



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41415 (13) C2

(51) 7 B22D11/06, B22D23/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД(54) СПОСІБ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ СТРІЧКИ НЕРЖАВІЮЧОЇ АУСТЕНИТНОЇ СТАЛІ ТА ПРИСТРІЙ  
ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

(21) 97031248

(22) 19.03.1997

(24) 17.09.2001

(31) 96 03545

(32) 22.03.1996

(33) FR

(46) 17.09.2001, Бюл. № 8, 2001 р.

(72) Параді Філіпп, FR, Маршіонні Крістіан, FR, Бо-

баділла Манюель, FR, Дамасс Жан-Мішель, FR

(73) ЮЗІНОР, FR, ТІССЕН ШТАЛЬ АКТИЄНГЕЗЕЛ-  
ЛШАФТ, DE

(56) 1. Европейский патент № 0409645.

2. Европейский патент № 95/13889

(57) 1. Способ непрерывного литья ленты нержавеющей аустенитной стали непосредственно из жидкого металла, имеющего следующий состав, выраженный в масс. %: C ≤ 0,08%, Si ≤ 1%, Mn ≤ 2%, P ≤ 0,045%, S ≤ 0,030%, Cr между 17,0 и 20,0%, Ni - между 8,0 и 10,5%, на литейной машине на одну или между двумя движущимися стенками, наружная поверхность которых снабжена ямками, в которой зону, окружающую мениск, делают инертной при помощи защищающего газа заданного состава, **отличающийся** тем, что жидкому металлу придать отношение  $Cr_{экв}/Ni_{экв}$  больше 1,55, при этом

$$Cr_{экв} = \%Cr + 1,37x\%Mo + 1,5x\%Si + 2x\%Nb + 3x\%Ti$$

и

$$Ni_{экв} = \%Ni + 0,31x\%Mn + 22x\%C + 14,2x\%N + \%Cu$$

- используют подвижную стенку или подвижные стенки, вся поверхность которых состоит из примыкающих друг к другу ямок с диаметром от 100 мкм до 1500 мкм и глубиной от 20 мкм до 150 мкм,

- и используют защищающий газ, состоящий, по крайней мере, частично, из газа, растворимого в стали.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что отношение  $Cr_{экв}/Ni_{экв}$  поддерживают от 1,55 до 1,70.

3. Способ по п. 1 или п. 2, **отличающийся** тем, что ямки имеют диаметр от 700 мкм до 1500 мкм и глубину от 80 мкм до 120 мкм.

4. Способ по любому из пп. 1-3, **отличающийся** тем, что защищающий газ является смесью 50-100% азота и 0-50% аргона.

5. Способ по любому из пп. 1-4, **отличающийся** тем, что ленту непосредственно после ее отливки подвергают горячей прокатке при температуре от 800 до 1200°C с коэффициентом уменьшения, большим или равным 5%.

6. Способ по любому из пп. 1-5, **отличающийся** тем, что подвижные стенки представляют собой наружные поверхности двух охлаждаемых валков с горизонтальными осями, вращающихся в противоположных направлениях.

7. Устройство для непрерывного литья ленты нержавеющей аустенитной стали, содержащее одну или две подвижные охлаждаемые стенки, на которых осуществляется отвердевание материалов и поверхность которых состоит из ямок, и приспособление, позволяющее задавать состав газовой атмосферы, окружающей мениск, **отличающееся** тем, что ямки являются примыкающими и имеют диаметр от 100 мкм до 1500 мкм, и глубину от 20 до 150 мкм.

8. Устройство по п. 7, **отличающееся** тем, что подвижные стенки представляют собой наружные поверхности двух охлаждаемых валков с горизонтальными осями, вращающихся в противоположных направлениях.

Изобретения касаются непрерывного литья металлов. Более точно, они относятся к средствам для непрерывного литья металлов, таких как нержавеющая сталь, в форме тонких лент, путем отверждения жидкого металла на движущейся стенке или между двумя движущимися стенками. Эти движущиеся стенки могут, в частности, представлять собой боковые поверхности одного или

двух валков с горизонтальными осями, энергично охлаждаемых изнутри.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению – способу – по технической сущности является способ непрерывного литья ленты из нержавеющей аустенитной стали непосредственно из жидкого металла, имеющего следующий состав, выраженный в масс. %: C ≤ 0,08%, Si ≤ 1%, Mn ≤ 2%, P ≤ 0,045%, S ≤ 0,030%, Cr между 17,0 и 20,0%, Ni -

C2  
(13)  
41415  
(11)  
UA  
(19)

между 8,0 и 10,5%, на литейной машине на одну или между двумя движущимися стенками, наружная поверхность которых снабжена ямками, в которой зону, окружающую мениск, делают инертной при помощи защищающего газа заданного состава (Европейский патент 0409645). В соответствии с указанным патентом предлагается соединить использование ямок с использованием газовой смеси, состоящей из газа, растворимого в жидком металле (азот, водород, CO<sub>2</sub>, аммиак) и газа, нерастворимого в жидком металле (аргон, гелий).

При использовании защищающего газа, обладающего слишком высокой растворимостью в металле, возникает опасность того, что он не предотвратит проникновение металла до дна ямок: в таком случае получают быстрое отвердевание, генерирующее микротрещины (все как если бы поверхность для литья была строго гладкая), которое, кроме того, оставляет существовать на поверхности ленты выпуклости, представляющие собой "негативный" оттиск ямок. Наоборот, газ, полностью нерастворимый в жидком металле, подвергается опасности чрезмерного расширения и может оставить на поверхности ленты следы в виде углублений.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению – устройству - по технической сущности является устройство для непрерывного литья тонких металлических материалов, типа лент, содержащее одну или две подвижные охлаждаемые стенки, на которых осуществляется отвердевание материалов и поверхность которых состоит из ямок, и приспособление, позволяющее задавать состав газовой атмосферы, окружающей мениск (Европейский патент 95/13889). В соответствии с указанным изобретением предложено делать валки, имеющие на их поверхности круглые гребни и канавки глубиной от 10 до 60 мкм, удаленные друг от друга на 100-200 мкм. Эта форма гравировки связана с требованием к составу металла, который является нержавеющей аустенитной сталью, например, типа SUS 304, в которой отношение  $C_{гкв}/Ni_{гкв}$  должно быть меньше 1,60 и даже, предпочтительно, меньше 1,55.

Это последнее требование равносильно тому, что отвердевание металла должно осуществляться в первичной аустенитной области. Если отношение  $C_{гкв}/Ni_{гкв}$  больше этих величин, ленты имеют углубления в форме "крокодиловой кожи", которые могут переходить в микротрещины. Тем не менее, опыт показывает, что на этих типах нержавеющей аустенитных сталей лента очень чувствительна к растрескиванию при нагреве. В таком случае имеется опасность вызвать образование продольных трещин заметного размера, которые создают проблему, по меньшей мере, столь же серьезную, что и проблема, создаваемая микротрещинами, которой стараются избежать. Чтобы ее устранить, надо сильно уменьшить остаточные количества элементов, сообщающих хрупкость, которые присутствуют в металле, таких как сера и фосфор. Это приводит к особым требованиям к выбору сырья и/или способу изготовления жидкой стали, что неизбежно увеличивает себестоимость материалов.

Вместе с тем, цитированные средства не дают полного удовлетворения в связи с тем, что во мно-

гих случаях всегда констатируют образование микротрещин на материале, даже если оно заметно уменьшено по сравнению со случаем, когда сталь лют на гладкие валки или на валки с неподвижной шероховатостью.

В основу предлагаемых изобретений поставлена задача разработки для сталелитейщиков таких способа и устройства для непрерывного литья тонких металлических материалов, типа лент, которые позволят им лить нержавеющие аустенитные стали, например (но не только) стали типа SUS 304, в форме тонких лент толщиной несколько миллиметров, содержащих как можно меньше как микротрещин, так и продольных трещин, тем не менее, без того, чтобы было необходимо использовать жидкий металл с сильно уменьшенным содержанием остаточных элементов. Поставленная задача решается путем создания такого способа непрерывного литья ленты нержавеющей аустенитной стали непосредственно из жидкого металла, объем микротрещин в которой был бы минимальным путем выбора условий, при которых изменения объема (внутренних напряжений) металла, связанные с превращением феррит-аустенит, остаются минимальными и компенсируются за счет поступлений жидкого металла. Поставленная задача решается и в предлагаемом устройстве за счет выбора оптимальной шероховатости поверхности валков, соприкасаемых с получаемой лентой.

Поставленная задача решается с помощью предлагаемого способа, который, как и известный способ непрерывного литья ленты из нержавеющей аустенитной стали непосредственно из жидкого металла, имеющего следующий состав, выраженный в масс. %: C ≤ 0,08%, Si ≤ 1%, Mn ≤ 2%, P ≤ 0,045%, S ≤ 0,030%, Cr между 18,0 и 20,0%, Ni - между 8,0 и 10,5%, на литейной машине на одну или между двумя движущимися стенками, наружная поверхность которых снабжена ямками, в которой зону, окружающую мениск, делают инертной при помощи защищающего газа заданного состава, а, согласно изобретению, жидкому металлу придают отношение  $C_{гкв}/Ni_{гкв}$  больше 1,55, при этом:

$C_{гкв} = \%Cr + 1,37x\%Mo + 1,5x\%Si + 2x\%Nb + 3x\%Ti$   
и

$Ni_{гкв} = \%Ni + 0,31x\%Mn + 22x\%C + 14,2x\%N + \%Cu$   
- используют подвижную стенку или подвижные стенки, вся поверхность которых состоит из примыкающих друг к другу ямок с диаметром от 100 мкм до 1500 мкм, и глубиной от 20 мкм до 150 мкм;

- и используют защищающий газ, состоящий, по крайней мере частично, из газа, растворимого в стали.

Особенностью предлагаемого способа является и то, что отношение  $C_{гкв}/Ni_{гкв}$  поддерживают от 1,55 до 1,70.

Особенностью предлагаемого способа является и то, что ямки имеют диаметр от 700 мкм до 1500 мкм и глубину от 80 мкм до 120 мкм.

Особенностью предлагаемого способа является и то, что защищающий газ является смесью 50-100% азота и 0-50% аргона.

Особенностью предлагаемого способа является и то, что ленту непосредственно после ее от-

ливки подвергают горячей прокатке при температуре от 800 до 1200°C с коэффициентом уменьшения большим или равным 5%.

Особенностью предлагаемого способа является и то, что подвижные стенки представляют собой наружные поверхности двух охлаждаемых валков с горизонтальными осями, вращающихся в противоположных направлениях.

Поставленная задача решается и с помощью предлагаемого устройства, которое, как и известное устройство для непрерывного литья тонких металлических материалов, типа лент, содержит одну или две подвижные охлаждаемые стенки, на которых осуществляется отвердевание материалов и поверхность которых состоит из ямок, и приспособление, позволяющее задавать состав газовой атмосферы, окружающей мениск, а, согласно изобретению, ямки являются примыкающими и имеют диаметр от 100 мкм до 1500 мкм, и глубину от 20 до 150 мкм.

Особенностью предлагаемого устройства является и то, что подвижные стенки представляют собой наружные поверхности двух охлаждаемых валков с горизонтальными осями, вращающихся в противоположных направлениях.

Предметом изобретения является способ непрерывного литья ленты нержавеющей аустенитной стали непосредственно из жидкого металла, имеющего следующий состав, выраженный в масс.-%: C≤0,08%, Si≤1%, Mn≤2%, P≤0,045%, S≤0,030%, Cr от 18,0 до 20,0%, Ni от 8,0 до 10,5%, на литейной машине на одну или между двумя движущимися стенками, наружная поверхность которых снабжена ямками, в которой зону, окружающую мениск, делают инертной при помощи защищающего газа заданного состава, отличающийся тем, что:

- вышеупомянутому жидкому металлу придают отношение  $Cr_{эжв}/Ni_{эжв}$  больше 1,55, при этом:

$Cr_{эжв} = \%Cr + 1,37x\%Mo + 1,5x\%Si + 2x\%Nb + 3x\%Ti$   
и

$Ni_{эжв} = \%Ni + 0,31x\%Mn + 22x\%C + 14,2x\%N + \%Cu$ ;

- используют подвижную стенку или подвижные стенки, вся поверхность которых состоит из примыкающих друг к другу ямок с диаметром от 100 мкм до 1500 мкм, и глубиной от 20 мкм до 150 мкм;

- и используют защищающий газ, состоящий, по крайней мере частично, из газа, растворимого в стали.

В предпочтительном примере реализации вышеупомянутые подвижные стенки представляют собой наружные поверхности двух охлаждаемых валков с горизонтальными осями, вращающихся в противоположных направлениях.

Предметом изобретения является также литейное устройство для осуществления этого способа.

Как будет понятно, задача, решаемая изобретениями, достигается за счет объединения требований, касающихся состава металла, шероховатости поверхности или поверхностей для литья и состава защищающего газа.

Как было сказано, тонкая металлическая лента чувствительна к растрескиванию при нагревании и сильно подвержена развитию продольных трещин во время отвердевания. Чтобы устранить

это неудобство, предложено, согласно изобретению, осуществлять отвердевание ленты не полностью в области первичного аустенита, а в области, включающей первичный феррит. Однако, доля первичного феррита не должна быть слишком значительной, чтобы минимизировать сжатия, связанные с переходом от феррита к аустениту, которым подвергается металл во время отвердевания. В этих условиях, чтобы получить этот результат, нержавеющая аустенитная сталь (например, стали типа SUS 304 по стандарту AISI), имеющая следующий состав, выраженный в масс.-%: C≤0,08%, Si≤1%, Mn≤2%, P≤0,045%, S≤0,030%, Cr - от 18,0 до 20,0%, Ni - от 8,0 до 10,5%, должна, кроме того, удовлетворять условию:  $Cr_{эжв}/Ni_{эжв} > 1,55$  и, предпочтительно,  $1,55 < Cr_{эжв}/Ni_{эжв} < 1,70$ . При  $Cr_{эжв}/Ni_{эжв}$  от 1,55 до 1,70 изменения объема, связанные с превращением феррит-аустенит, которое начинается перед окончанием отвердевания, остаются минимальными и легко компенсируются за счет поступлений жидкого металла. Когда  $Cr_{эжв}/Ni_{эжв}$  больше 1,70, сжатия, связанные с превращением феррит-аустенит, начинают увеличиваться и уменьшение микротрещин становится менее значительным.

Отношение  $Cr_{эжв}/Ni_{эжв}$  вычисляют, исходя из формул Хаммара и Свенсона, то есть:

$- Cr_{эжв} = \%Cr + 1,37x\%Mo + 1,5x\%Si + 2x\%Nb + 3x\%Ti$

$- Ni_{эжв} = \%Ni + 0,31x\%Mn + 22x\%C + 14,2x\%N + \%Cu$

Чтобы этот особый состав стали мог полностью сыграть свою роль в сокращении поверхностных дефектов, он должен соответствовать конфигурации поверхности валков для литья, гарантирующей отличную равномерность процессов теплопереноса на всей вышеупомянутой поверхности. С этой точки зрения, конфигурации, обычно используемые в аналогах, в которых поверхности для литья сформированы таким образом, что состоят из полых гравированных зон (канавки или ямки), отделенных друг от друга шлифованными или очень слабо шероховатыми участками поверхности, не годятся. В самом деле, они проявляют, особенно благодаря отсутствию возможности прохождения газа из одной поллой зоны в другую, резкое чередование относительно больших участков поверхности, где металл непосредственно контактирует с холодным валком, и относительно больших участков поверхности, где металл контактирует с газовой подушкой, которая смягчает условия отвердевания. Это чередование вредно для получения хорошей равномерности охлаждения ленты и становится основной помехой, когда лют металл, способный подвергаться превращению феррит-аустенит во время его отвердевания.

В этих условиях тиснение на поверхности валков примыкающих ямок оставляет, следовательно, только немного места для прямого контакта между металлом и валком и, давая возможность защищающему газу проходить из одной ямки в другую, позволяет осуществить желаемую равномерность охлаждения. Вершины шероховатостей служат местами, инициирующими отвердевание, в то время как полые части образуют "сжимающиеся прокладки" для металла в процессе отвердевания и позволяют получить лучшее распределение сжатий, чем в случае, если бы поверхность

валков имела между ямками шлифованные или слабо шероховатые участки. Конечно, равномерность охлаждения также будет реализована, если будут использоваться валки, поверхность которых будет точно отшлифована. Но тогда охлаждение будет слишком резким и не будет извлечена польза из наличия сжимающихся прокладок, которые позволяют "смягчить" превращение феррита-аустенит. Это приведет к возникновению большого количества трещин. С другой стороны, лишают себя возможность модулировать интенсивность процессов теплопереноса, играя на составе и расходе защищающего газа, который позволяет, например, регулировать во время литья выпуклость валков.

С другой стороны, использование ямок, скорее чем канавок, как в международном патенте 95/13889, обеспечивает более однородное отвердевание по ширине материала, благодаря случайному характеру поверхностной структуры валка.

Для получения искомого результата прилегающие ямки должны иметь диаметр от 100 мкм до 1500 мкм, если они имеют, по крайней мере, приблизительно, круглую форму. Разумеется, что они могут быть также более или менее грубо эллиптической формы. В таком случае их размеры должны придать им поверхность, точно эквивалентную той, которую бы имели круглые ямки вышеупомянутого типа. Их глубина заключена между 20 мкм и 150 мкм.

Ямки могут быть сделаны на валках известными обычными способами: лазерной обработкой, фотогравированием, дробеструйной обработкой. Само собой разумеется, особенно в последнем случае, что используемый способ получения ямок нужного размера должен учитывать механические свойства слоя никеля, который, обычно, покрывает поверхность медной обечайки валка.

Эти размеры ямок должны быть сопряжены с составом защищающего газа, который должен быть адаптирован к ним, по крайней мере, в зоне мениска, где окружающий газ захватывается в ямки между поверхностью валка и мениском. Например, нельзя использовать чистый аргон, нерастворимый в стали, так как он будет образовывать слишком толстую "подушку", что сделает слишком неоднородным контакт между сталью и валком. Будет также слишком большая и слишком резкая разность температур между точками контакта и отсутствия контакта металлической пленки с валком. Это слишком замедлит отвердевание и, следовательно, упрочнение металлической пленки и таким образом будет способствовать появлению трещин. Наоборот, использование чистого растворимого газа, например, азота, рискует тоже быть негодным в случае, когда ямки имеют диаметр в верхней части вилки, определенной перед этим, и малую глубину, так как он не сможет предотвратить проникновение стали глубоко в ямки и появление, таким образом, слишком заметной поверхности контакта с валком. Таким образом, вновь столкнутся с проблемами, которых хотели избежать, с возникновением, сверх того, опасности образования на ленте выпуклостей, которые будут являться "негативным" отпечатком неровности поверхности валков. Следовательно, путем

моделирования и/или экспериментально необходимо определить, какие составы защищающего газа, присутствующего на уровне мениска, лучше всего приспособлены к данным ямкам и к данным составам металла. Больше всего обычно используют защищающий газ, состоящий из азота (50-100%) и аргона (0-50%). Отличные результаты получают с таким защищающим газом, используемым совместно с примыкающими ямками диаметром 700-1500 мкм и глубиной 80-120 мкм, при литье нержавеющей стали типа SUS 304, имеющей отношение  $C_{гжв}/Ni_{жв}$  от 1,55 до 1,70.

Надо также предусмотреть оборудование машины для непрерывного литья защищающим приспособлением, позволяющим хорошо регулировать состав атмосферы в зоне мениска. Этой цели удовлетворяет устройство, описанное во французской заявке на патент 2727338, но могут быть использованы и все другие эквивалентные устройства.

Чтобы получить еще более высокое качество поверхности конечного продукта, можно также предусмотреть осуществление в линии, непосредственно после литья, горячую прокатку при температуре от 800°C до 1200°C, с коэффициентом уменьшения толщины больше или равным 5%. Она позволяет уменьшить шероховатость необработанной литой ленты и придать таким образом прекрасный внешний вид поверхности конечного продукта.

В качестве примера таблица 1 иллюстрирует влияние отношения  $C_{гжв}/Ni_{жв}$  стали на число микротрещин на  $дм^2$ , замеченных на ленте, отлитой между двумя валками. Результаты были получены для двух средних диаметров ямок (600 мкм и 1000 мкм) и для защищающего газа, состоящего из 90% азота и 10% аргона. Составы сталей, соответствующие различным опытам, даны в таблице 2: речь идет о нержавеющей аустенитных сталях типа SUS 304, содержания остаточных элементов в которых не являются особо низкими.

Как видно, при среднем диаметре ямок 1000 мкм получают поверхность ленты, лишенную или практически лишенную микротрещин вплоть до отношения  $C_{гжв}/Ni_{жв}$  равного 1,69 включительно. Обычно считают, что плотность микротрещин на  $дм^2$  меньше или равная 40 является очень хорошим результатом. С этой точки зрения использование ямок значительно меньшего диаметра (600 мкм) дает менее удовлетворительные результаты. Но надо подчеркнуть, что ленты, полученные таким образом для двух типов ямок, лишены продольных трещин, за исключением тех, для которых отношение  $C_{гжв}/Ni_{жв}$  было равно 1,40. Наличие таких продольных трещин, видимых невооруженным глазом, является абсолютно неисправимым дефектом, так как он существует на прокатанных материалах, что делает их полностью непригодными для использования. Как уже говорилось, чтобы не получить такие продольные трещины на стали, которая будет иметь отношение  $C_{гжв}/Ni_{жв}$  меньше 1,55, надо снизить в ней содержания элементов, придающих хрупкость (особенно, серы и фосфора), что заметно увеличит стоимость обработки. Сопряжение условий литья согласно изобретению позволяет решить эту проблему.

Более детально было также изучено влияние диаметра ямок на образование микротрещин и полученные результаты резюмированы в таблице 3. Рассматривают две разные марки, соответствующие отношениям  $Cr_{эжв}/Ni_{эжв}$  равным 1,63 и 1,80 (данные об их детальном составе в таблице 2). Защищающий газ состоял из 90% азота и 10% аргона.

Из этих примеров видно, что наилучшие результаты по плотности микротрещин принципиально получаются для диаметров ямок порядка от 700 мкм до 1500 мкм и отношения  $Cr_{эжв}/Ni_{эжв}$  равного 1,63. На всех исследованных образцах отмечено отсутствие продольных трещин.

Что касается влияния состава защищающего газа (в данном случае его способности в большей или меньшей степени растворяться в стали), результаты этого исследования резюмированы в таблице 4. Испытания были проведены с использованием валков, ямки которых имели средний диаметр 1000 мкм.

Отмечают, что отличные результаты получены, принципиально, при содержаниях аргона меньше или равных 50% с отношением  $Cr_{эжв}/Ni_{эжв}$  равным 1,63, оптимум был достигнут при отношении аргон/азот от 10/90 до 20/80%. Однако, выше 50% аргона констатируют, что неровности валка чрезмерно отпечатываются на ленте "в виде негатива" и не рекомендуют работать в этом диапазоне величин.

Наконец, что касается влияния горячей прокатки в линии, осуществляемой непосредственно после литья, на шероховатость  $R_a$  ленты, таблица 5 показывает это влияние на ленты, имеющие отношение  $Cr_{эжв}/Ni_{эжв}$  равное 1,63, полученные литьем на валки с ямками со средним диаметром 1000 мкм с защищающим газом, состоящим из 90% азота и 10% аргона.

Шероховатость ленты уменьшается, когда коэффициент уменьшения ее толщины во время горячей прокатки увеличивается. Шероховатости  $R_a$ , обычно встречающиеся без горячей прокатки на лентах аналогах, являются величинами порядка 4,5 мкм, по меньшей мере: коэффициент уменьшения толщины 5% достаточен, следовательно, для получения более слабых шероховатостей в оптимальных условиях согласно изобретению.

Как было сказано, изобретение может быть использовано на машинах для литья на одну или две подвижные стенки тонких металлических материалов, таких как машина для литья на единственный валок, или машина для литья между лентами. Самым главным для этого устройства является то, что состав стали, поверхность или поверхности для литья, контактирующие с жидким металлом, имеют характеристики шероховатости, которые были описаны, и что газообразная окружающая среда на уровне мениска также может быть воспроизведена сообразно предыдущей инструкции.

Таблица 1

Влияние отношения  $Cr_{эжв}/Ni_{эжв}$  на число микротрещин на  $дм^2$

$Cr_{эжв}/Ni_{эжв}$	Число микротрещин на $дм^2$ средний диаметр ямок 600 мкм	Число микротрещин на $дм^2$ средний диаметр ямок 1000 мкм
1,40 (эталон)	20	0
1,56	40	0
1,61	80	0
1,63	120	0
1,66	200	0
1,69	300	20
1,72	420	60
1,75	580	130
1,78	760	250
1,80	960	320
1,84		570

Таблица 2

Состав солей, использованных во время опытов таблицы 1

C%	0,056	0,021	0,018	0,054	0,054	0,014	0,016	0,041	0,037	0,041	0,040
Mn%	1,57	1,52	1,58	1,42	1,49	1,63	1,55	1,30	1,22	1,14	1,20
P%	0,020	0,020	0,022	0,023	0,021	0,021	0,020	0,023	0,022	0,017	0,024
S%	0,003	0,002	0,002	0,002	0,005	0,001	0,001	0,004	0,003	0,004	0,004
Si%	0,238	0,453	0,524	0,255	0,260	0,470	0,502	0,371	0,337	0,347	0,354
Ni%	10,47	10,40	10,18	9,04	9,07	10,01	10,02	8,81	8,63	8,56	8,53
Cr%	18,04	18,13	18,07	18,03	18,30	18,65	18,78	18,27	18,05	18,39	18,57
Cu%	0,244	0,035	0,035	0,161	0,079	0,178	0,027	0,107	0,148	0,019	0,156
Mo%	0,058	0,062	0,027	1,188	0,233	0,162	0,108	0,162	0,173	0,019	0,186
Nb%	0,003	0,003	0,004	0,001	0,004	0,002	0,002	0,008	0,003	0,002	0,002
Ti%	0,003	0,003	0,003	0,003	0,001	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
N%	0,0523	0,0530	0,0441	0,0451	0,0452	0,0421	0,0441	0,0469	0,0413	0,0496	0,0407
Cr <sub>экв</sub> %	18,49	18,91	18,91	18,68	19,02	19,59	19,69	19,07	18,80	18,94	19,37
Ni <sub>экв</sub> %	13,18	12,12	11,73	11,46	11,45	11,59	11,50	10,89	10,56	10,52	10,52
Cr <sub>экв</sub> /Ni <sub>экв</sub>	1,40	1,56	1,61	1,63	1,66	1,69	1,71	1,76	1,78	1,80	1,84

Таблица 3

Влияние диаметра ямок на число микротрещин на  $\text{дм}^2$ 

Средний диаметр ямок (мкм)	Число микротрещин на $\text{дм}^2$ $\text{Cr}_{\text{экв}}/\text{Ni}_{\text{экв}}=1,63$	Число микротрещин на $\text{дм}^2$ $\text{Cr}_{\text{экв}}/\text{Ni}_{\text{экв}}=1,80$
100	400	2000
400	240	1350
600	120	960
800	30	580
1000	0	320
1200	20	300
1500	50	360

Таблица 4

Влияние состава защищающего газа на число микротрещин на  $\text{дм}^2$ 

% аргон/азот	Число микротрещин на $\text{дм}^2$ $\text{Cr}_{\text{экв}}/\text{Ni}_{\text{экв}}=1,63$	Число микротрещин на $\text{дм}^2$ $\text{Cr}_{\text{экв}}/\text{Ni}_{\text{экв}}=1,80$
0/100	5	300
10/90	0	320
20/80	0	360
30/70	10	400
40/60	20	440
50/50	50	490
60/40	90	
80/20	200	
100	300	

Таблица 5

Влияние горячей прокатки в линии на шероховатость ленты

Коэффициент уменьшения толщины при горячей прокатке	$R_a$ (мкм)
0% (без прокатки)	10,6
5%	4,2
10%	3,2
20%	2,2
30%	1,6
40%	1,4
50%	1,2

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60x84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22