

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 7445

(13) U

(46) 2011.08.30

(51) МПК

B 21H 1/00 (2006.01)

B 23K 20/04 (2006.01)

(54) ТРЕХВАЛКОВЫЙ СТАН ПОПЕРЕЧНО-ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ

(21) Номер заявки: u 20100951

(22) 2010.11.17

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

(72) Авторы: Клубович Владимир Владимирович; Клушин Валерий Александрович; Марусич Владимир Иванович; Томило Вячеслав Анатольевич; Хрущев Евгений Викторович (ВУ)

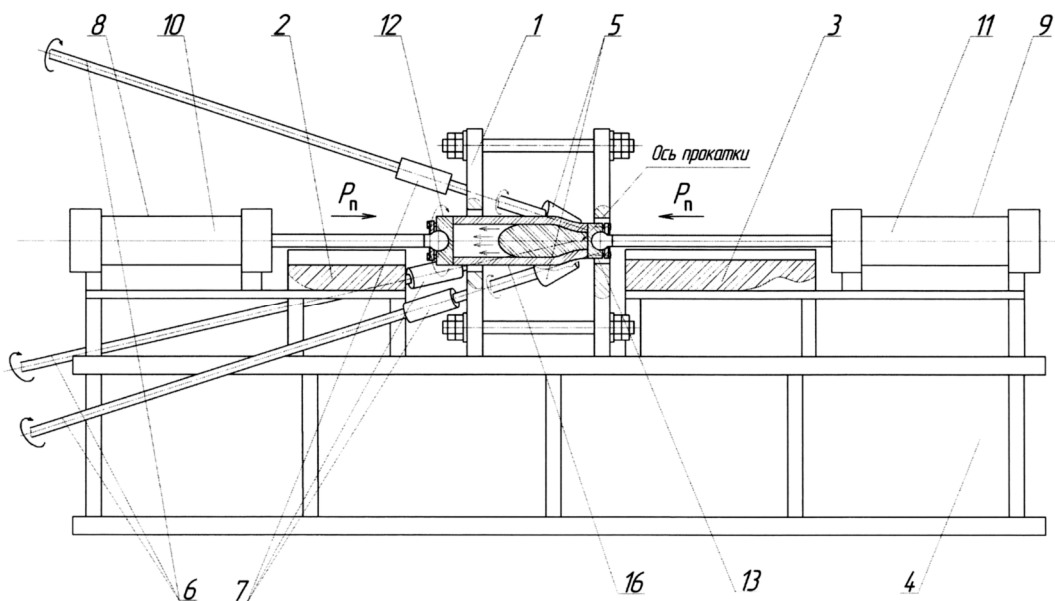
(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(57)

1. Трехвалковый стан поперечно-винтовой прокатки, включающий прокатную клеть, загрузочный и приемный лотки, отличающийся тем, что загрузочный и приемный лотки дополнительно снабжены механизмами подпора торцовых поверхностей деформируемой в прокатной клетке заготовки, выполненными в виде силовых гидроцилиндров, на штоках которых установлены приводные центры, соосные оси прокатки.

2. Трехвалковый стан по п. 1, отличающийся тем, что приводные центры выполнены в виде толкателей-центрователей для передачи усилия подпора от гидроцилиндров на торцовые поверхности прокатываемой заготовки и центрирования их положения относительно лотков и оси прокатки.

3. Трехвалковый стан по п. 2, отличающийся тем, что рабочие торцы толкателей-центрователей выполнены в виде шаровых опор.



Фиг. 1

(56)

1. Патент BY 13417, МПК В 21Н 1/00, 2009.
2. Потапов И.Н., Лебедев В.Н., Кобелев А.Г. и др. Слоистые металлические композиции: Учебн. пособие. - М.: Металлургия, 1986. - 216 с.
3. Клушин В.А., Рудович А.О. Технология и оборудование поперечно-клиновой прокатки: монография. - Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2010. - 300 с.
4. Клубович В.В., Томило В.А., Марусич В.И. Прокатка трубных заготовок в трехвалковом стане. Современные методы и технологии создания и обработки материалов: IV Междунар. науч.-техн. конф. Минск, 19-21 октября 2009: Сб. материалов. В 3 кн. Кн. 3. Обработка материалов давлением. Пленарные доклады / Ред. коллегия: С.А. Астапчик (гл. ред.) и др. - Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2009.

Полезная модель относится к обработке металлов давлением, в частности к оборудованию для поперечно-винтовой прокатки, которое может быть использовано для производства слоистых металлических заготовок для различных отраслей машиностроения. Осесимметричные слоистые металлические заготовки, например биметаллические заготовки с основным слоем из углеродистой стали и плакирующим слоем из сталей с высокой стойкостью против абразивного износа, в дальнейшем можно использовать при изготовлении рабочих органов почвообрабатывающей техники прокаткой, звездочек цепных передач радиальной штамповкой, деталей зубчатых передач объемной штамповкой и накаткой.

Известен стан для поперечной прокатки плоским клиновым инструментом [1], на котором осуществлено изготовление осесимметричной слоистой ступенчатой детали. Технология прокатки на известном стане включает монтаж на первоначальный центральный стержень из материала-основы, по меньшей мере, одной тонкостенной втулки, изготовленной из металла с требуемыми свойствами. Затем заготовку деформируют поперечной прокаткой до получения заданной формы, создавая сжимающие напряжения, превышающие их пороговые значения, для соединения втулки и центрального стержня сваркой.

На известном стане повышение качества сварки составляющих биметалла достигают за счет того, что при поперечной и поперечно-клиновой прокатках в поверхностных слоях возникают высокие сжимающие напряжения и значительные накопленные деформации.

Недостаток известного стана поперечно-клиновой прокатки, используемого для производства осесимметричных слоистых металлических заготовок и ступенчатых деталей, заключается в ограниченных технологических возможностях. Так, поперечной прокаткой на известном стане обеспечивается сварка только в случае, если плакирующий слой (твердый слой трубной составляющей) будет иметь небольшую толщину, т.е. зона сварки будет максимально приближена к поверхностному слою, где возникают высокие сжимающие напряжения и значительные накопленные деформации. В реальных же изделиях из слоистых металлических композиций, например в износостойких биметаллах, относительная толщина твердого слоя составляет 10-50 % [2, с. 11].

Кроме того, поперечной и поперечно-клиновой прокаткой можно производить заготовки и детали ограниченной длины и с небольшой по сравнению с продольной прокаткой производительностью [3].

Недостатком стана [1] является также то, что при прокатке на нем осесимметричных слоистых металлических заготовок низкий коэффициент использования основного слоя биметалла, который при производстве биметаллических заготовок и ступенчатых деталей уходит в концевые отходы. Так, при поперечно-клиновой прокатке пальца синхронизатора трактора МТЗ в ГНУ "ФТИ НАН Беларуси" составляющие пакета биметалла (втулка из стали 20ХН3А и стержень из стали 45) имели одинаковую длину 57 мм. В процессе совместного деформирования пакета составляющих биметалла плакирующий, более твердый

BY 7445 U 2011.08.30

слой (трубная часть пакета) деформируется с уменьшением наружного диаметра и увеличением толщины стенки, при этом основной слой металла (стержневая часть пакета) соответственно уменьшаясь в диаметре, удлиняется намного больше плакирующего слоя, что и является причиной его нерационального использования.

В качестве прототипа выбран трехвалковый стан поперечно-винтовой прокатки [4], включающий прокатную клеть, загрузочный и приемный лотки.

Использование трехвалковой схемы поперечно-винтовой прокатки при производстве осесимметричных слоистых металлических заготовок вместо схем продольной, поперечной и поперечно-клиновой прокаток имеет ряд преимуществ, основным из которых является наличие трех очагов деформации, создаваемых тремя валками, оси которых располагают под углом друг к другу и к оси прокатки (продольной оси заготовки). Заготовка в процессе прокатки получает не только вращательное (поперечная прокатка), но и поступательное движение вдоль оси прокатки (продольная прокатка). Наличие трех очагов деформации позволяет передавать заготовке в 1,5 раза больший крутящий момент по сравнению с прокаткой двумя валками и, соответственно, интенсифицировать процесс прокатки и сварки слоев биметалла за счет создания более высоких сжимающих напряжений и значительного накопления деформаций в зоне сварки составляющих биметалла.

Недостатком прототипа является то, что при изготовлении биметаллических изделий в процессе одновременной прокатки соединяемых металлов в большей степени деформируется основной слой металла, обладающий меньшим сопротивлением деформации, в связи с чем значительная его часть выдавливается за пределы плакирующего слоя и идет в отход.

В основу полезной модели положена задача создания прокатного оборудования, обеспечивающего повышение качества соединения (сварки) слоев биметалла и коэффициента использования основного слоя.

Поставленная задача достигается тем, что в трехвалковом стане поперечно-винтовой прокатки, включающем прокатную клеть, загрузочный и приемный лотки, согласно полезной модели, загрузочный и приемный лотки дополнительно снабжены механизмами подпора торцовых поверхностей деформируемой в прокатной клетке заготовки, выполненными в виде силовых гидроцилиндров, на штоках которых установлены приводные центры, соосные оси прокатки.

В трехвалковом стане приводные центры выполнены в виде толкателей-центрователей для передачи усилия подпора от гидроцилиндров на торцовые поверхности прокатываемой заготовки и центрирования их положения относительно лотков и оси прокатки.

В трехвалковом стане рабочие торцы толкателей-центрователей выполнены в виде шаровых опор.

Сущность заявляемого технического решения заключается в том, что загрузочный и приемный лотки трехвалкового стана поперечно-винтовой прокатки дополнительно снабжены механизмами подпора торцовых поверхностей деформируемой в прокатной клетке заготовки, что позволяет повысить качество сварки составляющих биметалла за счет создания условий всестороннего сжатия его основного слоя.

Кроме того, подпор торцовых поверхностей пакета составляющих биметалла в процессе его деформирования в прокатной клетке предотвращает выдавливание основного слоя, как более пластичного материала, за пределы торцовой поверхности плакирующего слоя.

Для лучшего понимания полезной модели ее поясняют чертежами, где:

фиг. 1 - общий вид трехвалкового стана поперечно-винтовой прокатки;

фиг. 2 - увеличенный вид загрузочного лотка с механизмом подпора;

фиг. 3 - увеличенный вид приемного лотка с механизмом подпора;

фиг. 4 - вид А по фиг. 2.

Трехвалковый стан поперечно-винтовой прокатки (фиг. 1) включает прокатную клеть 1, загрузочный 2 и приемный 3 лотки, смонтированные на станине 4. В прокатной клетке 1 отдельных корпусах установлены под углом друг к другу и к оси прокатки три рабочих

ВУ 7445 U 2011.08.30

валка 5 (на фигуре не показаны корпуса и один из валков). Привод 6 рабочих валков 5 состоит из трех мотор-редукторов с асинхронными двигателями и планетарными понижающими редукторами (на фигуре не показано). Приводные валы привода 6 соединены с хвостовиками рабочих валков 5 скользящими муфтами 7, допускающими осевое перемещение валков при регулировке межвалкового зазора.

Загрузочный лоток 2 и приемный лоток 3 (фиг. 1) с механизмами подпора 8 и 9 соответственно установлены на станине 4 соосно оси прокатки, определяемой положением прокатной клетки 1.

Механизмы подпора 8 и 9 (фиг. 1-3) выполнены в виде силовых гидроцилиндров 10 и 11, на штоках которых соответственно установлены приводные центры 12 и 13, соосные оси прокатки.

Приводные центры 12 и 13 (фиг. 2-4) выполнены в виде толкателей-центрователей для передачи усилия подпора P_n от гидроцилиндров 10 и 11 на соответствующие торцовые поверхности 14 и 15 прокатываемой заготовки 16 и центрирования положения исходной заготовки 16 и проката 17 относительно лотков 2 и 3 и оси прокатки.

Исходную заготовку 16 выполняют в виде пакета составляющих биметалла (например, лакирующий слой 18 и основной слой 19). Прокат 17 - осесимметричная слоистая металлическая заготовка (готовая продукция).

Рабочие торцы толкателей 20 и 21, соединенных со штоками гидроцилиндров 10 и 11 резьбовыми соединениями, и центрователей 22 и 23 выполнены в виде шаровых опор. Это позволяет в процессе прокатки осуществлять подпор заготовки 16 с обеих ее торцов 14 и 15, при этом центрователи 22 и 23 имеют возможность вращения совместно с деформируемой поперечно-винтовой прокаткой заготовкой 16 (фиг. 1-3).

Работу трехвалкового стана поперечно-винтовой прокатки покажем на примере прокатки осесимметричной слоистой металлической заготовки (фиг. 3) диаметром 14 мм и длиной 250 мм с лакирующим слоем из низкоуглеродистой коррозионно-стойкой стали 03X17H14M3 и основным слоем из углеродистой стали 45.

Исходная заготовка 16 (фиг. 2) включает лакирующий слой 18 - трубная заготовка из стали 03X17H14M3 с наружным диаметром 22 мм, толщиной стенки 2 мм (внутренний диаметр $18_{0}^{+0,021}$ мм) и длиной 180 мм; основной слой 19 из стали 45 диаметром $18_{+0,002}^{+0,015}$ мм длиной 63^{+2} мм.

Составляющие биметалла перед укладкой в пакет подвергают очистке от загрязнений, окисных и масляных пленок. Контактные поверхности соединяемых металлов подвергают механической обработке. После чего осуществляют укладку составляющих биметалла 18 и 19 в пакет 16 с выравниванием составляющих биметалла по его переднему торцу 15.

Длины составляющих биметалла 18 и 19 в исходной заготовке 16 (фиг. 2) назначают исходя из условия постоянства объема основного слоя 19 в момент его укладки в пакет 16 и после формирования слоистой металлической заготовки 17 (фиг. 3) заданной геометрии (длина заготовки, наружный диаметр и диаметр основного слоя).

Нагрев пакета составляющих слоистой металлической заготовки осуществляли в камерной печи до температуры 950 °С.

Деформацию пакета 16 осуществляли на трехвалковом стане поперечно-винтовой прокатки в наладочном режиме в следующей последовательности. Нагретый до температуры 950 °С пакет 16 подавали на загрузочный лоток 2 трехвалкового стана поперечно-винтовой прокатки (фиг. 1, 2) и включали привод 6. Затем механизмом подпора 8 осуществляли подачу пакета 16 в рабочие валки 5 прокатной клетки 1. Одновременно с подачей пакета 16 в рабочие валки осуществляли перемещение приводного центра 13 механизма подпора 9 в направлении прокатной клетки 1. Пакет 16 с наружным диаметром 22 мм захватывают рабочими валками 5 клетки 1 и прокатывают до диаметра 14 мм.

BY 7445 U 2011.08.30

После окончания процесса деформирования пакета 16 составляющих биметалла приводные центры 12 и 13 механизма подпора 9 отводят в исходное положение, а готовое изделие 17 - осесимметричную слоистую металлическую заготовку удаляют из приемного лотка 3.

Пакет деформировали со степенью деформации 60 % и вытяжкой 2,5.

Различие пластических свойств составляющих биметалла приводит к неравномерному распределению деформаций в слоях (фиг. 1), в большей степени деформируется основной слой 19 металла, обладающий меньшим сопротивлением деформации. Плакирующий трубный слой 18 из исходного состояния (диаметр 22 мм, толщина стенки 2 мм и длина 180 мм) деформирован прокаткой до диаметра 14 мм, при этом толщина стенки увеличилась до 2,5 мм и длина до 250 мм. Основной слой 19 металла при совместной прокатке деформировался с диаметра 18 мм до диаметра 9 мм, при этом за пределы переднего торца 15 плакирующего слоя 18 основной слой 19 не выдавливался, а за пределы заднего торца 14 плакирующего слоя 18 выдавливание металла было минимальным, не более 1-3 % от первоначального объема.

Подпор торцовых поверхностей проката осуществляют с усилием P_{II} в пределах.

$$(\sigma_{T1} - \sigma_{T2}) \cdot F \leq P_{II} \leq (0,5 - 0,9) \cdot P_X,$$

где σ_{T1} - предел текучести основного слоя слоистого металлического композита в условиях его деформирования;

σ_{T2} - предел текучести плакирующего слоя слоистого металлического композита в условиях его деформирования;

F - площадь поперечного сечения основного слоя композита;

P_X - осевая составляющая равнодействующей силы прокатки в валках.

Усилие подпора P_{II} не должно превышать осевую составляющую равнодействующей силы прокатки в валках P_X и в то же время не вызывать деформацию осадки пакета в момент его задачи в прокатную клетку и слоистой металлической заготовки (проката) в условиях ее деформирования прокаткой. Пределы значений усилия подпора $(0,5 - 0,9) \cdot P_X$ учитывают различные комбинации слоистых металлических заготовок по механическим свойствам их составляющих и технологическим режимам пластического деформирования.

Совместная пластическая деформация слоев биметалла на трехвалковом стане поперечно-винтовой прокатки с подпором торцовых поверхностей проката обеспечила рациональное, практически безотходное использование основного слоя биметалла, повышение качества соединения (сварки) слоев металлических заготовок и высокую производительность процесса.

Повышения качества соединения (сварки) слоев металлических заготовок достигают за счет использования трехвалковой схемы поперечно-винтовой прокатки и подпора торцов прокатываемой заготовки, что обеспечило интенсификацию процесса прокатки и сварки слоев биметалла путем создания более высоких сжимающих напряжений и значительного накопления деформаций в зоне сварки составляющих биметалла.

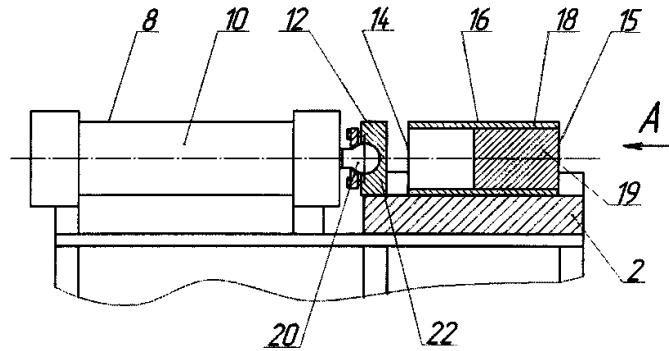
Интенсификации процесса прокатки и сварки слоев биметалла в начальной стадии процесса достигают за счет плотной упаковки слоев (по переходным посадкам) и последующей деформации в условиях всестороннего сжатия (подпор переднего торца пакета) с накоплением деформаций в зоне сварки составляющих биметалла по мере формоизменения геометрических параметров проката.

В процессе установившегося процесса прокатки образование прочного соединения обеспечивают пластической деформацией поперечно-винтовой прокаткой со степенями обжатия 20-60 % и кинематикой течения металла основного слоя, выдавливаемого в трубной составляющей биметалла в направлении, противоположном направлению прокатки. В процессе выдавливания основного слоя происходит его скольжение по контактной поверхности плакирующего слоя, что способствует разрушению окисных пленок на поверх-

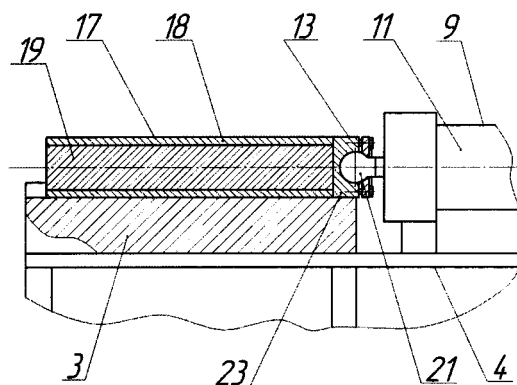
ВУ 7445 U 2011.08.30

ности плакирующего слоя и созданию физического контакта и активных центров (локальных участков ювенильных поверхностей) для схватывания металлов.

На заключительной стадии формирования осесимметричной слоистой металлической заготовки за счет заднего подпора прокатываемого пакета деформацию осуществляют, так же как и в начальной стадии прокатки, в условиях всестороннего сжатия с накоплением деформаций в зоне сварки составляющих биметалла.

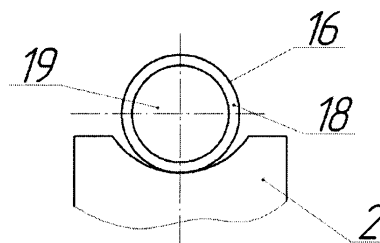


Фиг. 2



Фиг. 3

A (фиг. 2)



Фиг. 4