

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 039117

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.12.07

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

(21) Номер заявки
202092247

(22) Дата подачи заявки
2020.10.20

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА МНОГОГРАННОЙ КАЛИБРОВАННОЙ СТАЛИ

(31) 2019141343

(32) 2019.12.11

(33) RU

(43) 2021.06.30

(56) SU-A3-683606
RU-C1-2354715
RU-C1-2707844
SU-A1-1729635
SU-A1-1524946
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,
Локотунина Наталья Михайловна
(RU), Тандон Пунит (IN), Ю Хайлянг
(CN), Пустовойтов Денис Олегович
(RU)

(74) Представитель:
Пыхтунова С.В. (RU)

(57) Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано для изготовления металлических многогранных профилей высокой точности с повышенными прочностными свойствами. Способ включает прокатку круглой заготовки в многовалковом калибре, образованном гладкими валками, собранными в замок. При этом после прокатки каждую грань профиля обрабатывают цилиндрическими бойками, совершающими высокочастотные возвратно-поступательные колебания. Бойки при этом установлены под углом к обрабатываемой поверхности, значение которого находится в диапазоне 20-70°. Изобретение обеспечивает возможность более полной проработки поверхностных слоев металла за счет больших сдвиговых деформаций.

B1

039117

039117

B1

Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано для изготовления металлических многогранных профилей высокой точности с повышенными прочностными свойствами.

Известен способ изготовления шестигранной калиброванной стали волочением за один или несколько переходов круглой заготовки через монолитные шестигранные волокна с применением вспомогательных операций термической обработки и подготовки поверхности металла к волочению (см. Шефтель Н.Н. Производство стальных калиброванных прутков. М.: Металлургия, 1970. С. 15).

Недостатком данного способа является невозможность получения градиентной ультрамелкозернистой структуры и, как следствие, повышенных прочностных свойств профиля.

Наиболее близким аналогом является способ производства многогранной калиброванной стали, включающий прокатку круглой заготовки в многовалковом калибре, образованном гладкими валками, собранными в замок (см. Прокатка малопластичных металлов с многосторонним обжатием/Барков Л.А., Выдрин В.Н., Пастухов В.В., Чернышев В.Н. Челябинск: Металлургия. Челябинское отделение. 1988. С. 224, рис. 110б).

Недостатком данного способа является невозможность получения градиентной ультрамелкозернистой структуры и, как следствие, повышенных прочностных свойств профиля.

Задача, решаемая изобретением, заключается в повышении прочностных и сохранении пластических свойств многогранной калиброванной стали 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 заявленном способе производства многогранной калиброванной стали, включающем прокатку круглой заготовки в многовалковом калибре, образованном гладкими валками, собранными в замок, согласно изобретению после прокатки каждую грань профиля обрабатывают цилиндрическими бойками, совершающими высокочастотные возвратно-поступательные колебания. Бойки при этом установлены под углом к обрабатываемой поверхности, значение которого находится в диапазоне 20-70°.

Заявляемый способ, как и известный (см. Шефтель Н.Н. Производство стальных калиброванных прутков. М.: Металлургия, 1970. С. 15) предназначен для получения формы и размеров калиброванной стали.

В заявляемом, как и в известном способе производства многогранной калиброванной стали (см. Прокатка малопластичных металлов с многосторонним обжатием/Барков Л.А., Выдрин В.Н., Пастухов В.В., Чернышев В.Н. Челябинск: Металлургия. Челябинское отделение. 1988. С. 224, рис. 110б), включающем прокатку круглой заготовки в многовалковом калибре, образованном гладкими валками, собранными в замок, взятом за прототип, основной признак, изложенный в формуле изобретения, предназначен для создания напряженного состояния профиля, обеспечивающего повышение его механических свойств.

Однако наравне с вышеуказанными известными техническими свойствами, заявляемая совокупность отличительных признаков, указанная в формуле изобретения, заключающихся в дополнительном эффекте от совместного действия двух последовательно осуществляемых процессов - холодной прокатки в многовалковом калибре и импульсной деформации каждой грани профиля цилиндрическими бойками - создает новый технический результат, заключающийся в более полной проработке поверхностных слоев металла за счет больших сдвиговых деформаций.

Создание сложной схемы напряженно-деформированного состояния, включающей деформацию металла в очаге деформации в многовалковом калибре под действием сжимающих напряжений, релаксацию остаточных напряжений и поверхностную обработку граней профиля цилиндрическими бойками, расположенными под углом к обрабатываемой поверхности и совершающими высокочастотные возвратно-колебательные движения, позволяет обеспечить благоприятное напряженное состояние профиля, сформировать градиентную ультрамелкозернистую структуру металла, что в свою очередь позволяет получать многогранную калиброванную сталь с повышенными механическими свойствами.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что заявляемый способ изготовления многогранной калиброванной стали 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 прокатки круглой заготовки в шестигранном закрытом калибре, где 1 - заготовка, 2 - валок.

На фиг. 2 изображена схема распределения деформаций по ширине калибра, где 3 - поверхность вала.

На фиг. 3 изображена схема импульсной обработки грани профиля наклонным цилиндрическим бойком, где 4 - цилиндрические бойки.

Сущность предлагаемого способа производства многогранной калиброванной стали состоит в следующем.

Круглая заготовка 1 (фиг. 1) в горячекатаном или термообработанном состоянии после удаления окалины прокатывается в многовалковом калибре, образованном шестью гладкими валками 2, собранными в замок. Такая схема сборки калибра обеспечивает возможность получения профиля с высокой точностью размеров и полным выполнением граней (фиг. 1). Основной объем металла в очаге деформации деформируется при этом при схеме напряженного состояния всестороннего сжатия. Однако из-за высокой неравномерности деформации (фиг. 2) по ширине бочки валка 3, образующего калибр, в гранях профиля, особенно в зонах, прилегающих к его ребрам, возникают растягивающие напряжения, а в центре граней - сжимающие. При этом в силу небольшой степени накопленной деформации и монотонности течения металла в очаге деформации в металле образуется крупное вытянутое в направлении течения зерно. Степень вытянутости зерен в центре граней профиля будет выше, чем на периферии.

После выхода калиброванной стали из прокатной клетки каждая ее грань подвергается импульсной обработке цилиндрическими бойками 4, которые устанавливаются в непосредственной близости к зоне выхода профиля из прокатной клетки под углом 20-70° к обрабатываемой грани (фиг. 3). Такая обработка за счет высокой скорости нагружения (не менее 2000 с⁻¹) обеспечивает релаксацию остаточных напряжений и получение градиентной ультрамелкозернистой структуры и, как следствие, значительное повышение прочности при сохранении высокой пластичности. Расположение бойка под углом к обрабатываемой грани профиля позволяет реализовать деформацию сжатия и сдвига, что обеспечивает получение на поверхности грани слоя ультрамелкозернистой структуры. Изменяя значения угла наклона бойка, можно управлять как размером зерен в поверхностном слое грани профиля, так высотой этого слоя.

Осуществлять обработку цилиндрическими бойками с углом наклона бойка менее 20° нецелесообразно, так как при этом основная доля энергии, подводимой к бойку, идет на сдвиговую деформацию, не оказывая при этом достаточного сжимающего воздействия на металл. При этом наблюдается пониженная пластичность металла.

Осуществлять обработку цилиндрическими бойками с углом наклона более 70° нецелесообразно, так как при этом 75% энергии тратится на деформацию сжатия. В результате не обеспечивается глубокая проработка поверхностного слоя в силу недостаточно создаваемой сдвиговой деформации, и соответственно не получается ультрамелкозернистая структура металла.

Пример конкретного выполнения

Для обоснования преимуществ заявляемого способа производства многогранной калиброванной стали по сравнению с прототипом было проведено 6 экспериментов, из них: эксперименты №1-3 с заявляемыми режимами, эксперименты №4-5 с режимами, выходящими за заявляемые пределы, и эксперимент №6 - по прототипу.

Заготовку круглого сечения диаметром 10,0 мм из меди марки М1 прокатали в шестивалковой клетке с замковым калибром, образованном валками диаметром 200 мм и шириной бочки валка 5,0 мм. В результате получили шестигранную сортовую сталь с размером 8,66 мм и шириной грани 5,0 мм.

Затем профиль обработали в устройстве знакопеременной деформации. При этом каждая грань профиля была обработана бойками диаметром 7,0 мм. Число ударов бойка составляло 4000 уд/мин.

При углах наклона бойка 19° и 71° была получена кристаллическая структура металла на поверхности профиля и, как следствие, недостаточные механические свойства металла.

Режимы обработки и результаты испытаний приведены в таблице.

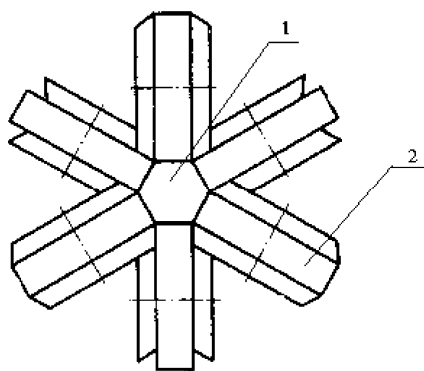
На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что в заявляемом способе производства калиброванной стали возникает благоприятная схема напряженно-деформированного состояния металла, способствующая появлению большой сдвиговой деформации, что обеспечивает получение градиентной ультрамелкозернистой структуры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

Механические свойства и структура многогранного прутка

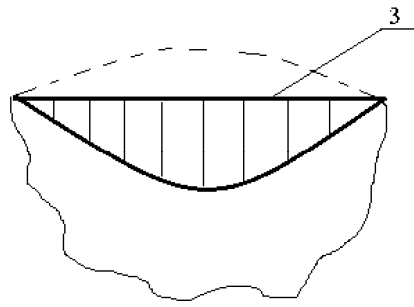
Номер опыта	Вид деформации	σ_b , МПа	δ , %	Угол наклона бойка, град.	Структура металла на поверхно- сти	Структура металла в центре
1	прокатка + об- работка цилин- дрическими бой- ками	430- 440	20- 22	20	ультрамел- козернистая	кристалли- ческая
2	прокатка + об- работка цилин- дрическими бой- ками	420- 430	21- 22	50	ультрамел- козернистая	кристалли- ческая
3	прокатка + об- работка цилин- дрическими бой- ками	410- 400	22- 23	70	ультрамел- козернистая	кристалли- ческая
4	прокатка + об- работка цилин- дрическими бой- ками	375- 380	19- 20	19	кристалли- ческая	кристалли- ческая
5	прокатка + об- работка цилин- дрическими бой- ками	300- 310	23- 24	71	кристалли- ческая	кристалли- ческая
6	прокатка	290- 300	24- 25	-	кристалли- ческая	кристалли- ческая

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

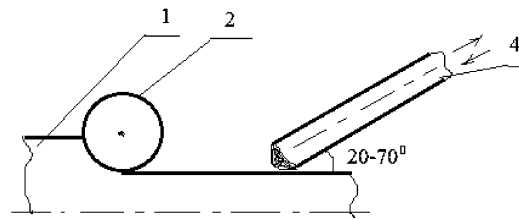
Способ производства многогранного калиброванного стального профиля, включающий прокатку круглой заготовки в многовалковом калибре, образованном гладкими валками, собранными в замок, отличающийся тем, что после прокатки каждую грань профиля обрабатывают цилиндрическими бойками, установленными под углом 20-70° к обрабатываемой поверхности, совершающими высокочастотные возвратно-поступательные колебания.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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