

А. В. Иванов¹, д-р техн. наук В. В. Чигиринский², И. Н. Логозинский¹, О. Е. Козлов¹¹ОАО «Днепроспецсталь», ²Национальный технический университет;
г. Запорожье

ПРОКАТКА КРУГОВ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА С НЕОДНОРОДНЫМ ТЕМПЕРАТУРНЫМ ПОЛЕМ

Рассматривается проблема получения сортового проката с плотной макроструктуры в осевой зоне. Разработан и опробован новый режим нагрева конструкционных и углеродистых марок сталей, который опробован в условиях ОАО «Днепроспецсталь», что позволило снизить уровень брака по осевой пористости слитка, не заварившейся при деформации слитков.

Ключевые слова: диаметр, слиток, прокат, нагрев, деформация, металл, температура.

В настоящее время особенно актуальна задача снижения себестоимости выпускаемой продукции, а также расширение профильного сортамента без значительных капиталовложений. Наиболее перспективное направление – это замена низко производительной и дорогостоящейковки кругов большого диаметра на прокатку. При этом снижается качество выпускаемой продукции и увеличивается уровень брака по осевой пористости слитка, не заварившейся при деформации.

В литературе встречаются различные способы интенсификации деформации осевых слоев слитка. Один из них – это увеличение массы слитка для увеличения уклона [1]. Данный способ требует замены парка изложниц, снижает запас прочности прокатного оборудования и не всегда возможен из-за ограниченного хода нажимного устройства. Другой способ – увеличение единичных обжатий [2], приводит к увеличению нагрузок на основное оборудование и снижению надежности захвата слитка валками.

Встречается в литературе и другой подход, например, ведение процесса деформирования с неоднородным температурным полем [3]. Для создания градиента температур по сечению слитка используют температурный перепад, полученный в процессе кристаллизации слитка [4], либо предварительное подстуживание слитка в процессековки [5–8]. При этом поверхностные слои имеют пониженную температуру и пластичность, а, следовательно, обладают повышенным сопротивлением деформированию. Центральные, наиболее дефектные слои, сохраняют высокую температуру и, следовательно, более высокую пластичность, что позволяет им интенсивно пластически деформироваться. При вышеуказанных условиях создается объемное сжатие осевых слоев за счет создания эффекта жесткой оболочки наружными слоями слитка. К сожалению, осуществить процесс прокатки слитков после их кристаллизации невозможно, а применение пауз для создания градиента температур после нагрева приводит к снижению производительности стана.

Таким образом, целью работы являлось исследование технологии прокатки слитков, которая обеспечивала проработку осевой зоны без потерь производительности процесса.

Решение данной задачи достигается тем, что операция подстуживания производится в нагревательном устройстве путем открытия крышки, что приводит к разности температур поверхностных и центральных слоев слитка.

В данной работе представлены экспериментальные исследования, проводившиеся в промышленных условиях на ОАО «Днепроспецсталь» на стане 1050 с целью снижения уровня брака по осевой пористости слитка, не заварившейся при деформации, в прокате диаметром от 230 мм до 275 мм из углеродистых и конструкционных марок сталей.

Существующая технология включает в себя выплавку стали в открытых основных дуговых электропечах емкостью 60 тонн с внепечным вакуумированием и последующей сифонной разливкой в изложницы. Выплавленный металл, после стрипперования поступает в прокатный цех горячим всадом на нагревательные рекуперативные колодцы. Процесс нагрева слитков включает в себя подъем температуры до 1300 °C (T_1) и томление в течении 30 минут (t_1), последующее снижение температуры до 1250 °C (T_2) и томление в течении 100 минут (t_2), после чего слитки выдают в прокат (рис. 1). На обжимной клети 1050 за 17 проходов получают подкат прямоугольного сечения, который при помощи шлепперов, после удаления головной части, передается на заготовочную клеть 950, где подвергается деформации по системе «овал-круг». Калибровка валков обжимной и заготовочной клети представлены на рис. 2. Полученный сортовой прокат, после порезки на роторно-ударных пилах, охлаждают в колодцах замедленного охлаждения.

Для создания градиента температур по сечению слитка был разработан новый режим нагрева, который предполагает подъем температуры до 1250 °C (T_1) и

томление в течении 60 минут (t_1), подъем температуры до 1300 °C (T_2) и томление в течении 45 минут (t_1), после чего производится снижение температуры путем открытия крышки нагревательного колодца в те-

чении 10 минут (t_3) (до температуры 1100 °C (T_3)), после томления в течение 30 минут (t_4) слитки выдают в прокат. Режим нагрева представлен на рис. 3.

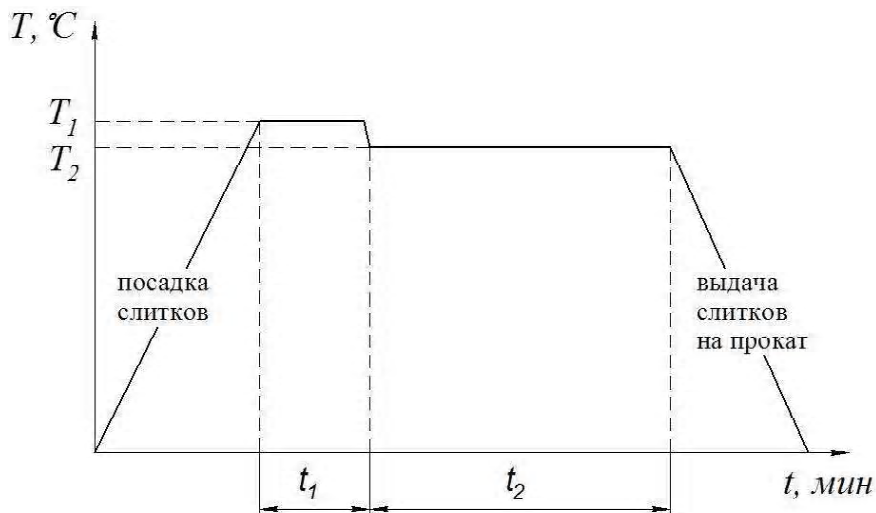


Рис. 1. Существующий режим нагрева

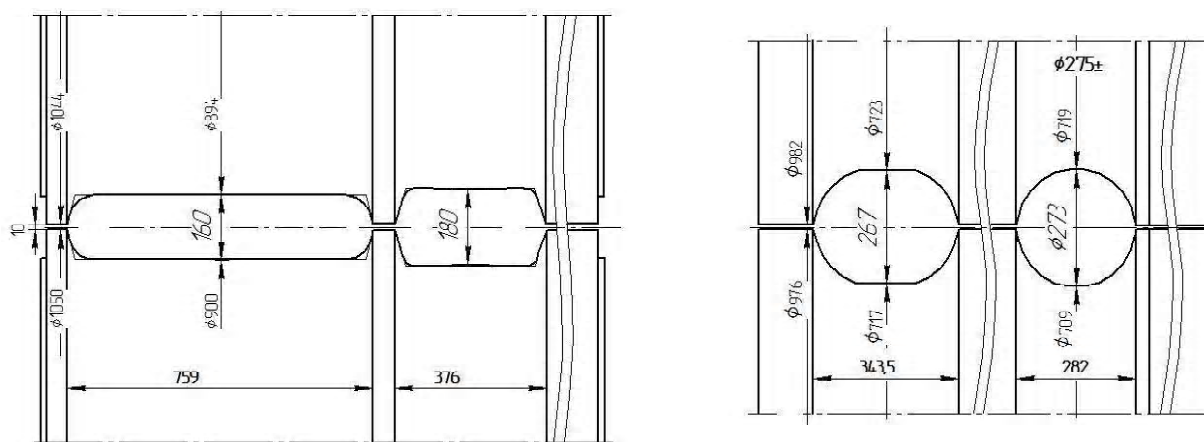


Рис. 2. Калибровка валков обжимной (а) и заготовочной (б) клетки

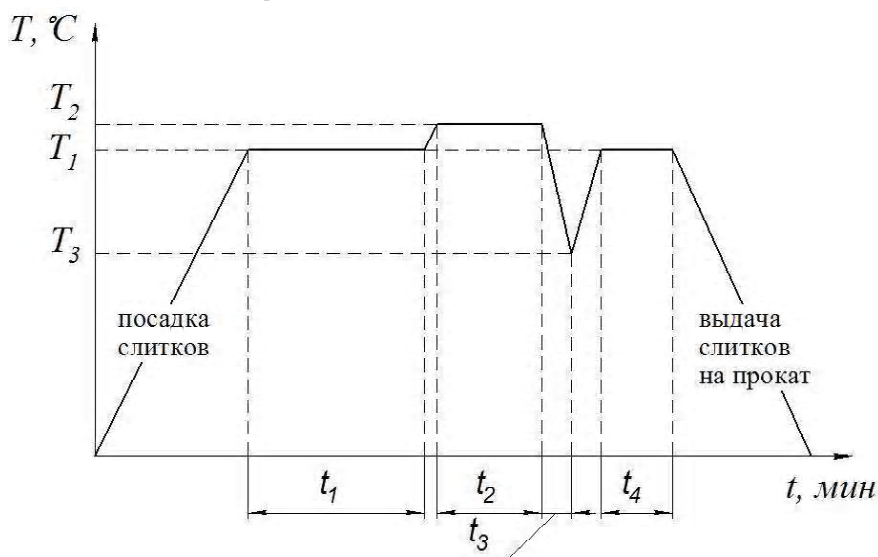


Рис. 3. Экспериментальный режим нагрева

Таблица 1 – Сравнительная таблица экспериментального режима нагрева с существующим режимом нагрева

Профиль, мм	Режим нагрева	марка	20,45	16ХГ	17Г1С	40Х	42ХМ	Σ
Ø 240	ЭР	прокат, т	27,25	–	15,75	–	58,4	101,4
		брак, т	1,53	–	1,67	–	0	3,2
		брак, %	5,61	–	10,6	–	0	3,16
	СР	прокат, т	370,13	26,33	66,39	–	232,87	695,72
		брак, т	6,41	1,62	0	–	13,79	21,82
		брак, %	1,73	6,15	0	–	5,92	3,14
Ø 250	ЭР	прокат, т	49,2	–	247,32	–	36,61	333,13
		брак, т	1,58	–	5,61	–	0	7,19
		брак, %	3,21	–	2,27	–	0	2,16
	СР	прокат, т	381,97	31,61	93,62	–	426,93	934,13
		брак, т	14,12	3,19	16,79	–	10,74	44,84
		брак, %	3,7	10,09	17,93	–	2,52	4,8
Ø 260	ЭР	прокат, т	121,71	–	21,57	–	90,9	234,18
		брак, т	0	–	0	–	2,17	2,17
		брак, %	0	–	0	–	2,39	0,93
	СР	прокат, т	422,35	24,81	24,67	–	337,77	809,6
		брак, т	17,66	2,31	2,31	–	13,2	35,48
		брак, %	4,18	9,31	9,36	–	3,91	4,38
Ø 275	ЭР	прокат, т	431,92	10,26	–	21,12	209,19	672,49
		брак, т	16,75	4,69	–	0	9,6	31,04
		брак, %	3,88	45,71	–	0	4,59	4,62
	СР	прокат, т	704,97	14,54	31,9	–	611,1	1362,51
		брак, т	29,54	0	0	–	27,18	56,72
		брак, %	4,19	0	0	–	4,45	4,16
ЭР	прокат, т	630,08	10,26	284,64	21,12	395,1	1341,2	
	брак, т	19,86	4,69	7,28	0	11,77	43,6	
	брак, %	3,15	45,71	2,56	0	2,98	3,25	
СР	прокат, т	1879,4	97,29	216,58	0	1608,7	3801,96	
	брак, т	67,73	7,12	19,1	0	64,91	158,86	
	брак, %	3,6	7,32	8,82	–	4,03	4,18	
Σ	прокат, т	2509,5	107,55	501,22	21,12	2003,8	5143,16	
	брак, т	87,59	11,81	26,38	0	76,68	202,46	
	брак, %	3,49	10,98	5,26	0	3,83	3,94	

В період с 01.05.2009 г. по 31.08.2009 г. на круг діаметром 240–275 мм прокатано 5143,16 тонни із слитків развесом 6,67 тонни наступних марок сталей: 20, 45, 40Х, 17Г1С, 16ХГ, 42ХМ. По експериментальній технології нагріто і прокатано 1341,2 тонни (35 плавки) по діючій технології 3801,96 тонни.

Після обточка металопроката на бесцентровоточкарних станках прутки підвергались ультразвуковому контролю на відповідність вимогам ГОСТ 21120-75 з допомогою приладу УСК-8Б. При цьому було отбраковано 43,59 тонни, що склало 3,25 % від ваги сортового проката, нагрітого по експериментальному режиму. По існуючій технології отбраковка склала 158,86 тонни або 4,18 % від ваги сортового проката.

В таблиці 1 представлені дані в залежності від прокатаного профіля, режиму нагріву (ЭР – експериментальний режим нагріву, СР – існуючий режим нагріву) і марки сталі. Як видно з цієї таблиці, рівень браку при експериментальному режимі нагріву нижче, ніж при нагріву по існуючій технології. При прокаті Ø 240 мм із углеродистого сталі і 17Г1С, а також при прокаті Ø 275 мм із сталі 16ХГ навпаки, рівень браку нагрітого по експериментальному режиму перевищує рівень браку нагрітого по існуючій технології. Це пов'язано з недостатнім кількістю експериментальних даних.

Выводы

1. Розроблено і опробовано новий режим нагріву і прокатки углеродистих і конструкційних марок сталей із слитків развесом 6,67 т на круг діаметром більше 230 мм з неоднорідним температурним полем.

2. Результати ультразвукового контролю за період с 01.05.2009 г. по 31.08.2009 г. свідчать про зни-

ження рівня браку по осевій пористості слитка, не заварившійся при деформації слитків, нагрітих по новій технології, на 25 % порівняно зі слитками, нагрітими по існуючій технології.

3. Для уточнення отриманих експериментальних даних планується проаналізувати більший масив плавки.

Перечень ссылок

1. Диомидов Б. Б. Технология прокатного производства / Б. Б. Диомидов, Н. В. Литовченко. – М. : Металлургия, 1979. – 489 с.
2. Чижиков Ю. М. Прокатываемость стали и сплавов / Ю. М. Чижиков. – М. : Металлургиздат, 1961. – 451 с.
3. Пестов В. С. Повышение качества и деформируемости металла поковок за счет сочетания различных видов неоднородности при ковке / В. С. Пестов // Кузнечно-штамповочное производство. – 1988. – № 2. – С. 6–8.
4. Корнеев Д. М. Ковка крупных слитков из стали 35 с температурным перепадом по сечению / Д. М. Корнеев, Б. А. Цурков // Кузнечно-штамповочное производство. – 1974. – № 4. – С. 1–4.
5. Охрименко Я. М. Новые процессыковки крупных поковок / Я. М. Охрименко, А. И. Гринюк, В. А. Тюрин // Кузнечно-штамповочное производство. – 1970. – № 4. – С. 19–20.
6. Соколов Л. Н. Технологические приемы, обеспечивающие проработку осевой зоны слитка / [Л. Н. Соколов, В. С. Пестов, В. Н. Ефимов и др.] // Кузнечно-штамповочное производство. – 1985. – № 2. – С. 25–27.
7. Золотухин Н. М. Совершенствование технологии изготовления поковок валов / Н. М. Золотухин, И. П. Шелаев, В. О. Кононенко, С. С. Сиротинiec // Кузнечно-штамповочное производство. – 1986. – № 5. – С. 7–8.
8. Шелаев И. П. Ковка крупных поковок прокатных валков с температурным перепадом по сечению / И. П. Шелаев, В. О. Кононенко, А. А. Леонтьев // Кузнечно-штамповочное производство. – 1988. – № 4. – С. 2–3.

Одержано 23.06.2010

A. V. Ivanov, V. V. Chigirinskiy, I. N. Logozinskiy, O. E. Koslov

LARGE DIAMETER CIRCLES WITH HETEROGENEOUS TEMPERATURE FIELD ROLLING

Розглядається проблема одержання сортового прокату із щільної макроструктури в осевій зоні. Розроблений та випробований новий режим нагрівання конструкційних і вуглецевих марок сталей в умовах ВАТ «Днепрспецсталь», що дозволило знизити рівень браку по осевій пористості злитка, яка не заварилася при деформації злитків.

Ключові слова: діаметр, злиток, прокат, нагрівання, деформація, метал, температура.

The problem of high quality rolling stock receiving from a dense macrostructure in axial area is considered. The new construction and carbon steel brands heating regime was developed and tested in JVC «Dneprospecstal» conditions. That allowed to reduce rejected materials level due to axial bar porosity which were not welded during bar deformation.

Key words: diameter, bar, rolled stock, warming, deformation, metal, temperature.