

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **20168**

(13) **С1**

(46) **2016.06.30**

(51) МПК

**В 21J 13/02** (2006.01)

**В 21K 21/00** (2006.01)

(54) **ШТАМП ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТУПЕНЧАТОЙ ПОКОВКИ  
С ГЛУХИМИ ПОЛОСТЯМИ**

(21) Номер заявки: а 20121552

(22) 2012.11.12

(43) 2014.06.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Клубович Владимир Владимирович; Клушин Валерий Александрович; Демидович Александр Васильевич; Ананчук Алексей Никитич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) Рудович А.О. и др. Прогрессивные технологии обработки металлов давлением. - Минск: Экоперспектива, 2004. - Ч. 1. - С. 153-160.

SU 987890 A1, 1995.

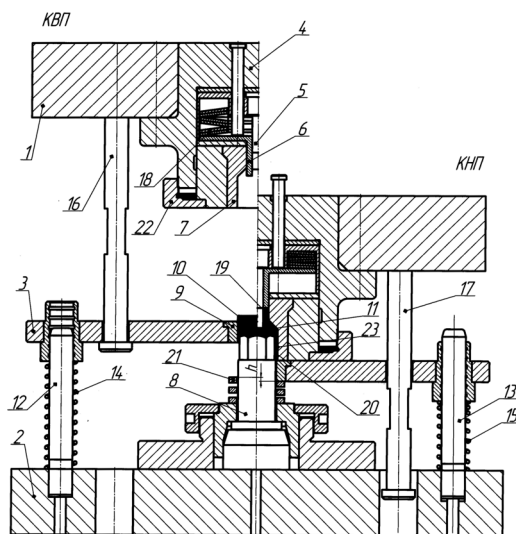
SU 816651, 1981.

RU 2219011 C1, 2003.

SU 471946, 1975.

(57)

Штамп для изготовления ступенчатой поковки с глухими полостями, содержащий верхнюю плиту с закрепленной в ней обоймой, в которой установлены верхний пуансон, выталкиватель и матрица; нижнюю плиту с закрепленным на ней нижним пуансоном и траверсу со вставкой, охватывающей нижний пуансон и установленной соосно с верхним пуансоном и матрицей, отличающийся тем, что содержит устройство противодействия, выполненное в виде пакета тарельчатых пружин, размещенных в обойме над выталкивателем, и буферное устройство, выполненное в виде прорезной пружины, установленное под вставкой и охватывающее нижний пуансон.



Фиг. 1

**ВУ 20168 С1 2016.06.30**

Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано при разработке штампов для малоотходных процессов пластического формообразования ступенчатых поковок с глухими полостями комбинированным выдавливанием, например, головок сменных торцовых ключей.

Известен штамп для изготовления ступенчатой поковки с глухими полостями обратным выдавливанием на прессе с кантовкой заготовки [1].

Недостаток штампа заключается в низкой производительности изготовления поковок. Указанный штамп целесообразно использовать при многопозиционной штамповке на прессе с кантующим устройством.

В качестве прототипа выбран штамп для изготовления ступенчатой поковки с глухими полостями, содержащий верхнюю плиту с закрепленной в ней обоймой, в которой установлены верхний пуансон, выталкиватель и матрица; нижнюю плиту с закрепленной на ней нижним пуансоном и траверсу со вставкой, охватывающей нижний пуансон и установленной соосно с верхним пуансоном и матрицей [2].

Недостаток известной конструкции штампа заключается в том, что при изготовлении поковки комбинированное выдавливание верхней и нижней противолежащих ступеней с глухими полостями происходит путем саморегулируемого свободного истечения деформируемого металла. Учитывая, что поковки реальных ступенчатых изделий могут иметь различные формы, размеры и объемы противолежащих ступеней с глухими полостями, то окончательное заполнение ступеней свободным истечением деформируемого металла происходит не одновременно, что обуславливает неравномерность деформации поковки. Неравномерность деформации и наличие растягивающих напряжений в поковке в процессе ее штамповки может быть причиной зарождения дефектов (микротрещин, разрывов) поковки.

Таким образом, недостаток известного штампа для изготовления ступенчатой поковки с глухими полостями в недостаточно высоком качестве получаемых поковок из-за его ограниченных технологических возможностей, заключающихся в невозможности одновременного равномерного заполнения верхней и нижней ступеней поковки и в наличии в поковке растягивающих напряжений. В ступенях поковки возможны микротрещины и разрывы деформируемого металла.

В основу изобретения положена задача повышения качества изготовления ступенчатой поковки с глухими полостями комбинированным выдавливанием за счет создания конструкции штампа, в котором управляют кинематикой течения деформируемого металла для обеспечения равномерного заполнения верхней и нижней противолежащих ступеней с глухими полостями вне зависимости от соотношения их объемов и сжимающих напряжений в материале нижней части поковки на завершающей стадии штамповки.

Поставленная задача достигается тем, что в штампе для изготовления ступенчатой поковки с глухими полостями, содержащем верхнюю плиту с закрепленной в ней обоймой, в которой установлены верхний пуансон, выталкиватель и матрица; нижнюю плиту с закрепленным на ней нижним пуансоном и траверсу со вставкой, охватывающей нижний пуансон и установленной соосно с верхним пуансоном и матрицей, дополнительно установлены устройство противодействия, выполненное в виде пакета тарельчатых пружин, размещенных в обойме над выталкивателем, и буферное устройство, выполненное в виде прорезной пружины, установленное под вставкой и охватывающее нижний пуансон.

Технический результат реализован тем, что улучшено качество изготовления ступенчатой поковки. Улучшение качества поковки достигается за счет одновременного равномерного заполнения верхней и нижней ступеней поковки и наличия сжимающих напряжений в материале нижней части поковки на завершающей стадии штамповки, что позволяет оптимизировать кинематику течения металла при формообразовании поковки для исключения образования дефектов в виде микротрещин, разрывов, прострелов и др.

# ВУ 20168 С1 2016.06.30

Штамп для изготовления ступенчатой поковки с глухими полостями поясняется фигурами, где:

фиг. 1 - общий вид штампа: слева - верхняя часть штампа в конечном верхнем положении (КВП), справа - верхняя часть штампа в конечном нижнем положении (КНП);

фиг. 2 - график изменения напряжений в выдавливаемых ступенях поковки при штамповке на известном штампе;

фиг. 3 - график изменения напряжений в выдавливаемых ступенях поковки при штамповке с противодавлением течению деформируемого металла в верхнюю и нижнюю ступени поковки;

фиг. 4 - графики изменения усилий деформации и противодавлений при штамповке на предлагаемом штампе.

Штамп (фиг. 1) для изготовления ступенчатой поковки с глухими полостями включает верхнюю плиту 1, нижнюю плиту 2 и траверсу 3.

На верхней плите 1 штампа закреплена обойма 4 с верхним пуансоном 5, выталкивателем 6 и матрицей 7.

На нижней плите 2 закреплен нижний пуансон 8.

Верхняя и нижняя части штампа связаны направляющими колонками (на фигурах не показаны).

Траверса 3 выполнена со вставкой 9, охватывающей нижний пуансон 8 и установленной соосно с верхним пуансоном 5 и матрицей 7, для фиксации заготовки 10 и съема отштампованной поковки 11.

Траверса 3 установлена на колонках 12, 13 и опирается на пружины 14, 15. Подъем траверсы 3 и съем отштампованной поковки 11 с нижнего пуансона 8 осуществляют тягами 16, 17 при возврате верхней плиты 1 из конечного нижнего положения (КНП) в конечное верхнее положения (КВП) штампа.

Выталкиватель 6 снабжен устройством 18 противодействия свободному истечению металла в верхнюю ступень 19 поковки 11 для одновременного равномерного заполнения верхней 19 и нижней 20 ступеней поковки 11.

Под вставку 9 дополнительно установлено охватывающее нижний пуансон 8, буферное устройство 21 для создания сжимающих напряжений в материале нижней части поковки 11.

Устройство 18 противодействия выполнено в виде пакета тарельчатых пружин, размещенных в обойме 4 штампа над выталкивателем 6.

Буферное устройство 21 выполнено в виде прорезной пружины.

Работу штампа осуществляют следующим образом.

В КВП штампа (фиг. 1, слева) производят укладку и фиксацию заготовки 10 во вставку 9 с опорой на нижний пуансон 8.

Включают рабочий ход пресса. Верхняя плита 1 с закрепленной в ней обоймой 4, в которой установлены верхний пуансон 5, выталкиватель 6 и матрица 7, движется вниз. Обойма 8 через гайку 22 воздействует на траверсу 3 со вставкой 9 и перемещает их вниз.

В момент начала деформации заготовки 10 матрица 7 охватывает нижний пуансон 8, образуя закрытый калибр 23 для последующего формообразования ступенчатой поковки 11.

Изготовления ступенчатой поковки 11 с глухими полостями комбинированным выдавливанием деформируемого металла в каждую из ступеней 19 и 20 осуществляют со средними скоростями истечения, пропорциональными их объемам ( $V_{вс}/V_{ср.вс} = V_{нс}/V_{ср.нс}$ ), путем создания противодействия течению деформируемого металла в ступени поковки.

$V_{вс}$  и  $v_{ср.вс}$  - объем и средняя скорость истечения металла в верхнюю ступень поковки, а  $V_{нс}$  и  $v_{ср.нс}$  - объем и средняя скорость истечения металла в нижнюю ступень поковки.

В начальной стадии деформации заготовки 10 устройством 18 создают противодействие течению металла в верхнюю 19 ступень поковки 11, в которой, при свободном саморегулируемом истечении металла, заполнение калибра 23 матрицы 7 деформируемым

металлом происходит ранее. Противодействие течению металла изменяет кинематику течения металла, сдерживает заполнение верхней 19 ступени, обеспечивая при этом одновременное равномерное заполнение обеих верхней 19 и нижней 20 ступеней поковки 11. На завершающей стадии штамповки заготовки 10 буферным устройством 21 через вставку 9 сдерживают свободное истечение металла в нижнюю ступень 20, создавая при этом сжимающие напряжения в материале нижней части поковки 11.

Противодействие течению деформируемого металла в ступень 19 поковки 11 создают путем приложения дополнительных сил противодействия к верхнему торцу заготовки 10 через выталкиватель 6.

Противодействие течению деформируемого металла в ступень 20 поковки 11 создают путем приложения дополнительных сил противодействия к нижнему торцу заготовки 10 через вставку 9 штампа.

Таким образом, создавая противодействие течению металла в обе ступени поковки (в верхнюю 19 ступень устройством 18 противодействия, а в нижнюю 20 ступень буферным устройством 21), изменяют кинематику течения металла для одновременного равномерного заполнения обеих ступеней поковки 11 и напряженно-деформированное состояние поковки для создания сжимающих напряжений в материале нижней части поковки.

Равномерное заполнение поковки 11 уменьшает неоднородность деформации и значительно сокращает разницу значений средних напряжений в ступенях 19, 20 поковки 11, а условия всестороннего неравномерного сжатия деформируемого металла на завершающей стадии штамповки способствуют повышению качества поковки за счет улучшения комплекса ее механических свойств.

Противодействие течению деформируемого металла в верхнюю 19 ступень поковки 11 осуществляют с момента начала ее заполнения металлом, а противодействие течению деформируемого металла в противоположную нижнюю 20 ступень поковки осуществляют на завершающей стадии штамповки путем подчеканки торцевой поверхности указанной ступени.

Подчеканку осуществляют на завершающей стадии штамповки, когда верхняя половина штамповой оснастки отстоит от конечного нижнего положения (КНП) на  $(0,01 \div 0,3)$  рабочего хода ползуна прессы (величина  $h$  на фиг. 1).

Подчеканка торцевой поверхности нижней ступени поковки на более ранней стадии приводит к увеличению максимального значения усилия деформации, а на более поздней стадии приводит к увеличению разницы значений средних напряжений в ступенях поковки.

### **Пример.**

Осуществляли моделирование изготовления ступенчатой поковки с глухими полостями изделия: "Головка сменная торцевого гаечного ключа" комбинированным выдавливанием на кривошипном прессе КВ 2132 усилием 160 тс на известном и предлагаемом штампах.

Для возможности использования двухмерного моделирования выдавливаемые профили с полостями квадратного и шестигранного поперечного сечения поковки ключа заменяли, с сохранением равенства соответствующих площадей поперечного сечения, на трубчатые профили.

Моделирование показало, что при изготовлении ступенчатой поковки на известном штампе среднее напряжение в верхней 19 ступени поковки 11 имеет значение 700-800 МПа (фиг. 2, кривая 1), а в нижней 20 ступени поковки 11 оно близко к нулевому значению (кривая 2). Напряжения в направлении течения металла (по оси  $z$ ) в нижней 20 ступени поковки 11 - растягивающие  $\sigma_z > 0$ . Наличие растягивающих напряжений и значительная неравномерность деформации (значительная разница значений средних напряжений) могут вызывать дефекты (микротрещины, разрывы) в поковке и ухудшение механических характеристик.

# ВУ 20168 С1 2016.06.30

При изготовлении ступенчатой поковки на предлагаемом штампе с устройством 18 противодействия свободному истечению металла в верхнюю 19 ступень поковки 11 и буферным устройством 21 для создания сжимающих напряжений в материале нижней 20 ступени поковки среднее напряжение в верхней ступени поковки на завершающей стадии процесса выдавливания -750 МПа (фиг. 3, кривая 1), а в нижней ступени - 250 МПа (кривая 2).

Для обеспечения одновременного заполнения ступеней поковки требуется максимальное усилие противодействия в верхнюю ступень поковки  $P_{пр.в} = 100$  кН (фиг. 4, кривая 1) и в нижнюю ступень  $P_{пр.н} = 400$  кН (кривая 2).

Исследования силовых характеристик изготовления поковки в известном и предлагаемом штампах показали, что максимальное усилие деформации относится к моменту начала течения деформируемого металла заготовки 10 в верхнюю 19 ступень поковки 11 и равняется 1100 кН (фиг. 4, кривая 3). Усилия противодействия, создаваемые устройством 18 противодействия и буферным устройством 21 на завершающей стадии штамповки, не увеличивают максимального значения усилия деформации при условии выполнения подчеканки в рекомендуемых интервалах значений  $h = (0,01 \div 0,3)$  рабочего хода ползуна прессы.

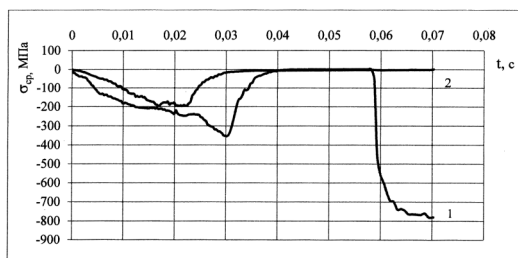
Таким образом, предложенная конструкция штампа для изготовления ступенчатой поковки с глухими полостями комбинированным выдавливанием расширяет технологические возможности штамповки и улучшает качество поковки за счет одновременного равномерного заполнения ступеней поковки и создания сжимающих напряжений в материале нижней части поковки.

Промышленное освоение заявленной технологии предполагается осуществить в Республике Беларусь на РУПП "КИЗ "СИТОМО".

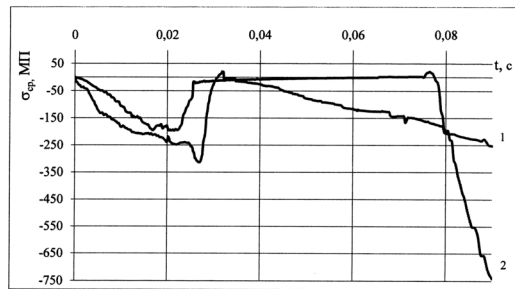
Источники информации:

1. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т./Ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 1987. - Т. 3. Холодная объемная штамповка/Под ред. Г.А. Навроцкого, 1987. - С. 143, рис. 25.

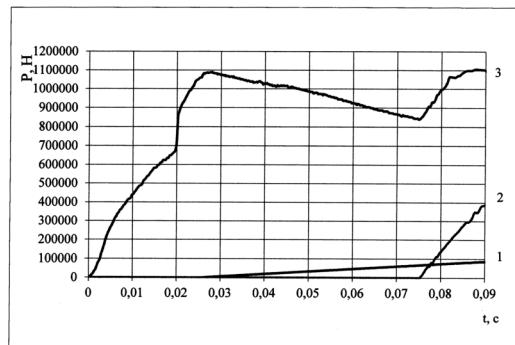
2. Рудович А.О., Клушин В.А. и др. Ресурсосберегающие технологии на КИЗ "СИТОМО" / Под общ. ред. академика НАН Беларуси А.В. Степаненко. Прогрессивные технологии обработки металлов давлением. Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика АН БССР В.П. Северденко. В 2 ч. - Минск: УП "Экоперспектива", 2004. - Ч. 1. - С. 153-160.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4