исходной заготовки, в качестве которой рационально использовать кратную заготовку – трубу.

Традиционно тонкостенные высокие стальные изделия с центральным отверстием получают формообразующей операцией – вытяжкой.

Вытяжка – это процесс превращения плоской или поллой заготовки в открытое сверху полое изделие, осуществляемый при помощи, вытяжных штампов. Если в процессе выполнения работы толщина получаемого изделия уменьшается по сравнению с толщиной исходной заготовки, то такая операция называется вытяжка с утонением [1–11].

Анализ технологического процесса

Анализируемый технологический процесс состоит из 92 операций, при этом только на шести операциях идет непосредственно процесс формообразования, 62 операции, связанные с транспортировкой и выгрузкой, 12 – термо- и химическая обработка, 10 операций контроля, остальные операции предназначены для выполнения вспомогательных работ, без которых невозможно осуществить получение продукции заданного качества. Учитывая структуру рассматриваемого технологического процесса можно сделать вывод, что доля времени, затрачиваемая на основные операции незначительна.

Нашло свое применение изготовление рассматриваемых изделий из плоского круга, полученного из листового проката вырубкой (рис. 1), при этом важно, чтобы на изделии диаметром 355,7 мм размер прогиба составлял не более 3,55 мм, иначе качественное изделие получить невозможно [12–13].



Рис. 1. Заготовка в виде круга

На следующей основной операции технологического процесса вытяжкой штампуется заготовка диаметром 207 мм с толщиной стенки 19,2 с допуском отклонением минус 1 мм. На второй операции вытяжки диаметр уменьшается до 151,6 мм, толщиной стенки изделия – 18,7 с допуском отклонением минус 1 мм. Длина при этом увеличилась со 170 мм до 220 мм.

Третья операция – вытяжка с утонением стенки изделия по внутреннему контуру – когда толщина стенки значительно уменьшилась до 7,5 мм, за счет изменения толщины стенки в зазоре между матрицей и пуансоном, при этом длина изделия выросла до 630 мм.

Если в качестве заготовки используется труба, то достаточно только вытяжки с утонением для получения продукции с заданными требованиями.

За счет использования поэтапной холодной штамповки (трех операций вытяжки) стало возможным получать изделия, толщина которых изменилась с 20 мм в исходной заготовке до 7,5 мм в готовом продукте с точностью минус 0,9 мм.

Оборудование, используемое при изготовлении детали, может быть двух видов.

Во-первых, пресс ПА 7834, изображенный на рисунке 3. Пресс отечественного производства 1970-х годов. Такие прессы предназначены для холодной глубокой вытяжки полых изделий. Они позволяют выполнять выдавливание на провал, при этом готовое изделие выходит через специальное отверстие в задней части стола. Кроме того, прессы оснащены функцией ограничения выдавливания, после чего изделие автоматически выталкивается через матрицу на поверхность стола с помощью выталкивателя. Также возможен процесс выдавливания на провал с последующим обрезкой верхней части изделия и автоматическим удалением обрезанной части.



Рис. 3. Пресс ПА 7834

Во-вторых, пресс СДНН 2500-2500-800, указанный на рисунке 4. Пресс турецкого производства 2023 года. Основной областью применения прессы является холодная обработка листового металла, а также резка, сверление, маркировка, глубокая вытяжка, нанесение покрытий. Такой пресс имеет современную систему управления с помощью сенсорной панели. В ней можно

менять ход ползуна, ход выталкивателя, скорость рабочего хода, скорость обратного хода и другие параметры, а также сохранять параметры для изготовления определенных изделий



Рис. 4. Пресс CDHH 2500-2500-800

Сравнивая характеристики перечисленного оборудования, что по производительности и некоторым характеристикам пресс ПА 7834 ничем не уступает современному аналогу иностранного производителя.

При изготовлении изделия не исключено получение бракованных изделий (рис. 5–7). Могут возникнуть царапины на изделии из-за налипания деформированного металла, истончения слоя хрома или некачественного хромирования, как показано на рисунке 6 или пятна голого металла из-за высокого трения или низкого качества фосфатирования (омыливания), как видно из рисунка 7. Чаще всего причиной возникновения брака является несоблюдение технологической дисциплины и температурных режимов при проведении термических операций: закалки и низкотемпературного отпуска, в результате материал имеет большую твердость и меньшую пластичность и при глубокой вытяжке его «рвет». Нередко недостаточная смазка политреном матрицы при выполнении операции также приводит к браку, для устранения ошибки необходимо перед штамповкой окунать дно трубы в смазывающую охлаждающую жидкость. Причиной возникновения овальности больше допустимой величины является низкая износостойкость матриц, изготовленных из углеродистых конструкционных сталей. Рекомендуется использовать матрицы из твердых сплавов, несмотря на более высокую стоимость, их применение имеет значительные преимущества: они позволяют за счет высокой твердости и

износостойкости изготавливать более миллиона изделий с низкой степенью деформации высокого качества.



Рис. 5. Внешний вид бракованных изделий



Рис. 6. Царапины на изделии



Рис. 7. Пятна голого металла на изделии

Заключение

Холодная листовая штамповка обеспечивает производительность изготовления изделий, высокие механические характеристики, качественные показатели шероховатости и точности размеров [14–15].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология конструкционных материалов : учебник для вузов / А. М. Дальский, Т. М. Барсукова, А. Ф. Вязов ; редактор А. М. Дальский. – 6-е издание, исправленное и дополненное. – Москва : Машиностроение, 2005. – 592 с. – Б. ц. – Текст : непосредственный.
2. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов, допущено УМО / В. Б. Арзамасов [и др.] ; под ред. В. Б. Арзамасова, А. А. Черепихина. – 3-е издание, стереотипное. – Москва : Академия, 2011. – 446, [2] с. – (Высшее профессиональное образование). – ISBN 978-5-7695-8359-9 – Текст : непосредственный.
3. Фетисов, Г.П. Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс] : учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 397 с. – Режим доступа: <http://znanium.com> – Загл. с экрана.
4. Гетьман А. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учебник для вузов / А. А. Гетьман. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 492 с. – Текст : электронный – URL: <https://e.lanbook.com/book/292859> (дата обращения: 27.04.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
5. Шикина В. Е. Введение в специальность. Приборостроение : учебное пособие / В. Е. Шикина. – Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2021. – 103 с. – Текст : электронный. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=48480774> (дата обращения: 29.04.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
6. Петров В. М. Проектирование технологических процессов современного машиностроительного производства : учебное пособие / В. М. Петров, С. В. Портнов, А. В. Федосов, К. Н. Шония. – Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2022. – 158 с. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/382181> (дата обращения: 03.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
7. Чигринова Н. М. Конструкторско-технологическое обеспечение производства : учебно-методическое пособие / Н. М. Чигринова, О. В. Дьяченко. – Минск : БНТУ, 2022. – 125 с. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/325580> (дата обращения: 05.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
8. Должиков, В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве : учебное пособие / В. П. Должиков. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 328 с. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206858> (дата обращения: 04.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
9. Наумов С. Б. Технология конструкционных материалов : учебное пособие / С. Б. Наумов, С. В. Гиннэ. – Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2021. – 90 с. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/195164> (дата обращения: 03.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
10. Гетьман А. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учебник для вузов / А. А. Гетьман. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 492 с. – Текст : электронный – URL: <https://e.lanbook.com/book/292859> (дата обращения: 27.04.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
11. Жукова С. В. Технология конструкционных материалов: для аграрных вузов : учебное пособие / С. В. Жукова, А. Е. Курбатов, И. П. Петрюк. – пос. Караваяево : КГСХА, 2020. – 82 с. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/171621> (дата обращения: 05.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

12. CU-PRUM. Цветной металлопрокат [Электронный ресурс] / отдел «Информация. Статьи. Алюминий». – Электрон. дан. – М., 2017. – Режим доступа: <https://cu-prum.ru/alyuminij1/splav-d16t.html>.

13. Центральный металлический портал РФ [Электронный ресурс] / отдел «Марки стали и сплавы. Алюминий сплавы и марки». – Электрон. дан. – М., 2009. – Режим доступа: <http://metallicheckiy-portal.ru/>. – Загл. с экрана.

14. Роль технических специалистов в современном производстве / Н. А. Пак, В. В. Юнеман, Е. Ю. Кутенкова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь : XVIII Международный научный конгресс, Новосибирск, 18–20 мая 2022 г. : сборник материалов в 8 томах. – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – Т. 8: Национальная конференция с международным участием "СибОптика – 2022. Актуальные вопросы высокотехнологичных отраслей", № 2. – С. 151–154. – DOI 10.33764/2618-981X-2022-8-2-151-154

15. Схема решения технологической задачи как объект исследования / П. В. Петров, Е. Ю. Кутенкова. – Текст : непосредственный // XLVI научно-техн. конф. преподавателей СГГА, посвящ. 30-летию опт. фак., 15-18. апр. 1996 г. : тез. докл. – Новосибирск : СГГА. – Ч. 1. – С. 76.

© Ю. Б. Корчун, Е. Ю. Кутенкова, 2024