

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ

Краснов М.Л., Шалашова М.В., Звягина Е.Ю.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия,
E-mail: Krasnov.mi@mmk.ru, ritashal@rambler.ru, zviagina_mmf@mail.ru

Толстолистовой прокат является одним из основных видов продукции черной металлургии. Им обеспечиваются такие крупные отрасли промышленности, как трубная, топливно-энергетическая, судостроительная, мостостроительная и другие. К продукции этих отраслей применяются жесткие требования по качеству.

Общая тенденция развития производства трубных сталей связана с измельчением действительного зерна феррита с 8 мкм в 1970 г. для стали класса прочности К56 и до 1 - 2 мкм для стали класса прочности К70. Измельчение зерна является единственным механизмом, повышающим одновременно прочность и хладостойкость металла. Развитие трубных сталей представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Развитие трубных марок сталей

	2003 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.
Диаметр труб	До 1020 мм - одношовные До 1220 мм - двухшовные	До 1420 мм - одношовные	До 1420 мм - одношовные	До 1420 мм - одношовные
Толщина	До 26 мм	До 36 мм	До 26 мм	До 22-40 мм
Давление	7,5 МПа	10 МПа	12 МПа	15 МПа
Марка стали	10Г2ФБЮ, X70	X80	X100	X120
Химический Состав	C≤0,10%; Mn≤1,75%; V, Nb, Ti; S≤0,005%	C≤0,08 %; Mn≤1,80%; V, Nb, Ti, Cu, Mo; S≤0,005%	C≤0,07 %; Mn≤2,00 %; V, Nb, Ti, Cu, MoNi; S≤0,003%	C≤0,05 %; Mn≤2,00 %; V, Nb, Ti, Cu, Mo, Ni, B; S≤0,003%

На сегодняшний день в связи с изменением условий эксплуатации и строительством новых трубопроводов в северных районах Сибири, сейсмически активных горных районах Забайкалья и Приамурья, а также в морских условиях (подводных), требования к штрипсовому прокату значительно повышены и включают следующее:

эксплуатационные требования: повышение толщины стенки до 50 мм, увеличение диаметра до 1420-1620мм, использование сталей категорий прочности до X80 с повышенной ударной вязкостью, освоение производства труб категорий X100-X120, обеспечение надежности транспортировки газа с учетом коррозионных проблем, увеличение давления в трубопроводе до 84 – 120 атмосфер, повышение хладостойкости до температур - 60°C.

металлургические требования: контролируемая прокатка + ускоренное охлаждение (КП+УО), повышение чистоты стали по вредным примесям (S < 0,002-0,003 %, P < 0,15%) и неметаллическим включениям, снижение содержания газов (H₂< 3 см³/100 г, N₂<0,006%), снижение содержания углерода, модифицирование сульфидов кальцием при содержании Ca/Al> 0,14 и 1,5<Ca/S<2,0; улучшение микроструктуры слэбов и снижение сегрегации; высокая однородность по механическим свойствам.

металловедческие направления: измельчение зерна феррита, использование субструктурного и дисперсионного упрочнения, переход от феррито-перлитной к феррито-бейнитной структурам в зависимости от требуемого уровня прочности, микролегирование стали ниобием и ванадием, замена твердорастворного упрочнения дисперсным.

Для производства применяются толстолистовые станы - одно- и двухклетевые. Одно из последних достижений толстолистовой прокатки - освоение станов 5000 на

ОАО «ММК» и в г. Выкса. Развитие крупнейшего оборудования для производства листовой стали направлено на получение новой продукции с уникальными свойствами.

Процесс контролируемой прокатки (КП) как один из прогрессивных способов упрочнения проката широко используется в массовом промышленном производстве низколегированных сталей для газопроводных труб большого диаметра. Это наиболее эффективный способ измельчения зерна при котором в стали возможно одновременное улучшение прочности, вязкости и снижение температуры вязко-хрупкого перехода.

На современных толстолистовых станах возможна реализация термомеханической прокатки, при которой лист прокатывается в клети в два (три) этапа, с учётом температурных требований и требований обжатий по толщине. Ускоренное контролируемое охлаждение после прокатки установка воздушных ножей позволяют осуществить термическое упрочнение толстолистовой стали с прокатного нагрева [19-20]. штабельное складирование раскатов служит для замедленного охлаждения и водородной эффузии и т.д.

Отделочная операция - правка толстых листов в роликоточильных машинах применяется для получения нужной плоскостности. Упругопластический изгиб осуществляется пропуском проката через правильные ролики, расположенные в шахматном порядке. Широкое распространение получили роликоточильные машины немецкой фирмы SMS Siemag. Индивидуальное регулирование правильных роликов с помощью гидроцилиндров и клиновых пар позволяет выводить из процесса отдельные ролики и править лист с пятью рабочими роликами вместо девяти. Это позволяет использовать более крупный шаг правильных роликов и увеличить диапазон правки на ~ 50 %.

Улучшения качества и снижения себестоимости продукции можно достигнуть за счет модернизации и автоматизации клетей прокатных станов. Применения высокоэффективной технологии производства механического и гидравлического оборудования, современного оборудования для автоматизации и управления процессом, комплексного подход к производственным ноу-хау и возможностям обучения производственного и обслуживающего персонала.

Системы управления и технология прокатки толстых листов[12-15]:

Гидравлическая система управления толщиной за счет регулирования раствора валков. Регулировка раствора валков достигается действием двух гидроцилиндров, расположенных как с верхней, так и с нижней частей станины клети между опорной подушкой и нажимным винтом.

Изгиб крупных валков. В процессе прокатки усилие изгиба валков меняется в соответствии с изменениями усилия прокатки.

Модель толстолистовой прокатки включает уравнения и формулы для расчета параметры прокатки для выбранной схемы прокатки, с учетом ограничений, накладываемых особенностями стана и выпускаемой продукции.

Список литературы:

1. Некит В.А., Платов С.И., Курбаков И.А., Голев А.Д. Экспериментальное исследование опережения и отставания при прокатке//Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. -2015. -№ 1. -С. 52-54.
2. Некит В.А. Механическая модель процесса прокатки-волочения тонких полос//Моделирование и развитие процессов ОМД. -2014. -С. 114-118.
3. Некит В.А. О положении нейтрального сечения в очаге пластической деформации при прокатке полос// Моделирование и развитие процессов ОМД. -2012. - С. 137-138.
4. Некит В.А. Условия трения и упругого сжатия валков при холодной прокатке листов и полос//Моделирование и развитие процессов ОМД. -2009. -С. 101-104.
5. Некит В.А. Теоретическое обоснование условия захвата при установившемся процессе холодной листовой прокатки// Моделирование и развитие процессов ОМД. - 2013. - С.72-75.
6. Денисов П.И., Некит В.А., Чернов Н.К., Хозиков В.С. Изменение неплоскостности прокатных биметаллических материалов на отделочной стадии

изготовления Электронная техника. Серия 8: Управление качеством и стандартизация. -1981. -№ 5. -С. 3-4.

7. Денисов П.И., Некит В.А. Коробление узких холоднокатаных полос Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. -1983. -№ 1. -С. 67-69.

8. Денисов П.И., Тулупов С.А., Некит В.А., Скороходов С.Н. Условие нарушения сплошности листа при его неравномерной деформации по ширине Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. -1974. -№ 9. -С. 94-96

9. Салганик В. М., Денисов С. В., Набатчиков Д. Г., Корешков С. В. Исследование неплоскостности толстолистного проката на стане 5000 ОАО ММК на основе анализа температурных полей раскатов // Черные металлы. 2011. Спец. выпуск. С. 67 — 69.

10. Голи-Оглу Е. А., Эфрон Л. И. Неравномерность механических свойств толстолистного проката после контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением // Металлург. 2013. № 1. С. 58 — 63.

11. Шевченко Е.А., Столяров А.М., Шаповалов А.Н. Изучение качества слябовой заготовки, отлитой на криволинейной МНЛЗ с вертикальным участком // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И.Носова. 2013. № 1 (41). С. 27-30.

12. Повышение качества толстых листов за счет использования прокатки с регулируемым обжатием, обеспечиваемым системой АСУ ТП реверсивного стана 5000 ОАО «Северсталь» / Н.Б.Скорохватов,

13. Румянцев М.И. Методика разработки режимов листовой прокатки и ее применение // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2003. № 3. С. 16-18.

14. Платов С.И., Дёма Р.Р., Харченко М.В., Ларкин К.Е., Горбунов А.В., Кузнецов А.В., Ветренко А.Г. Разработка рекомендаций по повышению энергоэффективности эксплуатации системы подачи технологической смазки при прокатке на НШСГП 2000 ОАО «ММК» Сталь. 2012. № 2. С. 52-55.

15. Платов С.И., Дёма Р.Р., Зубарева М.В. Совершенствование системы охлаждения рабочих валков черновой группы клетей стана 2000 Г.П. ОАО «ММК» Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2011. № 2. С. 171-173.

16. Платов С.И., Дёма Р.Р., Ярославцев А.В., Мартынова У.Д., Ахметова К.К., Амиров Р.Н. Исследование и оценка загруженности главных приводов непрерывной группы клетей стана 2000 горячей прокатки в зависимости от сортамента выпускаемой продукции Производство проката. 2014. № 2. С. 13-1

17. Платов С.И., Амиров Р.Н., Дёма Р.Р., Ярославцев А.В., Гатаулина Ю.Х., Мартынова У.Д. Влияние смазочного материала на изменение энергосиловых параметров прокатки в непрерывной группе клетей стана 2000 горячей прокатки ОАО «магнитогорский металлургический комбинат» Производство проката. 2013. № 11. С. 09-14.

18. Платов С.И., Дёма Р.Р., Лукьянов С.И. Разработка и внедрение технологии охлаждения прокатных валков с целью повышения их эксплуатационных характеристик на широкополосном стане 2000 ОАО «ММК» Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. № 2. С. 100-101.

19. Нагрев металла и эксплуатация методических печей толстолистного цеха // технологическая инструкция. к-т «Азовсталь», Мариуполь-1995г.

20. Освоение устройств контролируемого охлаждения листа в потоке стана 5000 ОАО «Северсталь» / Ю.И.Липунов, К.Ю.Эйсмундт, Г.Г.Траянов и др. // Сталь. 2005. № 3. С. 55-61.

21. Платов С.И. Совершенствование технических параметров обработки гибким инструментом катанки и проволоки перед волочением // Сталь – 2005 - № 5 – С. 84-86.

22. Платов С.И., Терентьев Д.В., Морозов С.А. Волочение катанки и проволоки с регламентируемым микрорельефом поверхности // Производство проката. – 2002. - № 4. – С. 27-28.

23. Платов С.И., Морозов С.А., Терентьев Д.В. Способы получения катанки с регламентированным микрорельефом поверхности и особенности ее волочения. В

сборнике: Фазовые и структурные превращения в сталях. Магнитогорск, 2002. С. 333-338.

24. Платов С.И., Дема Р.Р., Кувшинов Д.А. Устройство для распыления жидкости. Патент на полезную модель RUS 110663 14.06.2011.

25. Платов С.И., Терентьев Д.В., Урцев В.Н., Морозов С.А. Способ подготовки поверхности заготовки для волочения. Патент на изобретение RUS 2196652 27.06.2001.

26. Платов С.И., Белов В.К., Анцупов В.П., Терентьев Д.В., Анцупов А.В., Анцупов А.В. Исследование микрорельефа поверхности катанки и проволоки после обработки. Вестник машиностроения. 2005. № 4. С. 29-31.

27. Платов С.И., Терентьев Д.В., Урцев В.Н., Морозов С.А., Макарчук А.А., Славин В.С. Способ формирования микрогеометрии поверхности катанки и мелкого сорта, патент на изобретение RUS 2196650 27.06.2001

28. Огарков Н.Н., Шеметова Е.С. Влияние параметров шероховатости на сцепление оболочки и сердечника при волочении биметаллической проволоки В сборнике: Современные методы конструирования и технологии металлургического машиностроения, Под редакцией Н.Н. Огаркова. Магнитогорск, 2015. С. 15-17.

29. Шеметова Е.С., Огарков Н.Н. Оценка длины контакта криволинейной волоки с деформируемым материалом с учетом ее упругой деформации Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2010. № 2. С. 38-40.

30. Огарков Н.Н., Шеметова Е.С. Оценка устойчивости пластической деформации оболочки при волочении биметаллической проволоки. Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. № 1. С. 34-37.