

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ВАЛКОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ

Качество проката и объём производства во многом зависят от работоспособности основного рабочего инструмента прокатного стана – прокатных валков. Их расход на 1 млн. т проката достигает ~1000 т, а из-за постоянно возрастающей цены доля валков в себестоимости проката может достигать 12...15 %. Кроме того, до 25 % от общего времени простоев прокатных станов составляют простои, связанные с перевалкой валков, вышедших из строя или требующих переточки. Надёжность и долговечность валков являются решающими факторами, определяющими качество продукции, производительность и экономическую эффективность станов горячей прокатки.

Основными причинами выхода из строя стальных рабочих валков горячей прокатки является неравномерный износ, разрушение поверхностного слоя вследствие трения, ударов, циклических теплосмен. Снизить расход валков позволяет их восстановление наплавкой [1 – 4]. Это позволяет не только компенсировать уменьшение диаметра от износа и переточек, но и обеспечить свойства наплавленного слоя, превосходящие свойства материала валка. Интенсивность износа, степень напряженности и повреждаемости валков во время работы зависят в основном от механических свойств и функциональных характеристик наплавленного металла.

Поскольку основной причиной выхода из строя рабочих валков станов горячей прокатки является растрескивание поверхностного слоя, оптимальным сочетанием свойств характеризуется состав 20Х4МФБ. Использование ленты 20Х4МФБ толщиной 1,0 мм и шириной 30 мм, а также производимых в условиях ПАО «ММК им. Ильича» лент 08кп, 15кп, 20пс, в сочетании с возможностью дополнительного легирования через керамический флюс, позволяет получить составы наплавленного металла, приведенные в таблице 1 [5, 6].

Таблица 1

Механические свойства и функциональные характеристики наплавленного металла

Состав наплавленного металла	Твёрдость при 20 °С, HRC	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Ударная вязкость KCV, МДж/м ²	Число циклов нагрев-охлаждение до появления трещины	Относительная износостойкость при 600 °С
15Х4МФС	34,0	670	0,45	1850	1,00
18Х3ГМФА	36,0	710	0,42	1800	1,20
20Х4МФБ	37,0	740	0,44	1830	1,25
25Х5ФМС	42,0	780	0,33	1590	1,45
30Х7М2ФБ	47,5	920	0,26	1450	1,85

При разработке способов наплавки слоистых композиций ленточным электродом необходимо обеспечить технологическую стабильность процесса, предусматривающую получение высокого качества по всей наплавленной поверхности при сохранении неизменными основных его параметров [7]. Особенно важно создание запаса технологической стабильности (по аналогии с запасом технологической прочности) в случае наплавки на поверхность, наклонённую к горизонтали, либо на тело вращения. При наплавке ленточным электродом надёжное стабильное сплавление и отсутствие провалов механических свойств в переходной зоне может быть обеспечено за счёт увеличения толщины ленты до 1,0 мм (рис. 1).

Процесс наплавки прокатных валков ленточным электродом 20Х4МФБ отличается высокой технологической стабильностью и производительностью, обеспечивая надёжное, вместе с тем, ограниченное проплавление (см. рис. 1), отсутствие дефектов в зоне сплавления. Доля участия основного металла (предыдущего слоя) не превышает 30,0 %, несколько снижаясь с ростом тока. При наплавке последующего по высоте слоя лентой другого состава (например, 08кп, 15кп) формируется достаточно дискретное изменение состава на границе слоёв. Это позволяет наплавлять многослойную гетерогенную композицию с внутренними вязкими слоями (прослойками). Такая композиция отличается повышенным сопротивлением распространению поверхностной трещины вглубь валка за счёт её торможения, вызванного образованием расслоений по границам слоёв, а также благодаря высокому сопротивлению разрушению вязких слоёв [8].

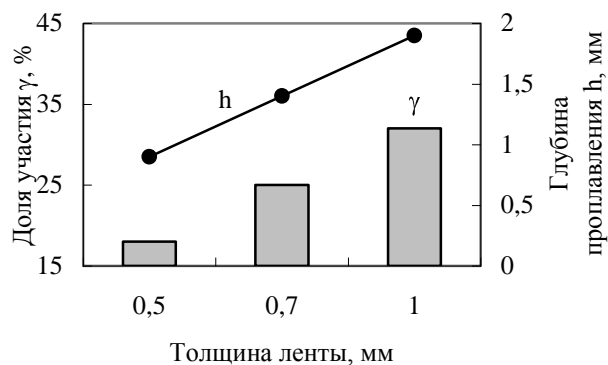


Рис. 1. Влияние толщины ленты шириной 30 мм из стали Св-08кп на глубину проплавления h и долю участия γ основного металла в наплавленном.

При наплавке бочки валков обжимной клетки стана слябинг-1150 (материал валков – сталь 60ХН) подслоя (буферный слой) наплавляется лентой 08кп. При этом формируется состав металла (с учётом разбавления материалом валка), прочность и пластичность которого обеспечивают при динамическом разрушении вязкий ямочный характер излома. При общей толщине наплавленного металла 30...35 мм, благодаря промежуточным пластичным слоям, снижается уровень остаточных напряжений. Этому способствует также наплавка последнего слоя металлом низкой твёрдости, что, вместе с тем, облегчает механическую обработку после наплавки.

Работоспособность валков горячей прокатки, имеющих форму тела вращения и наплавляемых кольцевыми валиками или по винтовой линии, во многом зависит от способности ограничить развитие трещин термомеханической усталости, предотвращая образование глубоких кольцевых трещин [9]. В связи с тем, что зарождение и распространение трещин происходит, преимущественно, в подверженных повторному нагреву зонах перекрытия валиков, целесообразно располагать наплавляемые валики под углом к образующей [5]. При этом ориентация зон перекрытия валиков и возникающих здесь трещин не совпадает с диаметральной плоскостью, затрудняя образование магистральной трещины.

Качество формирования металла и плавность перехода на краях валика при наплавке ленточным электродом зависят от угла поворота ленты к направлению наплавки. Остановка термоусталостных трещин прежде, чем длина поверхностной трещины станет критической, достигается разрывами сплошности слоя (зазорами между “выступами”) [5, 10]. Повышению работоспособности способствует также снижение уровня остаточных сварочных напряжений в наплавленном валке.

С целью уменьшения неравномерности и абсолютной величины износа валков обжимной клетки стана слябинг-1150 в условиях ПАО «ММК им. Ильича» разработана и используется технология наплавки, предусматривающая дифференцированное распределение состава и твёрдости наплавляемого металла по длине бочки (рис. 2, а). За счёт этого снижается абсолютная величина и неравномерность износа валка, возрастает наработка на 1 мм уменьшения диаметра (рис. 2, б).

Технологическое оборудование, система автоматизированного управления наплавочной установкой позволяет наносить слоистые композиции, обеспечивающие повышение ресурса валков, снижение интенсивности и неравномерности износа, а также сетки трещин разгара. При этом уменьшаются поперечная разнотолщинность слябов, отклонения от номинальной толщины, растёт экономия металла при поставках по теоретическому весу.

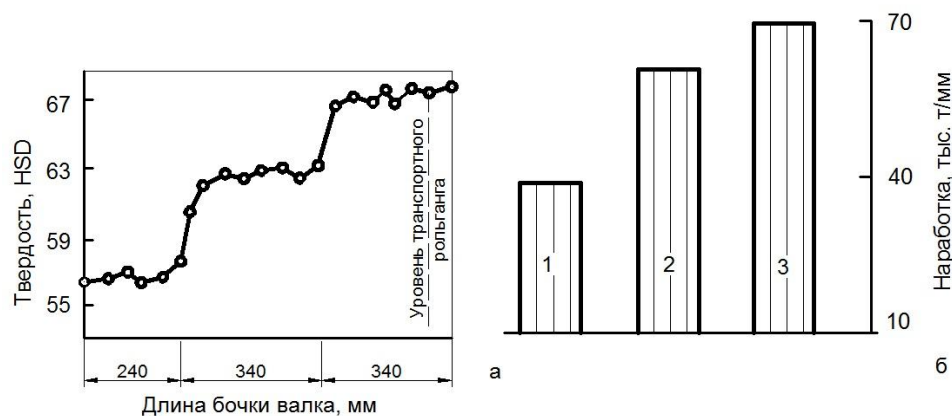


Рис. 2. Распределение твёрдости по длине бочки наплавленного вертикального валка (а) и наработка тыс. тонн проката на 1 мм уменьшения диаметра вертикальных валков обжимной клетки стана слябинг-1150: серийных (1), наплавленных (2), то же, с дифференцированным распределением твёрдости по длине (3).

Формирование слоистых композиций с макроразнородной структурой металла может быть достигнуто при наплавке составным ленточным электродом с лентами различного химического состава [11].

ВЫВОДЫ

1. Основными причинами выхода из строя стальных рабочих валков горячей прокатки является неравномерный износ, разрушение поверхностного слоя вследствие трения, ударов, циклических теплосмен. Снизить расход валков, повысить работоспособность позволяет восстановление наплавкой. Это даёт возможность не только компенсировать уменьшение диаметра от износа и переточек, но обеспечить свойства наплавленного слоя, превосходящие свойства материала валка. Эффективность применения наплавки зависит, прежде всего, от механических свойств и функциональных характеристик наплавленного металла.
2. Для уменьшения неравномерности и абсолютной величины износа, повышения трещиностойкости восстановленных валков обжимной клетки в условиях ПАО «ММК им. Ильича» используется технология наплавки, предусматривающая дифференцированное распределение состава и твёрдости наплавляемого металла по длине бочки.

За счёт этого снижается абсолютная величина и неравномерность износа валка, возрастает наработка на 1 мм уменьшения диаметра.

Перечень ссылок

1. *Данилов Л.И.* Увеличение срока службы опорных валков стана 2000 горячей прокатки полос в ОАО «Северсталь» / *Л.И. Данилов, Н.Б. Скорохватов, В.Ф. Соболев* [и др.] // Чёрная металлургия. Бюл. НТИЭИ. – 2004. – № 8. – С. 68 – 69.
2. *Матвиенко В.Н.* Восстановление наплавкой деталей металлургического оборудования в условиях ОАО «ММК им. Ильича» / *В.Н. Матвиенко, С.В. Гулаков, В.А. Роянов* [и др.] // Металл и литьё Украины. – 2005. – №7-8. – С. 66 – 69.
3. *Трайно А.И.* Рациональные режимы эксплуатации и восстановления прокатных валков / *А.И. Трайно* // Сталь. – 2008. – № 10. – С. 86 – 91.
4. *Кондратьев И.А.* Дуговая и электрошлаковая наплавка валков прокатных станов / *И.А. Кондратьев, И.А. Рябцев, Ю.М. Кусков* // Сварщик. – 2004. – № 1. – С. 7 – 9.
5. *Шебаниц Э.Н.* Повышение трещиностойкости и сопротивления износу наплавленных рабочих валков горячей прокатки / *Э.Н. Шебаниц, Н.И. Омеляненко, Ю.Н. Куракин, В.Н. Матвиенко* [и др.] // Металлург. – 2012. – № 8 – С. 72 – 75.
6. Патент 62591 Украина, МПК В23К 35/00. Электродна стрічка для наплавлення / *В.С. Бойко, К.К. Степнов, Е.Н. Шебаниц, В.М. Матвієнко* [та ін.] – № 2003043310; заявл. 14.04.03; опубл. 15.12.03, Бюл. № 12.
7. *Походня И.К.* Критерии оценки стабильности процесса дуговой сварки на постоянном токе / *И.К. Походня, И.И. Заруба, В.Е. Пономарев* [и др.] // Автоматическая сварка. – 1989. – № 8. – С. 1 – 4.
8. *Боровик Л.И.* Технология подготовки и эксплуатации валков тонколистовых станов / *Л.И. Боровик, А.И. Добронравов*. – М.: Металлургия, 1984. – 104 с.
9. А. с. 1823314 СССР, МКИ В23К 9/04. Способ наплавки ленточным электродом цилиндрических изделий / *В.П. Лаврик, Л.К. Лецинский, В.П. Иванов* [и др.] (СССР). – № 4875697/08; заявл. 07.08.90; опубл. 23.06.93, Бюл. № 23.
10. *Домбровский Ф.С.* Работоспособность наплавленных роликов машин непрерывного литья заготовок / *Ф.С. Домбровский, Л.К. Лецинский*. – К.: ИЭС им. Е. О. Патона, 1995. – 198 с.
11. *Матвиенко В.Н.* Получение многослойного композиционного покрытия наплавкой ленточными электродами / *В.Н. Матвиенко, В.П. Иванов, К.К. Степнов* // Вестник Приазов. гос. техн. у-та: Сб. научн. тр. – Мариуполь: ПГТУ, 1998. – Вып. 6. – С. 201 – 204.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Щетинина В. И.

Статья поступила 15.11.2013 г.