



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011145212/02, 07.11.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.11.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.11.2011

(45) Опубликовано: 27.04.2013 Бюл. № 12

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2333968 C1, 20.09.2008. RU 2336320 C1, 20.10.2008. RU 2336317 C1, 20.10.2008. US 20090238713 A1, 24.09.2009. US 20080286504 A1, 20.11.2008.

Адрес для переписки:

620100, г.Екатеринбург, а/я 1008, Г.Н.
Шаховой

(72) Автор(ы):

Соляников Андрей Борисович (RU),
Полянский Михаил Александрович (RU),
Преин Евгений Юрьевич (RU),
Гребцов Владимир Анатольевич (RU),
Шрейдер Алексей Васильевич (RU),
Четверикова Любовь Викторовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество
"Металлургический завод имени А.К.
Серова" (RU)**(54) ТРУБНАЯ ЗАГОТОВКА ИЗ ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к металлургии, а именно к производству трубных заготовок диаметром от 90 до 110 мм, 140 мм и 150 мм. Заготовка изготовлена из легированной стали, включающей следующие компоненты, мас. %: углерод 0,16-0,20, марганец 0,50-0,90, кремний 0,17-0,37, хром 2,50-3,00, никель 0,05-0,25, молибден 0,15-0,25, ванадий 0,05-0,10, ниобий 0,03-0,06, титан 0,005-0,030, алюминий 0,020-0,050, медь 0,10-0,30, сера 0,0001-0,010, азот 0,001-0,008, железо и неизбежные примеси остальное. В качестве неизбежных примесей сталь содержит, в мас. %: фосфор 0,001-0,015, водород не более 2 ppm, кислород не более 20 ppm, а для ее компонентов выполняется соотношение: $Cr_{экв.} > 3,0$, где $Cr_{экв.} = [Cr] + 2[Mo] + 5[V] + 1,5[Nb] + 1,5[Ti]$. Заготовка имеет максимальные

значения показателей по макроструктуре до 2 баллов по каждому из видов: центральная пористость, точечная неоднородность, ликвационный квадрат, подкорковые пузыри на глубину не более 2 мм, а содержание неметаллических включений по сульфидам, оксидам строчечным, силикатам недеформируемым по среднему баллу - не более 2,5 и по максимальному - не более 3,0, по оксидам точечным, силикатам хрупким по среднему баллу - не более 1,5 и по максимальному - не более 2,0; по силикатам пластичным, нитридам по среднему баллу - не более 1,0 и по максимальному - не более 1,5. Повышается однородность макроструктуры проката и снижается содержание неметаллических включений, приводящие к повышению комплекса потребительских свойств. 4 табл., 1 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C22C 38/50 (2006.01)
C21D 8/10 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2011145212/02, 07.11.2011**(24) Effective date for property rights:
07.11.2011

Priority:

(22) Date of filing: **07.11.2011**(45) Date of publication: **27.04.2013 Bull. 12**

Mail address:

620100, g.Ekaterinburg, a/ja 1008, G.N. Shakhovoj

(72) Inventor(s):

**Soljanikov Andrej Borisovich (RU),
Poljanskij Mikhail Aleksandrovich (RU),
Prein Evgenij Jur'evich (RU),
Grebtsov Vladimir Anatol'evich (RU),
Shrejder Aleksej Vasil'evich (RU),
Chetverikova Ljubov' Viktorovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoje obshchestvo
"Metallurgicheskij zavod imeni A.K. Serova"
(RU)**

(54) TUBE WORKPIECE FROM ALLOYED STEEL

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: workpiece is made from alloyed steel containing the following components, wt %: carbon 0.16 - 0.20, manganese 0.50 - 0.90, silicon 0.17 - 0.37, chrome 2.50 - 3.00, nickel 0.05 - 0.25, molybdenum 0.15 - 0.25, vanadium 0.05 - 0.10, niobium 0.03 - 0.06, titanium 0.005 - 0.030, aluminium 0.020 - 0.050, copper 0.10 - 0.30, sulphur 0.0001 - 0.010; nitrogen 0.001 - 0.008; iron and inevitable impurities are the rest. Steel contains the following components as impurities, wt %: phosphorus 0.001 - 0.015, hydrogen of not more than 2 ppm, oxygen of not more than 20 ppm, and its components meet the following ratio: $Cr_{equiv} > 3.0$, where: $Cr_{equiv} = [Cr] + 2[Mo] + 5[V] + 1.5[Nb] + 1.5[Ti]$. Casting has maximum values of

properties as to macrostructure - up to 2 for each type: central porosity, point non-homogeneity, liquation square, subsurface pinholes to the depth of not more than 2 mm, and content of non-metallic inclusions for sulphides, line oxides, non-deformable silicates as to an average point - not more than 2.5 and as to maximum point - not more than 3.0, for line oxides, brittle silicates as to an average point - not more than 1.5 and as to maximum point - not more than 2.0; for plastic silicates, nitrides as to an average point - not more than 1.0 and as to maximum point - not more than 1.5.

EFFECT: increasing homogeneity of rolled steel macrostructure and reducing the content of non-metallic inclusions, which lead to improvement of a set of consumer properties.

4 tbl, 1 ex

Изобретение относится к металлургии, в частности к производству трубной заготовки диаметром от 90 до 110 мм, 140 мм и 150 мм.

Наиболее близкой к предлагаемой по качественному и количественному составу стали является трубная заготовка из легированной стали, горячекатаная с заданными параметрами структуры и механических свойств, которая выполнена из стали, включающей углерод 0,16-0,21, марганец 0,70-1,10, кремний 0,17-0,37, хром 0,80-1,10, никель 0,80-1,10, молибден 0,005-0,11, ванадий 0,002-0,015, титан 0,001-0,015, сера 0,20-0,35, кальций 0,001-0,010, азот 0,005-0,015, мышьяк 0,0001-0,03, олово 0,0001-0,2, свинец 0,0001-0,01, цинк 0,0001-0,005, железо и неизбежные примеси - остальное, при выполнении следующих соотношений компонентов: $As+Sn+Pb+5 \times Zn \leq 0,7$; $Ca/S \geq 0,065$; $C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+Ni/15 \leq 0,70$. При выполнении этих соотношений и с заданным количественным составом прокат имеет пластинчатую ферритовую структуру, размер действительного зерна 6-9 баллов, по макроструктуре - центральная часть пористость, точечная неоднородность, ликвационный квадрат, подсадочная ликвация не более 3 баллов по каждому виду, ликвационные полосы не более 2 баллов, по неметаллическим включениям - сульфиды, оксиды точечные, оксиды строчечные, силикаты хрупкие, силикаты пластичные, силикаты недеформированные не более 4,0 баллов по каждому виду включений, механические свойства после нормализации - временное сопротивление разрыву не менее 485 Н/мм^2 , относительное удлинение не менее 18%. Кроме того, в качестве неизбежных примесей сталь содержит, мас. %: ниобий не более 0,02 и фосфор не более 0,035 (патент РФ №2333968, С21D 8/10, С22С 38/60, 20.09.2008).

Одним из важнейших требований, предъявляемых к трубной заготовке из легированной стали, является обеспечение однородности макроструктуры и снижение содержания неметаллических включений. Изготовление трубной заготовки из известной стали не позволяет снизить у проката максимальные показатели по макроструктуре и количеству неметаллических включений, а именно в известном изобретении центральная пористость, точечная неоднородность, ликвационный квадрат, подсадочная ликвация составляют не более 3 баллов по каждому виду, а по неметаллическим включениям - сульфиды, оксиды точечные, оксиды строчечные, силикаты хрупкие, силикаты пластичные, силикаты недеформированные не более 4,0 баллов по каждому виду включений, что, в свою очередь, сужает комплекс потребительских свойств известной трубной заготовки.

Предлагаемое изобретение решает задачу создания трубной заготовки из легированной стали, осуществление которой позволяет достичь технического результат, заключающегося в возможности повышения однородности макроструктуры проката путем снижения максимальных значений показателей по макроструктуре до 2 баллов по каждому виду и в возможности снижения содержания неметаллических включений по сульфидам, оксидам строчечным и силикатам недеформированным до 3,0 баллов, по оксидам точечным и силикатам хрупким до 2,0 баллов, по силикатам пластичным и нитридам до 1,5 баллов, что, в свою очередь, повышает комплекс потребительских свойств проката.

Сущность заявленного изобретения заключается в том, что в заявленной трубной заготовке из легированной стали с заданными параметрами структуры и чистоты по неметаллическим включениям новым является то, что она выполнена из стали, включающей углерод, марганец, кремний, хром, никель, молибден, ванадий, ниобий, титан, алюминий, медь, серу, азот, железо и неизбежные примеси при следующих

соотношениях компонентов, мас. %:

	углерод	0,16-0,20
	марганец	0,50-0,90
5	кремний	0,17-0,37
	хром	2,50-3,00
	никель	0,05-0,25
	молибден	0,15-0,25
	ванадий	0,05-0,10
10	ниобий	0,03-0,06
	титан	0,005-0,030
	алюминий	0,020-0,050
	медь	0,10-0,30
	сера	0,0001-0,010
	азот	0,001-0,008
15	железо и неизбежные примеси	остальное

при выполнении соотношения: $Cr_{\text{э.кв.}} > 3,0$, где $Cr_{\text{э.кв.}} = [Cr] + 2[Mo] + 5[V] + 1,5[Nb] + 1,5[Ti]$, кроме того, сталь содержит кальций в присадке из расчета введения его в металл на 0,0010-0,0030%, при этом в качестве неизбежных примесей сталь содержит в мас. %: фосфор 0,001-0,015%; водород не более 2 ppm; кислорода не более 20 ppm, максимальные значения показателей по макроструктуре до 2 баллов по каждому виду (центральная пористость, точечная неоднородность, ликвационный квадрат, подкорковые пузыри на глубину не более 2 мм); содержание неметаллических включений: сульфиды, оксиды строчечные, силикаты недеформируемые по среднему баллу - не более 2,5, по максимальному - не более 3,0; оксиды точечные, силикаты хрупкие по среднему баллу - не более 1,5, по максимальному - не более 2,0; силикаты пластичные, нитриды по среднему баллу - не более 1,0, по максимальному - не более 1,5.

Заявленный технический результат достигается следующим образом.

Заявленные количественные и качественные сочетания легирующих элементов позволяют снизить верхнюю границу количественной характеристики неметаллических включений и повысить однородность макроструктуры проката, а следовательно, повысить комплекс потребительских свойств, в частности получить в готовом изделии ферритоперлитную мелкодисперсную структуру с благоприятным сочетанием характеристик прочности и пластичности, свариваемости и обрабатываемости резанием. При этом количественное содержание элементов в составе стали выбрано таким образом, что каждый элемент выполняет свое основное назначение, а в совокупности заявляемый качественный и количественный состав стали для трубной заготовки обеспечивает достижение заявленного технического результата: повышение однородности макроструктуры проката в результате снижения максимальных значений показателей по макроструктуре и в результате снижения содержания неметаллических включений, по сравнению с прототипом.

Качественный и количественный состав стали в заявленной трубной заготовке обусловлен следующим.

Железо является основным компонентом стали.

Углерод участвует в протекании двух процессов. Первый процесс - это образование графитовых включений в структуре стали, второй - образование частиц карбидной фазы в металлической матрице. При содержании углерода менее 0,16% образуется недостаточное количество как свободного углерода, так и карбидов, что приводит к повышенному износу изделий в процессе эксплуатации и снижению прочностных

свойств материала. При содержании углерода более 0,20% происходит выделение избыточного количества частиц карбидной фазы неблагоприятной формы, что приводит к снижению пластических свойств стали. При этом в обоих случаях это сказывается отрицательно на однородности проката. Содержание углерода в пределах 0,16-0,20% является оптимальным и обеспечивает достижение заявленного технического результата.

Марганец, молибден и хром используют, с одной стороны, как упрочнители твердого раствора, с другой стороны, как элементы, повышающие устойчивость переохлажденного аустенита стали. Марганец, растворяясь в металлической основе, стабилизирует перлит, способствуя, тем самым, формированию однородной макроструктуры стали. При содержании марганца менее 0,50% в структуре стали наблюдается присутствие включений феррита. При содержании марганца более 0,90% наблюдается локальное пересыщение ферритной составляющей перлита марганцем.

Хром представляет собой эффективный легирующий элемент, повышающий коррозионную стойкость к газообразному диоксиду углерода, наиболее дешевый элемент, повышает твердость и прочность, незначительно уменьшает пластичность. Хром при заявленном содержании в стали в количестве 2,50-3,00% полностью растворяется в цементите, образуя сложные карбиды типа $(Fe, Cr)_3C$, способствует получению высокой и равномерной твердости, износостойкой поверхности в результате повышения однородности макроструктуры.

Молибден эффективен в отношении повышения прочности и в состав стали, с этой целью, вводится по мере необходимости. Молибден в присутствии хрома образует карбид $(Mo, Fe)_{23}C_6$. Наличие молибдена в заявленных пределах позволяет получать равномерную и мелкозернистую структуру, увеличивает сопротивление стали ползучести, тормозит процесс роста и коагуляции карбидов. При содержании молибдена в стали менее 0,15% снижается количество образующихся соединений, структура стали отличается неоднородностью. При содержании более 0,25% образуется избыточное количество соединений молибдена.

Медь (0,10-0,30%) и ниобий (0,03-0,06%) в заданных пределах положительно влияют на однородность структуры и обеспечивают повышение механических свойств и износостойкости в условиях высоких температур и теплосмен. Кроме того, ниобий является карбонитридообразующим элементом. При заданном содержании его в стали образуется оптимальное количество соединений ниобия, что положительно сказывается на количественном содержании неметаллических включений.

Ванадий вводят в композицию данной стали с целью обеспечения мелкодисперсной, однородной зернистой структуры. Ванадий измельчает зерно микроструктуры. Одновременно ванадий управляет процессами в нижней части аустенитной области: определяет склонность к росту зерна аустенита, стабилизирует структуру при термомеханической обработке, повышает температуру рекристаллизации и, как следствие, влияет на характер γ - α -превращения.

Ванадий характеризуется отсутствием р-электронов и наличием незаполненных d-орбиталей ядра атома, следствием чего является понижение термодинамической активности углерода при вводе ванадия в расплав. Это приводит к процессу образования высокодисперсных соединений ванадия (карбидов, нитридов, карбонитридов), имеющих округлую форму, которые, равномерно распределяясь по границам зерен, измельчают и упрочняют их.

При содержании ванадия менее 0,05% снижается количество образующихся соединений, процесс измельчения зерна не происходит в полном объеме. При

содержании ванадия более 0,10% образуется избыточное количество соединений ванадия, что способствует хрупкому разрушению. Ванадий в пределах 0,05-0,10% способствует уменьшению величины зерна. Он задерживает рост зерна в период рекристаллизации при высоких температурах.

5 Кремний относится к ферритообразующим элементам. Нижний предел по кремнию - 0,17% - обусловлен технологией раскисления стали. Верхнее количественное значение содержания кремния 0,37% является оптимальным.

10 Кремний способствует выделению углерода в свободном виде в соответствии со стабильной системой железо-углерод, что значительно повышает показатели износостойкости сплава. Количественное содержание кремния в заявленном составе стали соответствует количественному содержанию углерода и, кроме того, обеспечивает требования к однородности макроструктуры и количеству неметаллических включений. Для заявленного количественного содержания углерода в 15 заявленной стали кремний в количестве менее 0,17% не оказывает значительного влияния на процесс графитизации, вследствие чего углерод находится в связанном состоянии, что приводит к значительному износу изделий при эксплуатации в условиях интенсивного трения. При содержании кремния более 0,37% в структуре стали 20 наблюдается повышенное количество крупных включений графита неблагоприятной формы.

Никель в заявленном количестве (0,05-0,25%) нейтрализует вредные влияния со стороны меди, которая также входит в состав заявленной стали, которые заключаются в возможности образования трещин на поверхности во время горячей прокатки. 25 Также способствует поглощению газов металлом в процессе плавки, в особенности водорода, который вызывает образование в слитках газовых пузырей, а в случае крупнозернистой первичной структуры - трещин по границам зерен.

30 Титан - сильный карбонитридообразователь и раскислитель стали. Заявленный интервал количественных значений титана (0,005-0,030%) в составе стали является оптимальным.

Азот способствует образованию нитридов в стали. Верхний предел содержания азота - 0,008% - обусловлен необходимостью получения заданного уровня пластичности и вязкости стали, что оказывает влияние на однородность структуры, а 35 нижний предел - 0,001% - вопросами технологичности производства.

Алюминий является раскисляющим и модифицирующим элементом. Кроме того, он связывает азот в нитриды. При содержании алюминия менее 0,020% его воздействие проявляется слабо. Увеличение содержания алюминия выше 0,050% приводит к 40 разноточности микроструктуры стали.

Кальций - это элемент, модифицирующий неметаллические включения. Кальций, обладая повышенным химическим сродством к сере и кислороду, очищает границы зерен от неметаллических включений. В заявленной трубной заготовке сталь содержит кальций в присадке из расчета введения его в металл на 0,0010-0,0030%». Во время 45 плавки кальций вводят в сталь в качестве присадки, подвергая тем самым сталь модифицирующей обработке кальцием из расчета его введения в металл на 0,0010-0,0030%. Кальций, являясь наиболее адсорбционно-активным элементом в стали и конкурируя с карбонитридообразующими элементами (титаном, ванадием, ниобием), 50 а также с марганцем и азотом, снижает их адсорбцию в границах зерен и тем самым повышает межзеренную связь, повышая однородность макроструктуры проката. Улучшение обрабатываемости стали достигается модифицированием кальцием (вводится в жидкую сталь в виде силикокальция), который глобулизирует сульфидные

включения, что положительно влияет на обрабатываемость, но не так активно, как сера и фосфор. Как показала практика, модифицирование кальцием в заданных количествах приводит к

- повышению степени чистоты стали по газам, вредным примесям и неметаллическим включениям вследствие рафинирования расплава в процессе раскисления и десульфурации;
- повышению однородности структуры стали, равномерности распределения мелкодисперсных глобулярных неметаллических включений в результате модифицирования;
- повышению чистоты границ зерен по охрупчивающим примесным и микролегирующим элементам и пленочным гетерофазным выделениям благодаря микролегированию, в основе которого лежат явления межкристаллитной внутренней адсорбции.

Выполнение соотношения $Cr_{ЭКВ} > 3,0$, где $Cr_{ЭКВ} = [Cr] + 2[Mo] + 5[V] + 1,5[Nb] + 1,5[Ti]$, способствует процессу образования в оптимальном количестве высокодисперсных соединений: карбидов, нитридов, карбонитридов, имеющих округлую форму, которые, равномерно распределяясь по границам зерен, измельчают и упрочняют их, что обеспечивает достижение заявленного технического результата, а также повышает прочностные и пластические свойства стали, не вызывая при этом появления напряжений.

В качестве примесей заявленная сталь содержит в мас. %: фосфор 0,001-0,015; водород не более 2 ppm; кислород не более 20 ppm. Заявленное содержание водорода и кислорода в примеси исключает опасность образования в готовом металле дефектов в виде свищей, флокенов.

Фосфор определяет уровень пластичности стали, который обуславливается ее однородностью. Содержание фосфора в заявленном составе примесей стали в количестве 0,001-0,015% является оптимальным и оказывает положительное влияние на получение заданного уровня однородности структуры.

В результате контрольных плавов были получены трубные заготовки со следующими характеристиками: максимальные значения показателей по макроструктуре до 2 баллов по каждому виду (центральная пористость, точечная неоднородность, ликвационный квадрат, подкорковые пузыри на глубину не более 2 мм); содержание неметаллических включений: сульфиды, оксиды строчечные, силикаты недеформируемые по среднему баллу - не более 2,5, по максимальному - не более 3,0; оксиды точечные, силикаты хрупкие по среднему баллу - не более 1,5, по максимальному - не более 2,0; силикаты пластичные, нитриды по среднему баллу - не более 1,0, по максимальному - не более 1,5.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления заявленного изобретения с получением заявленного технического результата, приведены в примере.

Пример осуществления изобретения.

Выплавку исследуемой стали выполняли с химическим составом в мас. %: C=0,19; Mn=0,60; Si=0,31; Cr=2,61; Ni=0,14; Cu=0,27; Mo=0,20; Ti=0,008; V=0,073; Al=0,027; N=0,0077; Nb=0,039. H=1,7 ppm; O₂=20 ppm; Cr₃=3,4455, железо - остальное, при выполнении соотношения: $Cr_{ЭКВ} > 3,0$, где $Cr_{ЭКВ} = [Cr] + 2[Mo] + 5[V] + 1,5[Nb] + 1,5[Ti]$.

Выплавку выполняли в 80-тонных дуговых сталеплавильных печах (ДСП) с использованием в шихте до 40% жидкого чугуна.

Предварительное легирование металла по марганцу и кремнию производили в ковше при выпуске из ДСП. После выпуска производили продувку металла аргоном

через донный продувочный блок, во время которой сталь раскисляется алюминием.

Дальнейшую обработку металла производили на установке внепечной обработки стали (УВОС), где осуществляется наведение рафинировочного шлака присадкой извести и плавикового шпата для снижения неметаллических включений и снижения газов в стали; продувка металла аргоном через донный продувочный блок, десульфурация, нагрев металла до необходимой температуры, корректировка химического состава металла присадкой кусковых ферросплавов и порошковой проволоки с наполнителями, в т.ч. присадка силикокальциевой проволокой по расчету на 0,0010-0,0030% кальция.

По окончании обработки на УВОС производили вакуумирование металла на установке вакуумной дегазации. В процессе вакуумирования обеспечивается содержание водорода в металле не более 2,0 ppm и удаление газов. Во время вакуумирования производили окончательную корректировку по химическому составу. Разливка осуществлялась в изложницы с защитой струи аргоном.

В результате горячей прокатки получили трубную заготовку диаметром 90 мм, 110 мм, 140 мм, 150 мм, длиной 5900 мм.

Трубная заготовка 90 мм: - макроструктура по ГОСТ 10243-75 (в скобках указаны количественные характеристики по прототипу): центральная пористость - 1 (3) балл, точечная неоднородность - 1 (3) балл, ликвационный квадрат - 0 (3) баллов, подусадочная ликвация - 0 (3) баллов.

Металл нерадиоактивный.

Неметаллические включения, контролируемые по ГОСТ 1778-70 метод Ш, вариант Ш6:

Вид включения	Средний балл	Максимальный балл
С (сульфиды)	2,0	2,0 (4)
СН (силикаты недеформированные)	1,83	3,0 (4)
Н (нитриды)	0	0
ОТ (оксиды точечные)	0	0 (4)

ОС (оксиды строчечные)	2,0	2,0 (4)
СП (силикаты пластичные)	0	0 (4)
СХ (силикаты хрупкие)	1,5	1,5 (4)

Трубная заготовка 110 мм:

- макроструктура по ГОСТ 10243-75 (в скобках указаны количественные характеристики по прототипу): центральная пористость - 1 (3) балл, точечная неоднородность - 2 (3) балла, ликвационный квадрат - 1 (3) балл, подусадочная ликвация - 0 (3) баллов. Металл нерадиоактивный;

- неметаллические включения, контролируемые по ГОСТ 1778-70 метод Ш, вариант Ш6:

Вид включения	Средний балл	Максимальный балл
С (сульфиды)	1,78	2,0 (4)
СН (силикаты недеформированные)	2,08	3,0 (4)
Н (нитриды)	0	0
ОТ (оксиды точечные)	0	0 (4)
ОС (оксиды строчечные)	2,06	3,0 (4)
СП (силикаты пластичные)	0	0 (4)
СХ (силикаты хрупкие)	0	0 (4)

Трубная заготовка 140 мм:

- макроструктура по ГОСТ 10243-75 (в скобках указаны количественные характеристики по прототипу): центральная пористость - 1 (3) балл, точечная неоднородность - 2 (3) балла, ликвационный квадрат - 1 (3) балл, подусадочная

ликвация - 0 (3) баллов. Металл нерадиоактивный;

- неметаллические включения, контролируемые по ГОСТ 1778-70 метод Ш, вариант Ш6:

Вид включения	Средний балл	Максимальный балл
С (сульфиды)	1,8	2,0 (4)
СН (силикаты недеформированные)	2,06	3,0 (4)
Н (нитриды)	0	0
ОТ (оксиды точечные)	0	0 (4)
ОС (оксиды строчечные)	2,11	3,0 (4)
СП (силикаты пластичные)	0	0 (4)
СХ (силикаты хрупкие)	0	0 (4)

Трубная заготовка 150 мм:

- макроструктура по ГОСТ 10243-75 (в скобках указаны количественные характеристики по прототипу): центральная пористость - 1 (3) балл, точечная неоднородность - 2 (3) балла, ликвационный квадрат - 1 (3) балл, подусадочная

ликвация - 0 (3) баллов. Металл нерадиоактивный;

- неметаллические включения, контролируемые по ГОСТ 1778-70 метод Ш, вариант Ш6:

Вид включения	Средний балл	Максимальный балл
С (сульфиды)	1,76	2,0 (4)
СН (силикаты недеформированные)	2,08	3,0 (4)
Н (нитриды)	0	0
ОТ (оксиды точечные)	0	0 (4)
ОС (оксиды строчечные)	2,18	3,0 (4)
СП (силикаты пластичные)	0	0 (4)
СХ (силикаты хрупкие)	0	0 (4)

Как следует из результатов плавки, заявленная трубная заготовка из легированной стали по сравнению с известной - с прототипом позволила достичь заявленного технического результата: не только снизить верхнюю границу количественной характеристики неметаллических включений, но и исключить из неметаллических включений нитриды, оксиды точечные, силикаты пластичные и, тем самым, повысить однородность макроструктуры проката, а следовательно, повысить комплекс потребительских свойств, в частности получить в готовом изделии ферритоперлитную мелкодисперсную структуру с благоприятным сочетанием характеристик прочности и пластичности, свариваемости и обрабатываемости резанием.

Таким образом, из вышеизложенного следует, что предлагаемое изобретение при осуществлении позволяет достичь технического результата, заключающегося в возможности повышения комплекса потребительских свойств проката путем повышения однородности макроструктуры проката и снижения содержания неметаллических включений (повышение однородности макроструктуры проката в результате снижения максимальных значений показателей по макроструктуре не более 2 баллов по каждому виду; снижение содержания неметаллических включений по сульфидам, оксидам строчечным и силикатам недеформированным не более 3,0 баллов, по оксидам точечным и силикатам хрупким не более 2,0 баллов, по силикатам

пластичным и нитридам не более 1,5 баллов).

Внедрение в производство трубной заготовки из легированной стали обеспечивает повышение уровня потребительских свойств при обеспечении низкого содержания неметаллических включений и однородной макроструктуры проката.

Формула изобретения

Трубная заготовка из легированной стали, выполненная с заданными параметрами структуры и чистоты по неметаллическим включениям, отличающаяся тем, что она выполнена из стали, включающей углерод, марганец, кремний, хром, никель, молибден, ванадий, ниобий, титан, алюминий, медь, серу, азот, железо и неизбежные примеси, при следующих соотношениях, мас. %:

углерод	0,16-0,20
марганец	0,50-0,90
кремний	0,17-0,37
хром	2,50-3,00
никель	0,05-0,25
молибден	0,15-0,25
ванадий	0,05-0,10
ниобий	0,03-0,06
титан	0,005-0,030
алюминий	0,020-0,050
медь	0,10-0,30
сера	0,0001-0,010
азот	0,001-0,008
железо и неизбежные примеси	остальное,

причем сталь подвергнута модифицирующей обработке кальцием присадкой из расчета введения его в металл на 0,0010-0,0030%, а в качестве неизбежных примесей она содержит, мас. %: фосфор 0,001-0,015%, водород не более 2 млн⁻¹, кислород не более 20 млн⁻¹, при выполнении соотношения: $Cr_{экв} > 3,0$,

где $Cr_{экв} = [Cr] + 2[Mo] + 5[V] + 1,5[Nb] + 1,5[Ti]$,

при этом заготовка имеет максимальные значения показателей по макроструктуре до 2 баллов по каждому из видов: центральная пористость, точечная неоднородность, ликвационный квадрат, подкорковые пузыри на глубину не более 2 мм, а содержание неметаллических включений по сульфидам, оксидам строчечным, силикатам недеформируемым по среднему баллу - не более 2,5 и по максимальному - не более 3,0, по оксидам точечным, силикатам хрупким по среднему баллу - не более 1,5 и по максимальному - не более 2,0; по силикатам пластичным, нитридам по среднему баллу - не более 1,0 и по максимальному - не более 1,5.