

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **18113**

(13) **С1**

(46) **2014.04.30**

(51) МПК

**B 21J 5/08**

(2006.01)

(54)

**СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ СО СТЕРЖНЕМ  
ШТАМПОВКОЙ**

(21) Номер заявки: а 20110844

(22) 2011.06.16

(43) 2013.02.28

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

(72) Авторы: Качанов Игорь Владимирович; Здор Геннадий Николаевич; Исаевич Леонид Александрович; Шарий Василий Николаевич; Кудин Максим Валентинович; Власов Вячеслав Владимирович (ВУ)

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

(56) SU 893368, 1982.

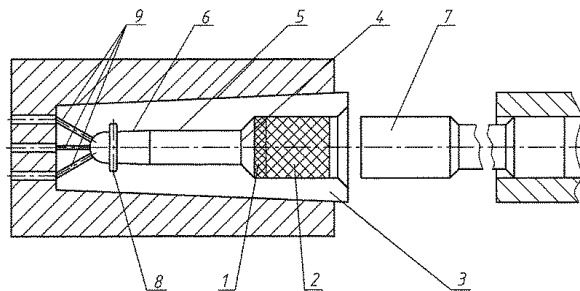
SU 204872, 1968.

SU 659264, 1979.

RU 2082533 С1, 1997.

(57)

Способ изготовления детали со стержнем штамповкой, при котором в контейнер матрицы с кольцевой полостью и точечными отверстиями в криволинейном дне помещают предварительно нагретые до температуры штамповки плакирующую пластину и стержневую заготовку и осуществляют высокоскоростное выдавливание до соударения торца стержневой заготовки с донной полостью матрицы с получением торца вогнутой формы за счет опережающего перемещения поверхностных слоев металла стержневой заготовки по отношению к центральным слоям, затем осуществляют ударное формообразование торца со скоростью соударения вогнутого торца с донной полостью матрицы от 100 до 140 м/с с пластическим течением металла плакирующей пластины и стержневой заготовки через точечные отверстия в криволинейном дне матрицы и образованием отростков на торце стержневой заготовки так, что соотношение суммы площадей выдавливаемых через точечные отверстия отростков к площади поперечного сечения стержневой заготовки составляет от 1/10 до 1/20, и с формированием неразъемного соединения между плакирующей пластиной и стержневой заготовкой за счет совместного радиального пластического течения их металла в кольцевую полость матрицы.



Фиг. 1

**ВУ 18113 С1 2014.04.30**

Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано при производстве изделий, имеющих стержневую часть.

Известен способ штамповки стержневых деталей [1], включающий нагрев заготовки и последующее ее высокоскоростное выдавливание в матрице.

Недостатком известного способа является низкое качество изделий, так как торцовая часть стержня при выдавливании не деформируется.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ штамповки деталей со стержнем [2], включающий нагрев заготовки и последующее высокоскоростное выдавливание с соударением стержневой части выдавливаемого стержня с донной полостью матрицы, при котором одновременно с соударением торцовой части стержня с донной полостью матрицы осуществляют точечное выдавливание поверхностных слоев торцовой части стержня при соотношении суммы площадей выдавливаемых точечных отростков к площади поперечного сечения стержня  $1/30-1/60$ .

Недостатком прототипа является относительно высокая, порядка 150-250 м/с, скорость соударения торца заготовки с донной частью матрицы, что приводит к росту инерционных нагрузок и дополнительному избыточному тепловыделению при соударении с дном матрицы, способствующих разрушению стержневой части детали и снижению стойкости всего изделия. Кроме того, используемая конструкция матрицы позволяет изготавливать стержневые детали только целиком из инструментальной стали, что приводит к ее перерасходу, а следовательно, снижает экономическую эффективность способа.

Задачей изобретения является повышение качества изготавливаемых изделий при снижении материалоемкости.

Поставленная задача достигается способом изготовления детали со стержнем штамповкой, при котором в контейнер матрицы с кольцевой полостью и точечными отверстиями в криволинейном дне помещают предварительно нагретые до температуры штамповки плакирующую пластину и стержневую заготовку и осуществляют высокоскоростное выдавливание до соударения торца стержневой заготовки с донной полостью матрицы с получением торца вогнутой формы за счет опережающего перемещения поверхностных слоев металла стержневой заготовки по отношению к центральным слоям, затем осуществляют ударное формообразование торца со скоростью соударения вогнутого торца с донной полостью матрицы от 100 до 140 м/с с пластическим течением металла плакирующей пластины и стержневой заготовки через точечные отверстия в криволинейном дне матрицы и образованием отростков на торце стержневой заготовки так, что соотношение суммы площадей выдавливаемых через точечные отверстия отростков к площади поперечного сечения стержневой заготовки составляет от  $1/10$  до  $1/20$ , и с формированием неразъемного соединения между плакирующей пластиной и стержневой заготовкой за счет совместного радиального пластического течения их металла в кольцевую полость матрицы.

Сущность изобретения поясняется фигурами, где изображена последовательность осуществления способа, при этом на фиг. 1 - укладка плакирующей пластины и заготовки в контейнер матрицы, на фиг. 2 - промежуточная стадия процесса - формирование вогнутой параболической полости на торце стержня, на фиг. 3 - завершающая стадия процесса - ударное формообразование торца с течением металлов плакирующей пластины и заготовки в кольцевую полость матрицы и последующее точечное выдавливание поверхностных слоев торцовой части стержня.

Плакирующую пластину 1 и заготовку 2 нагревают до температуры штамповки и помещают в разъемную матрицу 3 штампа для закрытого выдавливания. Формовочная полость 4 матрицы 3 имеет чистоту поверхности ( $Ra = 0,63-0,32$ ) и состоит из конического участка, переходящего в цилиндрическую полость 5, имеющую такую же чистоту поверхности. За цилиндрической полостью имеется коническая полость 6 с повышенной чистотой обработки поверхности ( $Ra = 0,25-0,063$ ). Для деформации плакирующей пластины 1

и заготовки 2 пуансон 7 разгоняют, например, в стволе порохового копра (на схеме не показан) до скорости 60-80 м/с. В результате он получает запас энергии, обеспечивающий высокоскоростную деформацию плакирующей пластины и заготовки, заканчивающуюся соударением выдавленного переднего торца стержня с днищем матрицы со скоростью 100-140 м/с. Получение торца стержня вогнутой формы обеспечивается путем продавливания стержневой части изделия через коническую полость 6 (конусность 1:100), имеющую повышенную чистоту обработки поверхности. В результате поверхностные слои выдавливаемого стержня перемещаются с большей скоростью, чем центральные, вследствие чего передняя часть принимает форму параболоида вращения с углом конусности при вершине 100-120°.

При соударении вогнутого параболического торца стержня с днищем матрицы 3 происходит кумулятивное схлопывание выемки. Причем величина угла конусности при вершине 100-120°, является оптимальной, что обеспечивает получение максимальной плотности энергии и скорости. В результате на границе раздела плакирующей пластины и заготовки происходит их сваривание. При этом металл, находящийся в передней части выдавленного стержня в объеме параболического торца, не испытывая воздействия сил статического трения покоя, растекается как вязкая жидкость по днищу матрицы. Обладая при этом достаточной энергией, металл устремляется в кольцевую полость 8, выполненную в матрице, что позволяет интенсифицировать процесс совместного радиального течения двух металлов на их границе для создания неразъемного соединения. После заполнения кольцевой полости 8, давление в металле все еще достаточно велико настолько, что металл, затекая в точечные отверстия 9 криволинейного днища матрицы, образует отростки на рабочем торце. При этом соотношение суммы площадей поперечных сечений отверстий к площади поперечного сечения стержня составляет 1/10-1/20. При отношении площадей меньше 1/20 течение металла в отверстия требует больших нагрузок, которые могут вывести из строя штамповый инструмент; при отношении площадей больше 1/10 имеют место нерациональные затраты штампуемого материала, затекающего в отверстия.

Экспериментально установлено, что соударение переднего торца стержня, имеющего вогнутую параболическую форму, с дном матрицы со скоростью меньше 100 м/с не приводит к локализации деформации в области соударения, и торец с параболической формой внедряется в стержень, а сам при этом практически не деформируется, в результате этого на переднем торце стержня сохраняется непроработанная крупнозернистая структура.

При соударении переднего торца выдавленного стержня, имеющего параболическую форму, с дном матрицы в диапазоне скоростей 100-140 м/с происходит искривление линий тока, которое сопровождается дроблением зерен и межкристаллитных включений. При этом происходит интенсивное растекание металла в радиальном направлении с формированием качественного неразъемного соединения по границе соприкосновения материалов плакирующей пластины и заготовки с образованием плотной волокнистой структуры на переднем торце стержня. Толщина защитного слоя, который образуется на переднем торце стержня готового изделия, обычно составляет половину высоты параболического торца.

При скоростях соударения выше 140 м/с имеют место разрывы стержневой частиковки под действием сил инерции и локальных термических разогревов.

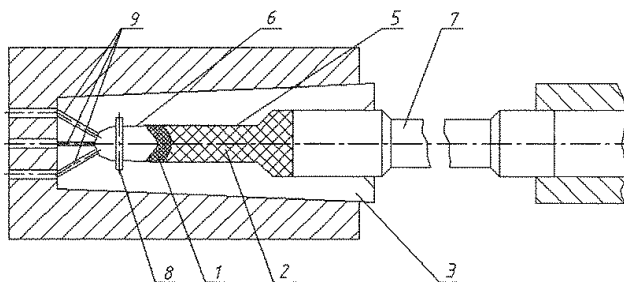
Полученная деталь имеет высокую проработку структуры торцевой части стержня, что повышает стойкость изделия.

Использование изобретения позволяет достичь значительной экономии дорогостоящих штампо-инструментальных сталей (до 95 %) при изготовлении из них только плакирующей пластины, а заготовки из конструкционных сталей, а также улучшить качество изделий за счет объемной проработки структуры. При этом повышаются эксплуатационные характеристики детали со стержнем.

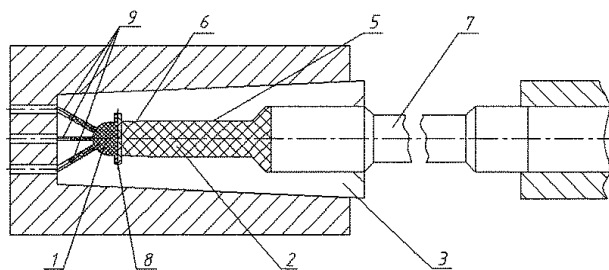
# ВУ 18113 С1 2014.04.30

Источники информации :

1. Перевозчиков Б.С., Мещанчук П.А., Новиков В.М., Логунов В.Г. Высокоскоростная штамповка заготовок из быстрорежущей стали. Прогрессивные техпроцессы обработки металлов давлением. Вып. 24. - М.: Машиностроение, 1971. - С. 100-119.
2. А.с. СССР 893368, МПК В 21J 5/00, В 21J 6/00, 1981 (прототип).



Фиг. 2



Фиг. 3