

**И. М. БЕЛОГЛАЗОВ, В. А. ГЛУЩЕНКОВ, М. Д. ШТЕЙНБЕРГ,
В. А. КАСЬКОВ, Б. С. ОРЛОВ, Д. Н. ЛЫСЕНКО,
Е. В. ЛЕВИЦКАЯ, Е. С. ЛУПАШИН**

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ РАЗДАЧИ И КАЛИБРОВКИ ТРУБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Большие преимущества, которыми обладает магнитно-импульсная обработка металлов [1], позволяют применять ее для выполнения все большего числа технологических процессов. Так, например, в 1967 году внедрено в серийное производство изготовление ряда типовых деталей трубопроводов путем раздачи и калибровки



Рис. 1. Типовые детали, полученные магнитно-импульсным методом на установке МИУ-20

труб импульсным магнитным полем (ИМП). Общий вид и основные размеры деталей приведены на рис. 1 и табл. 1.

По существующему ранее технологическому процессу детали изготавливались на давальном станке ручной обкаткой трубчатых заготовок безроликовым давальником по вращающейся оп-

Основные размеры типовых деталей

№	Эскиз детали	№ дет.	Марка материала	D_1 , мм	D_2 , мм	d , мм	l_1 , мм	l , мм	δ , мм
I		1	AMr6M	87		81	30		2
		2	AMr6M	67		59	24	32—2500	2
		3	AMr3M	78		58	60		1,5
II		4		105	111	92	80	130	1,5
		5		105	110	92	30	100	1,5
		6	AMr3M	65	70	58	130	137	1,5
		7		88	95	70	95	100	1,5
		8		88	94	70	95	100	1,5
III		9	AMr3M	86		70		70	1,5

равке либо трудоемкой операцией механической обработки (точением на токарном станке), вызывающей большой расход материала. Метод обкатки требует применения тяжелого ручного труда, малопроизводителен и в некоторых случаях не обеспечивает необходимого качества изготавливаемых деталей. Кроме того, обкатка заготовок приводит к посадке и утолщению материала, что значительно увеличивает вес готовой детали.

Формообразование перечисленных деталей в инструментальных штампах может быть осуществлено только за два и более переходов, т. к. возможности этого процесса ограничены предельными статическими коэффициентами раздачи K_c . Применение многопереходной штамповки деталей увеличивает стоимость их изготовления.

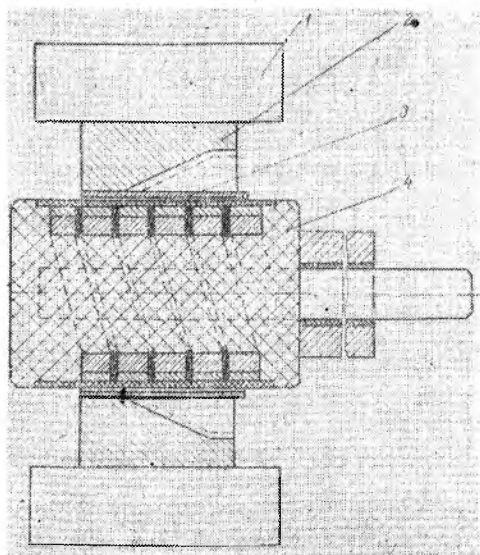


Рис. 2. Схема процесса раздачи трубчатых заготовок энергией ИМП
1 — губки зажимных тисков; 2 — матрица; 3 — заготовка; 4 — индуктор

На рис. 2 показана схема формообразования деталей с использованием энергии ИМП. В условиях импульсного нагружения показатели штампуемости для ряда металлов и сплавов повышаются.

Для определения возможностей процесса раздачи трубчатых заготовок энергией ИМП были проведены эксперименты по равномерной раздаче цилиндрических образцов и рассчитаны предельные динамические коэффициенты раздачи K_d .

Эксперименты проводились на образцах из материала Д16Т,

Д16М, АМгЗМ, АМг6М, диаметрами от 40 до 150 мм и длиной 40 мм. Максимальная скорость деформирования была при этом порядка 200 м/сек, максимальная скорость деформации — 10^4 1/сек. Средние значения предельных динамических коэффициентов раздачи и их сравнение со статическими (2) даны в таблице 2.

Полученные предельные коэффициенты раздачи K_d позволили

Таблица 2

Марка материала / Предельные коэффициенты раздачи	Д16Т	Д16М	АМгЗМ	АМг6М
K_c	1,15	1,25	1,33	1,33
K_d	1,25	1,35	1,45	1,40

вести формообразование энергией ИМП показанных на рис. 2 деталей за один переход.

Однако неравномерность скорости деформирования по длине заготовки и запираание воздуха в полости матрицы приводит к недоштамповке деталей, особенно в местах радиусов перехода. Избыток кинетической энергии деформируемой заготовки в момент удара о матрицу может привести к местному отскоку заготовки от матрицы. Поэтому для повышения точности деталей была введена дополнительная операция калибровки. После калибровки максимальное неприлегание детали к матрице не превосходило 0,1÷0,2 мм.

Из-за отсутствия труб необходимого типоразмера для некоторых деталей был введен процесс предварительной раздачи трубы меньшего диаметра до необходимого по чертежу. Возможность получения трубчатых заготовок необходимого размера путем раздачи трубы меньшего диаметра является одним из преимуществ магнитно-импульсной обработки металлов, особенно в условиях мелкосерийного производства. Операции предварительной раздачи могут быть совмещены с формообразующими операциями.

Детали изготавливались на энергетической установке МИУ-20/1 конструкции Харьковского политехнического института со следующими энергетическими параметрами: максимальная величина запасаемой энергии 20 кдж, максимальное напряжение зарядки 21 кв, частота разрядного контура в режиме короткого замыкания 48 кгц.

В общем виде типовой технологический процесс изготовления деталей типа «переходник» с использованием энергии ИМП представлена в таблице 3.

Основным инструментом, обеспечивающим создание необходимого давления (магнитного поля) при магнитно-импульсной обработке металлов является индуктор. При выполнении операций равномерной раздачи и разбортовки труб для создания оптимального поля давления витки спирали индуктора должны выходить за край 90

Технологические операции	Оборудование	Инструмент	№ детали (по рис. 2)	Энергия заряда конденсаторн. батареи, кдж.	Расчетная работа деформации, кдж	К. п. д. процесса, %
Резка заготовок	Дисковая пила					
Раздача и разбортовка заготовок	МИУ—20/1	Индуктор цилиндрический. Матрица.	4	8,6	1,06	12,3
			5	8,6	1,14	13,3
			6	7	0,96	13,7
			7	8,6	1,12	13
			8	8,6	1,12	13
			9	7	0,155	2,22
Калибровка детали	МИУ—20/1	Индуктор калибровочный. Матрица.	4	8,6	—	—
			5	8,6	—	—
			6	7	—	—
			7	8,6	—	—
			8	8,6	—	—
Торцовка деталей	Токарный станок	Оправка				

заготовки на длину l которую приближенно можно рассчитать по формуле:

$$l = k(R - b),$$

где R — конечный радиус кромки заготовки;

b — наружный радиус спирали индуктора;

K — коэффициент, зависящий от типа технологической операции; при раздаче конца трубы $K=1$; при формообразовании фланца $K=2 \div 3$.

Свободные витки спирали, не экранированные заготовкой, испытывают значительные радиальные и несбалансированные осевые нагрузки. При раздаче с большой степенью деформации экранирующее влияние заготовки значительно падает. Таким образом, индуктор должен обладать большой механической и электрической прочностью. Этим требованиям в значительной мере отвечает конструкция биметаллических индукторов.

При выполнении операций предварительной раздачи заготовок где требуется осуществить раздачу труб на небольшую степень деформации и где индуктор работает при небольших энергиях разряда, индуктор изготавливается путем намотки предварительно изолированной медной шины сечением 3×7 мм. Такой индуктор выдержал такое же количество импульсов, что и биметаллический индуктор, и на данном этапе работы не потерял своей работоспособности.

Формообразование и калибровка деталей производились в разъемных металлических матрицах (рис. 5), изготовленных из двух половинок и центрирующихся между собой штифтами. Обе половинки матрицы закреплялись в губках раздвижных тисков установленных на столе энергетической установки. Тиски, снабженные специальными подвижными губками, позволяют сравнительно легко отцентрировать матрицу относительно индуктора и обеспечить прижим половинок матрицы, препятствуя раскрытию ее



Рис. 5. Оснастка и образцы детали по переходам. Слева направо: матрица, заготовка, индуктор для раздачи, деталь после первого перехода, калибровочный индуктор, готовая деталь.

в процессе формообразования. Такая конструкция матриц сравнительно проста в изготовлении и эксплуатации, однако обладает следующим недостатком. Магнитное поле, возникающее над неэкранированными витками индуктора и частично проходящее через заготовку, при данных толщинах материала и частоте разрядного контура наводит в матрице вихревые токи. При плохом контакте по плоскостям разъема матрицы каждая из половинок представляет собой отдельную замкнутую электрическую систему с определенным потенциалом. В момент удара заготовки о матрицу вихревые токи каждой из половинок, стремясь идти по пути наименьшего сопротивления, замыкаются через заготовку в одну электрическую систему. На наружной поверхности заготовки в местах разряда тока появляются точечные прижоги. Поэтому для устранения

прижогов при формообразовании деталей в разъемных металлических матрицах, необходимо предъявлять повышенные требования к качеству пригонки контактной поверхности половинок матриц, усилию прижима и жесткости тисков. Кроме сказанного, возможность возникновения прижогов может быть в значительной степени уменьшена при увеличении частоты разрядного контура и при применении технологических колец, экранирующих свободные витки индуктора. Применение тех или других средств для снижения величины вихревых токов, наводимых в металлической матрице, и разности потенциалов двух половинок матрицы определяется особенностями технологического процесса и требованиями к качеству поверхности заготовки. Неметаллические матрицы не имеют указанного недостатка, однако, обладая невысокой стойкостью, могут быть применены только в мелкосерийном производстве. Если позволяет конструкция детали, следует рекомендовать применение неразъемных металлических матриц, которые просты в изготовлении и обеспечивают высокое качество изготавливаемых деталей. Для облегчения съема деталей рабочую поверхность матрицы покрывают термостойкой смазкой. Все перечисленные выше детали после отработки технологического процесса были переведены на формовку и калибровку в неразъемных матрицах. Даже после двух калибровочных импульсов все детали легко вынимались из неразъемных матриц.

Внедрение нового технологического процесса изготовления описанных деталей позволило избавиться от тяжелого ручного труда токарей-давилщиков, повысить точность, качество детали (отсутствие следов деформирующего инструмента), снизить вес готовой детали за счет изменения схемы деформирования с обжима на раздачу, а при сравнении с точением уменьшить и расход материала. Применение этого метода в отдельных случаях позволяет рационализировать и самую конструкцию деталей. Так, например, детали 1-9 (табл. 1, а, б, в) после их изготовления привариваются к различного рода трубопроводам. Использование энергии ИМП позволяет производить раздачу и разбортовку конца целой трубы, т. е. устранить такие малопроизводительные процессы, как подгонка, сварка, зачистка и испытание сварного шва.

Изготовление таких цельных трубопроводов только для деталей 1 и 2 позволило ликвидировать более 11 метров сварного шва и значительно повысить надежность конструкции.

Использование преимуществ описанного технологического процесса будет тем полнее, чем больше конструкторы, проектируя детали или узлы, будут ориентироваться на возможности формообразования деталей энергией ИМП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Н. Лысенко, И. В. Витевский. Штамповка импульсным электромагнитным полем высокой энергии. Вестник машиностроения, № 7, 1963.
 2. М. Н. Горбунов. Штамповка деталей из трубчатых заготовок, Машгиз, 1960.
-