

ПРОКАТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

УДК 621.771.23:669.15.2

Б. П. Крикунов, Ю. В. Фурман, Н. М. Переворочаев, А. И. Бережной, С. Н. Горобец, Т. М. Наливайченко

Филиал «Металлургический комплекс» ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод», Донецк

Производство листового проката повышенных классов прочности из низколегированной стали, легированной ванадием

Освоено производство листового проката классов прочности 325 и 345 из стали марки 09Г2С, легированной ванадием. Определено оптимальное содержание ванадия. Изучены особенности технологии производства и проанализирован уровень механических свойств. Исследована внутрипартионная неоднородность свойств. Освоен приемочный контроль для стали С345 по ГОСТ 27772-88.

Ключевые слова: низколегированная сталь, листового прокат, легирование ванадием, технология производства, механические свойства, внутрипартионная неоднородность

Потребность в прокате повышенной прочности и вязкости, применяемом для металлических конструкций, неуклонно возрастает.

На стане 2300 Донецкого металлургического завода (ДМЗ) освоено производство листового проката из стали марки 09Г2С, легированной ванадием, классов прочности 325 и 345 по ГОСТ 19281-89.

Так как на клети кварто не представляется возможным проводить контролируемую прокатку, единственный способ получения листового проката повышенной прочности – легирование ванадием в сочетании с так называемой рекристаллизационной прокаткой.

При прокатке листового проката толщиной 16-20 мм было проблематично получить прокат класса прочности 325 из стали марки 09Г2С базового химического состава в условиях стана, выход годного составлял 68-72 % даже при понижении температуры прокатки в последних проходах до 930-950 °С. Листовой прокат класса прочности 345 из данной марки стали не выпускался.

В результате проведенной работы было определено оптимальное содержание ванадия для классов

прочности 325 и 345 – 0,03-0,07 %. Сталь содержит также 0,008-0,015 % Al общего и 0,005-0,009 Ti.

При освоении производства листового проката из легированной ванадием стали 09Г2С выявили зависимость уровня предела текучести готового проката от времени нагрева слябов перед прокаткой. Данная особенность связана с растворением карбонитридов ванадия и последующим выделением их в дисперсной форме в металле во время прокатки и после нее [1, 2]. Для стабильного получения высоких значений предела текучести и экономической целесообразности минимальное время нагрева слябов увеличили на 15 %. Прокатку листов ведут без регламентации температур в последних проходах и дополнительного охлаждения.

В результате легирования ванадием получили приращение предела текучести в среднем на 40-60 Н/мм² (в зависимости от толщины листов) по сравнению с прокатом из стали 09Г2С без ванадия и с аналогичным содержанием остальных химических элементов. При этом листового прокат характеризуется высокой пластичностью и вязкостью. Механические свойства проката приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Механические свойства при испытании разрывных образцов листового проката из стали марки 09Г2С, легированной ванадием*

Толщина листового проката, мм	Количество испытаний	Предел текучести, Н/мм ²		Временное сопротивление, Н/мм ²		Относительное удлинение, %	
		среднее	средне-квадратичное отклонение	среднее	средне-квадратичное отклонение	среднее	средне-квадратичное отклонение
8-10	174	386,2	14,00	532,1	14,66	28,6	2,03
12-14	148	379,0	12,40	528,4	13,90	27,9	2,10
16-18	152	367,9	12,69	525,5	14,73	26,5	1,98
20	180	366,8	13,86	524,5	15,35	25,2	2,13

*Интервал содержания ванадия 0,03-0,07 % при среднем содержании в массиве 0,038 %

Ударная вязкость листового проката из легированной ванадием стали марки 09Г2С

Толщина листового проката, мм	Ударная вязкость КСУ+20, Дж/см ²		Ударная вязкость КСУ-40, Дж/см ²		Ударная вязкость после механического старения, Дж/см ²		Ударная вязкость КСУ-60, Дж/см ²	
	среднее	средне-квадратичное отклонение	среднее	средне-квадратичное отклонение	среднее	средне-квадратичное отклонение	среднее	средне-квадратичное отклонение
8-10	103,90	15,36	68,8	16,93	70,2	13,90	58,36	8,75
12-14	113,40	16,90	79,1	17,90	68,1	14,90	67,00	11,72
16-18	120,35	14,84	84,8	16,08	72,6	12,63	74,40	13,31
20	122,10	13,32	88,5	14,22	78,0	13,26	77,50	14,42

Сталь обладает мелкозернистым строением (балл действительного зерна – 7-9 по ГОСТ 5639-82).

Был освоен выпуск ранее не производившегося проката 6, 7, 13 и 14-й категорий по ГОСТ 19281-89 с испытаниями ударной вязкости при -50 и -60 °С. Исследования внутривариационной неоднородности механических свойств показали высокую стабильность характеристик при производстве листов толщиной от 5 до 20 мм. Среднеквадратичное внутривариационное отклонение при испытании 50 образцов от партии листового проката не превышает 11 и 8 Н/мм² для предела текучести и временного сопротивления разрыву соответственно, и 1,75 % – для относительного удлинения. Средний уровень свойств листового проката существенно превышает требования стандарта для 325-345 класса прочности. Уровень ударной вязкости при температурах испытаний (в °С) +20, -40, -60 и после механического старения в 2-4 раза превосходит требования стандарта к этим характеристикам (табл. 2). Это позволило освоить приемочный контроль на продукцию более высокого качества (сталь С345 по ГОСТ 27772-88).

Благодаря стабильности свойств и высокой обеспеченности норм стандартов можно осуществлять оценку механических свойств статистическим методом.

Выводы

Легирование ванадием низколегированной стали марки 09Г2С по ГОСТ 19281-89 базового химического состава позволило в условиях стана 2300 ДМЗ освоить выпуск листового проката классов прочности 325-345. Оптимальное содержание ванадия – 0,03-0,07 %.

Дополнительное легирование обеспечивает увеличение предела текучести на 40-60 Н/мм² (в зависимости от толщины листов) при высокой пластичности и вязкости. Освоено производство проката 6, 7, 13 и 14-й категории по ГОСТ 19281-89 с испытаниями ударной вязкости при -50 и -60 °С.

Легированная ванадием сталь обладает высокой стабильностью механических характеристик, а средний уровень прочностных свойств листового проката превышает требования ГОСТ 19281-89 для 325-345 класса прочности. Это позволило освоить приемочный контроль на продукцию более высокого качества (сталь С345 по ГОСТ 27772-88).



ЛИТЕРАТУРА

1. Гольдштейн М. И., Грачев С. В., Векслер Ю. Г. Специальные стали. – М.: Металлургия, 1985. – 408 с.
2. Афтандиянц Е. Г., Бабаскин Ю. 3. Влияние термодинамики, кинетики растворения и выделения нитридов ванадия на структуру и свойства конструкционной стали // Процессы литья. – 1993. – № 3. – С. 42-47.

Анотація

Крикунов Б. П., Фурман Ю. В., Переворочаєв М. М., Бережний О. І., Горобець С. М., Наливайченко Т. М.

Виробництво листового прокату підвищених класів міцності з низьколегованої сталі, легованої ванадієм

Освоено виробництво листового прокату класів міцності 325 і 345 зі сталі марки 09Г2С, легованої ванадієм. Визначено оптимальний вміст ванадію. Вивчено особливості технології виробництва та проаналізовано рівень механічних властивостей. Досліджено внутрішньопартіальну неоднорідність властивостей. Освоено приймальний контроль для сталі С345 за ГОСТ 27772-88.

Ключові слова

низьколегована сталь, листовий прокат, легування ванадієм, технологія виробництва, механічні властивості, внутрішньопартіальна неоднорідність

Summary

Krikunov B., Furman Yu., Perevorochaev N., Berezhnoy A., Gorobets S., Nalivaychenko T.

Making of sheet products with high-strength low-alloy vanadium steel

Manufacture of sheet rolling of 325 and 345 strength classes of steel 09Г2С alloyed by vanadium is mastered. The optimum maintenance of vanadium was defined. Features of the production technology were studied and level of mechanical properties was analyzed. It was defined heterogeneity of properties. Acceptance control for steel C345 in accordance with GOST 27772-88 is mastered.

Keywords

low alloy steel, sheet products, vanadium alloying, production methods, interpartial non-homogeneity

УДК 621.771

А. И. Бережной, А. Н. Егоров, Н. М. Переворочаев, Д. В. Кривицкий

Филиал «Металлургический комплекс» ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод», Донецк

Освоение производства проката из непрерывнолитой заготовки в условиях сортовых станов 250, 350 и 400 ПАО «ДМЗ»

Приведены результаты опытно-промышленного освоения технологии производства непрерывнолитой заготовки сечением 120×120 и 140×140 мм в условиях ООО «ТСА – Стил Групп» и сортовых станах 250, 350 и 400 ПАО «ДМЗ».

Ключевые слова: сортовой прокат, непрерывнолитая заготовка, качество, готовый прокат, макроструктура, дефекты, модифицирование

Кризис, начавшийся в 2008 г., затормозил развитие металлопотребляющих отраслей, ухудшил конъюнктуру на внешнем рынке, а вместе с ними, с одной стороны, замедлил развитие черной металлургии в целом, а с другой – поставил многие металлургические предприятия СНГ перед дилеммой о характере их дальнейшего развития. При этом, как показывает опыт работы большинства металлургических предприятий, специализирующихся в области производства сортового проката, наиболее перспективное и единственно правильное направление преодоления сложившейся ситуации – максимальное использование непрерывнолитой заготовки в качестве исходного сырья с параллельным обновлением действующих прокатных мощностей.

В таком положении в конце 2008 г. оказался и ПАО «Донецкий металлургический завод». Сложившаяся экономическая ситуация привела к тому, что из-за значительного увеличения затрат на передел слитков в сортовую заготовку оказалось невыгодно производить сортовой прокат. В результате было решено отказаться от разлива стали в изложницы с последующим переходом на 100%-ный объем производства сортового проката из привозной заготовки.

С февраля 2009 г. начато опытно-промышленное производство на сортовых станах 250, 350 и 400 из привозной заготовки. При этом в качестве исходного сырья использовались квадратные непрерывнолитые заготовки производства АО(Ч) «Донецкий электрометаллургический завод» (ДЭМЗ, Донецк) и ОАО «Днепропетровский металлургический комбинат им. Дзержинского» (Днепродзержинск) сечением 150×150 и 130×130 мм и длиной 6 м.

В периоды подготовки и опытно-промышленного производства были решены основные вопросы, связанные с переходом на непрерывнолитую заготовку:

– опробовали газокислородный способ порезки исходных заготовок длиной 6000 мм на кратные длины 1500 мм (ранее данную операцию осуществляли при помощи пресс-ножниц в потоке обжимного стана). На основании положительных результатов опытной порезки заготовок с помощью ручных газовых резаков был выбран соответствующий тип оборудования (газорезательные машины напольного типа «Радуга») для раскроя заготовок с обеспечением требуемой пропускной способности участка осмотра и обработки заготовок;