

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **18788**

(13) **С1**

(46) **2014.12.30**

(51) МПК

B 21J 13/02 (2006.01)

B 21K 1/20 (2006.01)

(54)

**СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТУПЕНЧАТОЙ ФЛАНЦЕВОЙ
ПОКОВКИ С ГЛУХОЙ ПОЛОСТЬЮ**

(21) Номер заявки: а 20111718

(22) 2011.12.13

(43) 2013.08.30

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

(72) Автор: Клушин Валерий Александрович (ВУ)

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

(56) Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. Т. 3. Холодная объемная штамповка /Под редакцией Г.А. Навроцкого. - М.: Машиностроение, 1987. - С. 181-195.

RU 2218230 C2, 2003.

SU 1763076 A1, 1992.

RU 2205722 C1, 2003.

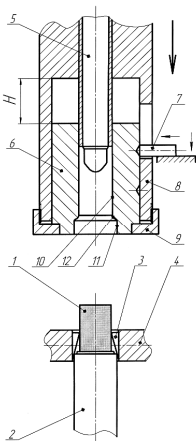
RU 2191654 C1, 2002.

SU 204872, 1968.

SU 1803249 A1, 1993.

(57)

Способ изготовления ступенчатой фланцевой поковки с глухой полостью в штампе, содержащем обойму, в которой установлены верхний подвижный пуансон, подвижная матрица с калибрами для формирования стержневой и фланцевой частей поковки и устройство фиксации подвижной матрицы в обойме в ее крайних нижнем и верхнем положениях, подпружиненную траверсу и установленный в ней нижний неподвижный пуансон, при котором нагревают цилиндрическую заготовку, устанавливают ее на нижний неподвижный пуансон, воздействуют на цилиндрическую заготовку верхним подвижным пуансоном, осуществляя обратным выдавливанием металла цилиндрической заготовки



Фиг. 1

ВУ 18788 С1 2014.12.30

предварительное формирование стержневой части поковки в калибре для формирования стержневой части поковки в виде стакана с фасонированным дном, объем которой превышает объем окончательно отштампованной поковки в 1,2-1,8 раза, при этом фиксируют подвижную матрицу в обойме в ее крайнем нижнем положении, а затем, после освобождения подвижной матрицы от фиксации ее в осевом направлении, перемещают подвижную матрицу вверх возникающими активными силами трения на поверхности контакта цилиндрической заготовки и подвижной матрицы и осуществляют окончательное формирование стержневой части поковки и высадку фланцевой части поковки после открытия калибра для формирования фланцевой части поковки путем поперечного кругового выдавливания металла цилиндрической заготовки в калибр для формирования фланцевой части поковки, при этом фиксируют подвижную матрицу в обойме в ее крайнем верхнем положении, после чего выталкивают изготовленную поковку из подвижной матрицы.

Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано при разработке малоотходных процессов пластического формообразования ступенчатых фланцевых поковок с глухими полостями, например, толкателя клапана дизельного двигателя.

Известен способ изготовления ступенчатой фланцевой поковки с глухой полостью штамповкой на горизонтально-ковочной машине [1, 2], включающий нагрев исходной цилиндрической заготовки до температуры 1150-1200 °С и ее последующую штамповку высадкой и прошивкой.

Недостаток известного способа заключается в низкой производительности (штамповку осуществляют за 3-4 перехода), невысокой точности (припуски и допуски определяют по ГОСТ 7505) и небольшом коэффициенте использования металла (60-80 %) из-за потерь металла на штамповочные уклоны, напуски, угар и облой.

В качестве прототипа выбран способ изготовления ступенчатой фланцевой поковки с глухой полостью, включающий нагрев исходной цилиндрической заготовки и ее последующую штамповку в штамповой оснастке по переходам путем выдавливания полый стержневой части поковки и высадки фланца с фасонированием дна полости [3].

При изготовлении поковки толкателя клапана по известному способу исходную заготовку нагревают до температуры полугорячей штамповки (680-750 °С), а операции выдавливания и высадки фланца с фасонированием дна полости выполняют отдельно, что позволяет обеспечить рентабельную штамповку, при давлении деформируемого металла на инструмент (пуансон, выталкиватель и матрицу), не превышающем 1500 МПа.

Недостаток известного способа изготовления заключается в низкой производительности и значительных затратах на его реализацию, так как штамповку осуществляют в два перехода на двух штампах с двумя нагревами, вначале исходной заготовки и затем, перед вторым переходом штамповки, выполняют нагрев донной части заготовки первого перехода.

В основу изобретения положена задача повышения производительности путем выполнения выдавливания полый стержневой части поковки и высадки фланца с фасонированием дна полости за один переход, обеспечивая при этом рентабельную штамповку с оптимальной стойкостью инструмента.

Экономическая стойкость инструмента в большинстве случаев достигается, если давление металла на пуансон при выдавливании полости не превышает 2000-2200 МПа, при прямом выдавливании сплошных изделий - 2200-2400 МПа и при осадке и высадке - 2400-2600 МПа [3].

Поставленная задача достигается тем, что в способе изготовления ступенчатой фланцевой поковки с глухой полостью в штампе, содержащем обойму, в которой установлены

верхний подвижный пуансон, подвижная матрица с калибрами для формирования стержневой и фланцевой частей поковки и устройство фиксации подвижной матрицы в обойме в ее крайних нижнем и верхнем положениях, подпружиненную траверсу и установленный в ней нижний неподвижный пуансон, нагревают цилиндрическую заготовку, устанавливают ее на нижний неподвижный пуансон, воздействуют на цилиндрическую заготовку верхним подвижным пуансоном, осуществляя обратным выдавливанием металла цилиндрической заготовки предварительное формирование стержневой части поковки в калибре для формирования стержневой части поковки в виде стакана с фасонированным дном, объем которой превышает объем окончательно отштампованной поковки в 1,2-1,8 раза, при этом фиксируют подвижную матрицу в обойме в ее крайнем нижнем положении, а затем, после освобождения подвижной матрицы от фиксации ее в осевом направлении, перемещают подвижную матрицу вверх возникающими активными силами трения на поверхности контакта цилиндрической заготовки и подвижной матрицы и осуществляют окончательное формирование стержневой части поковки и высадку фланцевой части поковки после открытия калибра для формирования фланцевой части поковки путем поперечного кругового выдавливания металла цилиндрической заготовки в калибр для формирования фланцевой части поковки, при этом фиксируют подвижную матрицу в обойме в ее крайнем верхнем положении, после чего выталкивают изготовленную поковку из подвижной матрицы.

Технический результат нового способа изготовления ступенчатой фланцевой поковки с глухой полостью проявляется в повышении производительности изготовления поковки и стойкости инструмента за счет оптимизации технологических характеристик штамповки в одном штампе с одного нагрева за один переход (максимальное давление на пуансон не превышает 2100 МПа, максимальное значение среднего напряжения в процессе формообразования поковки - 900 МПа).

Для лучшего понимания изобретения его поясняют технологическими переходами изготовления ступенчатой фланцевой поковки с глухой полостью на примере поковки толкателя клапана, где:

- фиг. 1 - положение инструмента в исходном состоянии, загрузка заготовки;
- фиг. 2 - положение инструмента в начальной стадии деформирования заготовки;
- фиг. 3 - обратное выдавливание стержневой части поковки;
- фиг. 4 - круговое выдавливание фланцевой части поковки;
- фиг. 5 - положение инструмента в момент выталкивания поковки из матрицы;
- фиг. 6 - удаление отштампованной поковки, возврат инструмента в исходное положение.

Способ поясняют на примере изготовления поковки толкателя клапана по известной технологии и затем по новой технологии.

- Известная технология [3] формообразования поковки включает:
 - нагрев индукционный исходной заготовки до температуры 750 °С;
 - полугорячее выдавливание (первый переход) в штампе;
 - нагрев донной части заготовки первого перехода до 750 °С;
 - высадку фланца и фасонирование дна полости в штампе.

Оформление фасонного дна поковки толкателя клапана осуществляют на отдельной заключительной операции, так как в случае совмещения операций выдавливания и высадки с фасонированием дна полости в одном штампе за один переход поверхностный слой дна может разрушаться, и получение качественной поковки толкателя из стали 35 не гарантируется.

При совмещении выдавливания и высадки с фасонированием дна полости в одном штампе за один переход, в соответствии с законом наименьшего сопротивления, в начальный момент деформации происходит формообразование фланцевой части поковки и небольшого участка стержневой части поковки, к концу деформации выдавливания стерж-

невой части поковки усилие штамповки резко возрастает, и давление металла на инструмент превышает допустимые значения ($p > 2500$ МПа), и в поверхностных слоях dna детали, толщина которого значительно меньше высоты очага деформации, происходит разрушение.

Новая технология формообразования поковки толкателя клапана включает: нагрев индукционный исходной цилиндрической заготовки до температуры 750 °С; полугорячее выдавливание поковки в штампе за один переход.

По новой технологии выдавливание поковки осуществляют в штампе в следующей последовательности:

обратное выдавливание металла цилиндрической заготовки для предварительного формирования стержневой части поковки в виде стакана с фасонированным дном, объем которой превышает объем окончательно отштампованной поковки в $1,2-1,8$ раз, при этом фиксируют подвижную матрицу в обойме в ее крайнем нижнем положении;

окончательное формирование стержневой части поковки и высадка фланцевой части поковки с использованием сил активного трения после освобождения подвижной матрицы от фиксации ее в осевом направлении и открытия калибра для формирования фланцевой части поковки;

выталкивание изготовленной поковки из подвижной матрицы, при этом фиксируют подвижную матрицу в обойме в ее крайнем верхнем положении.

На фиг. 1-6 схематично показана последовательность реализации предлагаемого способа изготовления ступенчатой фланцевой поковки с глухой полостью в штампе на кривошипном прессе.

Исходную цилиндрическую заготовку 1 (фиг. 1), предварительно нагретую до температуры полугорячего выдавливания ($700-750$ °С), устанавливают в штамп на нижний неподвижный пуансон 2 в приемник 3 подпружиненной траверсы 4 штампа (пружины на фигуре не показаны).

Обратное выдавливание стержневой части поковки выполняют верхним подвижным пуансоном 5 в подвижной (плавающей) матрице 6 с возможностью ее фиксирования устройством 7 в крайних нижнем и верхнем положениях относительно обоймы 8 штампа.

Крайнее нижнее положение плавающей матрицы 6 относительно обоймы 8 устанавливают гайкой 9 из расчета, чтобы зазор Н между обоймой 8 и матрицей 6 был равен сумме взаимных перемещений пуансона 5 и матрицы 6 в процессе деформации поковки.

Плавающая матрица 6 включает калибры 10 и 11 для формообразования стержневой и фланцевой частей поковки соответственно и переходной калибр 12 сопряжения калибров 10 и 11.

При рабочем ходе штампа (фиг. 2) обойма 8 через гайку 9 перемещает траверсу 4 с приемником 3 вниз, при этом калибр 10 матрицы 6 охватывает заготовку 1, калибр 11 охватывает нижний неподвижный пуансон 2, а переходный калибр 12 упирается в (садится на) торцовую поверхность 13 нижнего неподвижного пуансона 2. Подвижную матрицу 6 при этом фиксируют в обойме 8 в ее крайнем нижнем положении.

Таким образом, в начальной стадии деформации заготовки 1 подвижная матрица 6 перекрывает возможность течения металла во фланец (калибр 11 матрицы 6), и обратное выдавливание стержневой части 14 поковки в виде стакана с фасонированным дном осуществляют в закрытом калибре 10 матрицы 6 (фиг. 3).

Обратное выдавливание стержневой части 14 поковки в виде стакана с фасонированным дном выполняют при совместном движении верхнего пуансона 5 и обоймы 8 до момента достижения объема V_1 dna поковки высотой h_1 (фиг. 3), превышающего объем dna V_2 окончательно отштампованной поковки высотой h_2 (фиг. 4) в $1,2-1,8$ раза.

Направления течения металла заготовки и движения пуансона, образующего полость, на этой стадии обратного выдавливания противоположны. На контактных поверхностях

стержневой части 14 поковки и матрицы 6 возникают силы трения сопротивляющегося действия τ_c .

На неустановившейся стадии процесса выдавливания стержневой части 14 поковки заготовку 1 осаживают и раздают, заполняя калибр 10 матрицы 6, при этом происходит образование очага 15 деформации и интенсивное увеличение силы выдавливания.

На установившейся стадии процесса выдавливание обычно осуществляют до момента, когда очаг 15 деформации глубиной h_3 коснется дна матрицы или, в нашем случае, нижнего неподвижного пуансона 2.

Если процесс выдавливания продолжать после касания очага 15 деформации нижнего неподвижного пуансона 2, то выдавливание переходит в стадию, при которой сила деформирования резко возрастает, давление металла на инструмент превышает допустимые значения и в поверхностных слоях дна детали возможно разрушение.

Величину очага деформации h_3 для установившейся стадии процесса выдавливания можно определить по формуле, предложенной Л.А. Шофманом [3].

В предлагаемом способе предварительное формирование стержневой части 14 поковки обратным выдавливанием металла цилиндрической заготовки выполняют до достижения объема дна поковки V_1 высотой h_1 и толщиной перемычки S_1 (фиг. 3), превышающего объем V_2 дна окончательно отштампованной поковки высотой h_2 и толщиной перемычки S_2 (фиг. 4) в 1,2-1,8 раза. При этом высота дна $h_1 > h_2$ и толщина перемычки $S_1 > S_2$, так как в донной части выдавливаемого стакана (предварительно сформированной стержневой части 14 поковки) заключен объем металла, необходимый для формообразования фланцевой части 16 поковки и окончательного формирования стержневой части 14 поковки. Кроме того, перемычка S_1 гарантировано больше очага деформации $S_1 > h_3$, что и обеспечивает оптимальный режим формообразования стержневой части 14 поковки в виде стакана с фасонированным дном на данном этапе формообразования поковки.

Таким образом, предварительное формирование стержневой части 14 поковки обратным выдавливанием осуществляют в оптимальном режиме установившегося процесса с недоштамповкой по глубине глухой полости, определяемой из условия, что объем дна поковки V_1 высотой h_1 (фиг. 3) превышает объем дна окончательно отштампованной поковки V_2 высотой h_2 (фиг. 4) в 1,2-1,8 раза. Глубина глухой полости h_4 (фиг. 3) меньше глубины глухой полости h_5 (фиг. 4) окончательно отштампованной поковки 17.

Предварительное формирование стержневой части поковки в виде стакана с фасонированным дном полости объемом дна V_1 выполняют превышающим объемом дна окончательно отштампованной поковки V_2 в 1,2 раза из соображений получения глухой полости максимально возможной глубины h_4 при рабочем давлении на пуансон, не превышающем 2000-2200 МПа, что обеспечивает рентабельную штамповку.

Предварительное формирование стержневой части поковки в виде стакана с фасонированным дном полости при объеме дна $V_1 = 1,8 V_2$ обеспечивает на заключительной стадии штамповки практически одновременное заполнение фланцевой и стержневой частей поковки при оптимальных показателях напряженно-деформированного состояния поковки.

Если при обратном выдавливании стержневой части поковки в виде стакана с фасонированным дном полости оставлять объем дна $V_1 > 1,8 V_2$ и, соответственно, открытие калибра фланца осуществлять на более ранней стадии штамповки, то на завершающей стадии формообразования поковки высадка фланцевой части поковки будет опережать окончательное формообразование стержневой части поковки, что приводит к резкому увеличению усилия штамповки и давления в очаге деформации.

При дальнейшей деформации заготовки 1, после освобождения матрицы 6 от фиксации ее в осевом направлении устройством 7 (фиг. 3), перемещают подвижную матрицу 6 относительно обоймы 8 вверх возникающими активными силами трения τ_a на поверхности контакта цилиндрической заготовки и подвижной матрицы, открывая при этом калибр

BY 18788 C1 2014.12.30

11 матрицы 6 (фиг. 4), и осуществляют окончательное формирование стержневой части поковки и высадку фланцевой части поковки.

Окончательное формирование стержневой части 14 поковки и высадку фланцевой части 16 поковки после открытия калибра 11 для формирования фланцевой части поковки осуществляют путем поперечного кругового выдавливания металла цилиндрической заготовки в калибр для формирования фланцевой части поковки.

К моменту окончания формообразования поковки 17 подвижная матрица 6 занимает свое крайнее верхнее положение в обойме 8. Положение матрицы фиксируется устройством 7.

Перемещение матрицы в направлении, совпадающем с течением металла заготовки под воздействием активных сил трения τ_a , при обратном выдавливании позволяет снизить силы, действующие на верхний пуансон на 10 % и на нижний пуансон на 30 %, по сравнению с обратным выдавливанием без перемещения матрицы [4].

Совмещение на завершающей стадии штамповки выдавливания фланцевой части 16 поковки и окончательного формирования стержневой части 14 поковки улучшает общую схему напряженно-деформированного состояния поковки 17 благодаря тому, что перемещение недеформированных объемов металла (точек деформируемого тела) осуществляют на меньшие расстояния и с меньшим сопротивлением. Окончательное формообразование стержневой части 14 поковки 17 осуществляют с воздействием активных сил трения τ_a сразу после освобождения матрицы 6 от фиксации в осевом направлении. Действие активных сил трения τ_a увеличивают путем совмещения обратного выдавливания стержневой части 14 поковки и кругового выдавливания ее фланцевой части 16 за счет дополнительного воздействия на переходной калибр 12 матрицы 6 металлом, перемещаемым из дна стержневой части поковки в виде стакана в калибр 11 матрицы 6.

При обратном ходе пресса вначале осуществляют выталкивание отштампованной поковки 17 из матрицы 6 выталкивателем 18 (фиг. 5), затем в конце обратного хода матрицу 6 освобождают от фиксации в осевом направлении фиксирующим устройством 7 и перемещают в крайнее нижнее положение относительно обоймы 8 штампа и снова фиксируют (фиг. 6). После удаления отштампованной поковки 17 из рабочей зоны штамповая оснастка готова для последующей работы.

Таким образом, предлагаемый способ изготовления ступенчатой фланцевой поковки с глухой полостью обеспечивает по сравнению с известным способом повышение производительности минимум в два раза. Кроме того, реализация способа обеспечит увеличение рентабельности производства за счет сокращения затрат на нагрев и технологическую оснастку.

Моделирование новой технологии на кривошипном прессе КВ 2132 усилием 160 тс показало, что предложенный способ изготовления ступенчатой фланцевой поковки с глухой полостью изменяет кинематику течения металла при формообразовании поковки, обеспечивая оптимальные условия формоизменения стержневой и фланцевой частей поковки (уменьшение усилия штамповки и давления в очаге деформации).

Промышленное освоение заявленной технологии готовится к использованию в Республике Беларусь на РУПП "КИЗ "СИТОМО".

Источники информации:

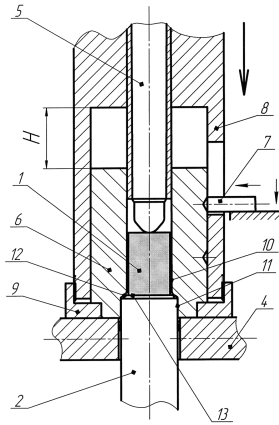
1. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. / Ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 2. Горячая штамповка / Под ред. Е.И. Семенова, 1986. - С. 243 - 244.

2. ВУ 13345, МПК В 21К 5/00, 2010.

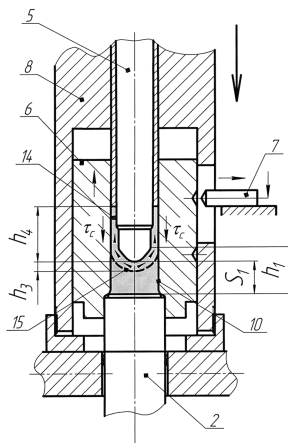
ВУ 18788 С1 2014.12.30

3. 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. 181-195, рис. 52 и 65.

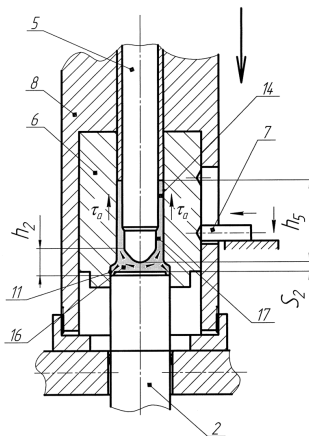
4. Сидоров А.А. Исследование процессов прямого и обратного выдавливания деталей типа стакан с использованием программного комплекса DeForm 2D. - [http:// www.thesis.com.ru/software/deform/deformexp.php](http://www.thesis.com.ru/software/deform/deformexp.php).



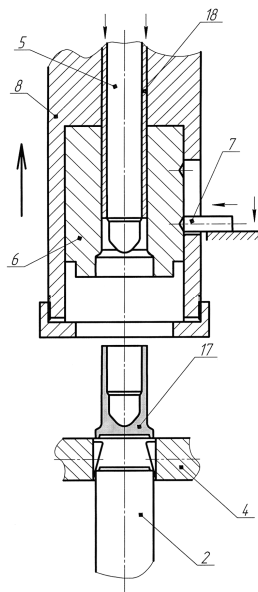
Фиг. 2



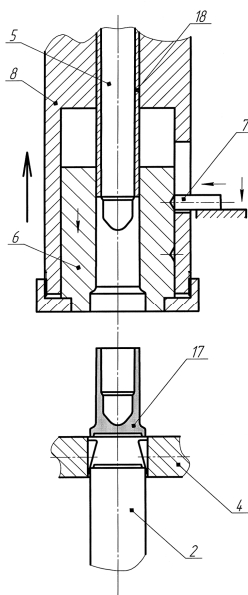
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6