

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039100**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.12.03

(51) Int. Cl. **B21B 1/16** (2006.01)
B21B 1/08 (2006.01)

(21) Номер заявки
202092244

(22) Дата подачи заявки
2020.10.20

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ФАСОННЫХ ПРОФИЛЕЙ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ

(31) **2019136176**

(56) **SU-A1-1524946**

(32) **2019.11.12**

SU-A3-683606

(33) **RU**

RU-C2-2159162

(43) **2021.05.31**

US-B2-9050647

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
"МАГНИТОГОРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Г.И. НОСОВА" (ФГБОУ ВО
"МГТУ ИМ. Г.И. НОСОВА") (RU)**

(72) Изобретатель:

**Песин Александр Моисеевич,
Харитонов Вениамин Александрович,
Дригун Эрнст Михайлович,
Пустовойтов Денис Олегович,
Локотунина Наталья Михайловна
(RU), Тандон Пунит (IN), Ю Хайлянг
(CN)**

(74) Представитель:

Пыхтунова С.В. (RU)

(57) Изобретение относится к области обработки металлов давлением и может быть использовано для изготовления металлических фасонных профилей. Производство изделий с повышенными прочностными свойствами обеспечивается за счет того, что осуществляют холодную прокатку круглой заготовки в многовалковом калибре, образованном валками с гладкой бочкой, вращающимися в одной плоскости, со степенью деформации, приводящей к полному заполнению калибра, после чего осуществляют знакопеременную деформацию в направлении диагональной плоскости, проходящей через каждое ребро профиля, а затем каждую его грань подвергают обработке цилиндрическими бойками, совершающими одновременно вращательное вокруг своей оси и ударное возвратно-поступательное движения.

039100

B1
B1**039100**

Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано для изготовления фасонных профилей высокой точности.

Известен способ производства круглой арматуры, включающий холодную прокатку в трехвалковой клети (см. Прокатка особоточных профилей. Гладков Г.А., Долженков Ф.Е., Прищенко Л.Н. М.: Металлургия, 1979, с. 11).

Недостатком данного способа является невозможность получения ультрамелкозернистой структуры, а также недостаточная прочность получаемого профиля.

Наиболее близким аналогом является способ прокатки фасонных профилей высокой точности, включающий холодную прокатку круглой заготовки в многовалковом калибре, образованном валками с гладкой бочкой, вращающимися в одной плоскости, со степенью деформации, приводящей к полному заполнению калибра (см. Деформация металла в многовалковых калибрах. Поляков М.Г., Никифоров Б.А., Гун Г.С. М.: Металлургия, 1979, с. 88). Это обеспечивает получение в основном объеме очага деформации сжимающих напряжений.

Недостатком данного способа является невозможность получения ультрамелкозернистой структуры металла и, как следствие, необходимой прочности получаемого профиля. Также этот способ приводит к высокой неравномерности деформации по ширине бочки валка (см. Деформация металла в многовалковых калибрах. Поляков М.Г., Никифоров Б.А., Гун Г.С. М.: Металлургия, 1979, с. 52-53) и, как следствие, к снижению механических свойств профиля, что может вызывать разрушение металла в ребрах профиля.

Задача, решаемая изобретением, заключается в повышении прочностных свойств изготавливаемых фасонных профилей за счет создания в металле градиентной ультрамелкозернистой структуры и благоприятного напряженного состояния.

Технический результат, обеспечивающий решение задачи, заключается в более полной проработке поверхностных слоев металла за счет больших сдвиговых деформаций.

Поставленная задача решается тем, что в известном способе производства фасонных профилей высокой точности, включающем холодную прокатку круглой заготовки в многовалковом калибре, образованном валками с гладкой бочкой, вращающимися в одной плоскости, со степенью деформации, приводящей к полному заполнению калибра, согласно изобретению после прокатки осуществляют знакопеременную деформацию в направлении диагональной плоскости, проходящей через каждое ребро профиля, а затем каждая его грань подвергается обработке цилиндрическими бойками, совершающими одновременно вращательное вокруг своей оси и ударное возвратно-поступательное движения.

В заявляемом способе, как и в известном способе прокатки круглой заготовки в многовалковом калибре (см. Деформация металла в многовалковых калибрах. Поляков М.Г., Никифоров Б.А., Гун Г.С. М.: Металлургия, 1979, с. 88), взятом за прототип, основной признак, изложенный в формуле изобретения, предназначен для создания благоприятной схемы напряженного состояния профиля, снижающей вероятность разрушения металла и повышения его пластических свойств.

Известен способ холодной прокатки заготовок, включающий деформацию металла в непрерывной группе клетей петлеобразованием проката во взаимно перпендикулярных плоскостях. Заготовку деформируют на 20-40%, а петлеобразование осуществляют знакопеременным изгибом по плоскостям симметрии сечения, проходящим через ее ребра (см. авт.св. СССР № 1524946, кл. B21B 1/10, 1989 г.).

В заявляемом способе указанный признак, так же как и в известном способе, предназначен для релаксации растягивающих напряжений в ребрах профиля.

Однако наравне с вышеуказанными известными техническими свойствами заявляемая совокупность отличительных признаков, указанная в формуле изобретения, заключающихся в синергетическом эффекте от действия трех осуществляемых последовательно процессов: прокатки в многовалковом калибре, знакопеременной деформации в направлении диагональной плоскости, проходящей через каждое ребро профиля, и последующей обработке каждой грани профиля цилиндрическими бойками, совершающими одновременно вращательное и ударное возвратно-поступательное движение, обеспечивает создание сложной схемы напряженно-деформированного состояния металла. Она включает высокие деформации преимущественно всестороннего сжатия в очаге деформации при холодной прокатке в многовалковом калибре круглой заготовки; релаксацию напряжений в ребрах профиля при знакопеременной деформации; сдвиговую деформацию кручения и высокие ударные нагрузки при обработке граней профиля бойками. Это создает новый технический результат, заключающийся в более полной проработке поверхностных слоев металла за счет больших сдвиговых деформаций. Это позволяет обеспечить благоприятное напряженное состояние и формировать градиентную ультрамелкозернистую структуру металла, что, в свою очередь, позволяет получать фасонные профили с повышенными прочностными свойствами.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что заявляемый способ изготовления фасонных профилей не следует явным образом из известного уровня техники и, следовательно, соответствует условию патентоспособности "изобретательский уровень".

Сущность заявляемого способа поясняется чертежами.

На фиг. 1 изображена схема продольной прокатки металла в трехвалковом калибре. На чертеже позициями обозначены: 1 - заготовка; 2 - первый приводной валок; 3 - второй приводной валок; 4 - третий

приводной валок.

На фиг. 2 изображен треугольный профиль, полученный прокаткой в многовалковом калибре. На чертеже позициями обозначены: 5 - основной объем металла в очаге деформации; 6 - ребра профиля и части граней профиля, примыкающие к ним; 7 - центральные части граней профиля.

На фиг. 3 изображена схема деформации металла в калибре, состоящем из трех цилиндрических бойков. На чертеже позициями обозначены: 1 - заготовка; 8 - первый приводной боек; 9 - второй приводной боек; 10 - третий приводной боек.

Сущность предлагаемого способа производства фасонных профилей высокой точности состоит в следующем.

Круглая заготовка в холодном состоянии прокатывается в зависимости от формы профиля в соответствующем многовалковом калибре с требуемой степенью деформации. Заготовку 1 пропускают через калибр (фиг. 1), образованный, например, тремя приводными валками 2, 3 и 4, осуществляющими захват металла и его холодную деформацию. Основной объем металла в очаге деформации 5 (фиг. 2) деформируется сжимающими напряжениями. Однако из-за высокой неравномерности деформации по ширине гладкой бочки вала, образующего многовалковый калибр, в ребрах профиля и частях граней профиля 6, к ним примыкающим (фиг. 2), возникают растягивающие напряжения. В центральных частях граней профиля 7 (фиг. 2) действуют сжимающие напряжения. Структура деформированного металла представляет собой вытянутые в направлении деформации зерна. Причем в центре граней профиля зерна получают большую накопленную степень деформации, чем на их периферии. Это приводит к снижению прочностных и в большей степени пластических свойств профиля. Причем уровень остаточных растягивающих напряжений, действующих в ребрах профиля, с высокой вероятностью может вызвать их разрушение.

После знакопеременной деформации профиля уровень растягивающих напряжений в его ребрах значительно снижается. Снижается уровень растягивающих напряжений и в периферийных зонах граней профиля. Это исключает вероятность разрушения металла в ребрах профиля и повышает уровень пластических свойств профиля. Прочностные же свойства остаются прежними. Равноосная ультрамелкозернистая структура не формируется.

Затем заготовка 1 попадает во второй калибр (фиг. 3), образованный тремя приводными цилиндрическими бойками 8, 9 и 10, которые вращаются вокруг своей оси и совершают возвратно-поступательные движения, создавая ударную нагрузку. Это кардинально меняет деформированное и напряженное состояние и обеспечивает получение градиентной ультрамелкозернистой структуры. Степень накопленной деформации кручения пропорциональна углу сдвига, предельному числу оборотов бойка и радиусу бойка: она максимальна на периферии бойка и равна нулю в его центре. Таким образом, обработка вращающимися бойками обеспечивает получение максимальной накопленной деформации в периферийных зонах граней профиля, то есть там, где при обжатии в калибре металл получил меньшую степень деформации и где действуют растягивающие напряжения. Такая обработка способствует измельчению зерен металла в периферийных зонах граней профиля и, соответственно, повышению прочности профиля в целом. Сдвиговая деформация также способствует релаксации напряжений в этих зонах и образованию в них сжимающих напряжений, что способствует повышению пластических свойств профиля. Ударное поверхностное пластическое деформирование, производимое бойком, обеспечивает получение равноосной ультрамелкозернистой структуры в поверхностном слое граней профиля, что обеспечивает повышение прочности профиля и получение градиентной структуры.

Энергия удара, вводимая в металл бойками, способствует релаксации напряжений по всей поверхности граней профиля, что обеспечивает повышение его пластических свойств.

Пример конкретного выполнения

Заготовку круглого сечения диаметром 8,0 мм из меди марки М1 прокатали со степенью деформации 59% в трехвалковой клетке с диаметрами валков 200 мм и шириной бочки в равносторонний трехгранный профиль с размером грани 6,9 мм.

Затем профиль обработали в устройстве знакопеременной деформации. После чего каждая грань профиля была обработана бойком диаметром 7,0 мм. Число ударов бойка составляло 4000 уд/мин, скорость вращения - 700 об/мин.

Полученные механические свойства и структура металла представлены в таблице.

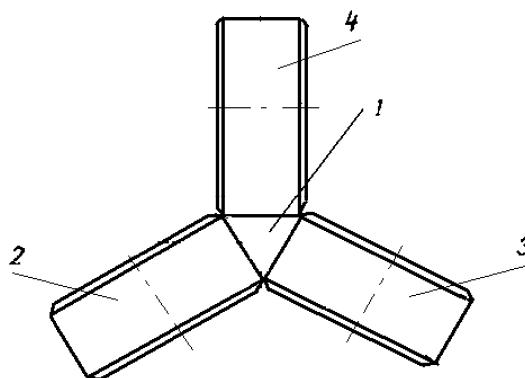
На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что в заявляемом способе производства фасонных профилей высокой точности возникает благоприятная схема напряженно-деформированного состояния металла, способствующая появлению большой сдвиговой деформации, что обеспечивает получение градиентной ультрамелкозернистой структуры металла с высокими прочностными свойствами. Соответственно, заявляемое решение может быть применимо в прокатном производстве, а следовательно, соответствует условию "промышленная применимость".

Механические свойства и структура металла

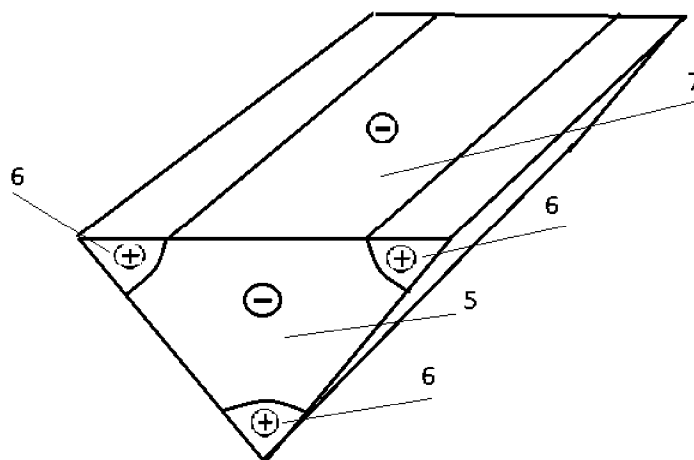
Номер опыта	Вид обработки	σ_b , МПа	δ , %	Структура металла на поверхности	Структура металла в центре
1	прокатка	290-300	24-25	кристаллическая	кристаллическая
2	знакопеременный изгиб	290-300	27-28	кристаллическая	кристаллическая
3	обработка бойками	430-440	20-22	ультрамелкозернистая	микрокристаллическая

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

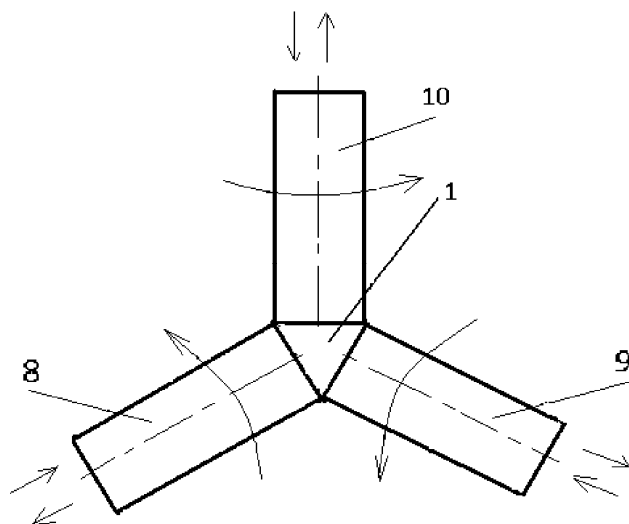
Способ производства фасонных профилей высокой точности, включающий холодную прокатку круглой заготовки в многовалковом калибре, образованном валками с гладкой бочкой, вращающимися в одной плоскости, со степенью деформации, обеспечивающей полное заполнение калибра, отличающийся тем, что после прокатки осуществляют знакопеременную деформацию в направлении диагональной плоскости, проходящей через каждое ребро профиля, а затем каждую его грань подвергают обработке цилиндрическими бойками, совершающими одновременно вращательное вокруг своей оси и ударное возвратно-поступательное движения.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2