

УДК 621.791.927

**Матвиенко В. Н., Степнов К. К.**

### **ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ НАПЛАВКА ВАЛКОВ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ**

Непрерывно растущий спрос на прокатные валки, все более повышающиеся требования к их качеству и работоспособности, стремление к снижению их стоимости, всё это определяет необходимость совершенствования технологии изготовления и восстановления прокатных валков.

В настоящее время в качестве одного из наиболее эффективных технических решений, направленных на снижение эксплуатационных расходов на основной рабочий инструмент прокатных станов является своевременное восстановление и упрочнение изнашивающейся рабочей поверхности путём механизированной электродуговой наплавки слоя металла. В связи с этим придается большое значение увеличению объема наплавки, оснащению прокатных цехов наплавочными участками, разработке и совершенствованию эффективных технологических процессов наплавки и наплавочных материалов, обеспечивающих повышение характеристик и долговечности валков прокатных станов [1–5]

Применение технологии электродуговой наплавки износостойкого слоя металла обеспечивает не только продление их срока службы, но и улучшение эксплуатационных свойств и качества рабочей поверхности. Это подтверждено многолетней деятельностью отраслевой научно-исследовательской лаборатории (ОНИЛ) наплавки кафедры «Оборудование и технология сварочного производства» (ОиТСП) Приазовского государственного технического университета (ПГТУ) [1].

На ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича» широко используется электродуговая наплавка деталей металлургического и прокатного оборудования. На основе разработок ОНИЛ при творческом сотрудничестве с комбинатом созданы и освоены специализированные наплавочные участки в ЛПЦ-4500, ЛПЦ-3000, цехе «Слябинг-1150» и ЛПЦ-1700. Поэтому потребность в наплавочных материалах велика. Для решения проблемы обеспечения наплавочных участков экономнолегированным материалом на комбинате было решено освоить технологию производства тонкой холоднокатаной легированной ленты и керамического флюса.

Использование в качестве наплавочного материала холоднокатаной ленты обеспечивает высокую производительность процесса, малую глубину проплавления основного металла, надежность провара наплавляемого валика, устойчивость процесса при меньшей, чем при наплавке проволоками, плотности тока. Наряду с высокой производительностью формируется однородный по составу и свойствам наплавленный металл. Применение технологии наплавки ленточным электродом обеспечивает получение наплавленного слоя заданных размеров и свойств, высокого качества и с минимальным припуском на последующую механическую обработку [6].

Целью настоящей работы является разработка и внедрение экономнолегированных наплавочных материалов, обеспечивающих повышение долговечности валков прокатных станов и других деталей прокатного оборудования. На основании результатов исследований свойств наплавочных среднехромистых сталей, проведенных в ОНИЛ с целью определения оптимального состава, а также обеспечения наилучшего сочетания прочностных и пластических свойств материала для использования в виде наплавочной ленты, рекомендованы экономнолегированные составы стали. Они позволяют удовлетворить жесткие требования по производству тонкой холоднокатаной ленты и обеспечить получение наплавленного металла с высокими технологическими и эксплуатационными характеристиками. После детального анализа технических возможностей цехов комбината по производству проката требуемого

химического состава и свойств совместно с сотрудниками комбината разработана технология изготовления холоднокатаной легированной ленты, предусматривающая выплавку стали заданного химического состава в фасонно-сталелитейном цехе; прокатку слитков в слябы – в обжимном цехе слябинг-1150; прокатку слябов на полосу толщиной 3 мм – на непрерывном широкополосном стане (НШС) 1700 горячей прокатки (ГП). Холодную прокатку полос проводили до конечной толщины –  $1^{-0,2}$  мм, а затем осуществляли порезку на ленты шириной 30 мм.

В результате выполненных работ освоена технология производства в условиях комбината им. Ильича холоднокатаной легированной ленты марок 18Х3ГМФА, 20Х4ГМФА и 20Х4МФБ сечением  $30 \times 1,0$  мм. При выборе оптимальных размеров ленты руководствовались необходимостью обеспечения высокого качества наплавленного слоя, зоны сплавления и, в первую очередь, надежного, бездефектного проплавления, основного металла, а при наложении последующих слоев – предыдущего слоя. Проведенные исследования показали, что при толщине ленты  $0,8 \div 1,0$  мм и ширине ее  $30 \div 40$  мм обеспечивается надежное проплавление основного металла при устойчивом процессе наплавки. Использование такой ленты позволяет получать при наплавке под плавными и керамическими флюсами износостойкий слой металла, удовлетворяющий требованиям служебных характеристик рабочего слоя бочки и шеек прокатных валков и роликов рольгангов станов слябинг-1150, НШС-1700 ГП и ТЛС-3000.

С целью выяснения возможностей применения легированной ленты для износостойкой наплавки прокатных валков и роликов рольганга провели испытания металла, наплавленного лентой из стали марки 20Х4МФБ под флюсом АН-60. Образцы металла подвергли испытаниям на термостойкость, износостойкость при повышенных температурах, сопротивляемость образованию кристаллических трещин при наплавке. Определили также его твердость при нормальных и повышенных температурах, механические свойства, в том числе после отпуска; выполнили металлографические исследования. Для изготовления образцов производили пятислойные наплавки на пластины толщиной 40 мм из стали 50, которые перед наплавкой подогревали до температуры  $300 \div 350$  °С.

Для сравнения проведены исследования металла, полученного наплавкой проволоками Св-08А и Св-10ГА под флюсом ЖСН-5. Результаты этих сравнительных испытаний представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты испытаний металла, наплавленного проволоками Св-08А и Св-10ГА под флюсом ЖСН-5 и лентой 20Х4МФБ под флюсом АН-60

Вид испытаний наплавленного металла	Наплавочный материал		
	Проволока Св-08А флюс ЖСН-5	Проволока Св-10ГА флюс ЖСН-5	Лента 20Х4МФБ флюс АН-60
	Тип наплавленного металла		
	18Х6МФС	22Х6МФА	20Х4МФБ
Износ наплавленного металла, мг	26,5 ÷ 30,1	22,3 ÷ 26,0	28,9 ÷ 34,8
Термостойкость – количество циклов теплосмен «нагрев – охлаждение» до появления видимой трещины	1230 ÷ 1320	890 ÷ 1020	1340 ÷ 1390
Твердость металла, HRC: при 20 °С	38 ÷ 39	41 ÷ 42	36 ÷ 38
при 500 ÷ 550 °С	27 ÷ 30	26 ÷ 29	27 ÷ 29
Показатель технологической прочности металла, мм/мин	11,9 ÷ 12,3	9,5 ÷ 10,1	13,1 ÷ 13,4

Лабораторные исследования показали, что процесс наплавки лентой из стали 20Х4МФБ под флюсом АН-60 характеризуется высокими сварочно-технологическими свойствами: стабильным горением сварочной дуги, хорошим формированием наплавленного металла, отсутствием пор и подрезов, хорошей отделимостью шлаковой корки. Как видно из приведенных в таблице данных, металл, наплавленный лентой 20Х4МФБ под флюсом АН-60, обладает достаточно высокими показателями служебных характеристик (прежде всего повышенной пластичностью и трещиностойкостью), что достаточно важно для металла, эксплуатирующегося в условиях циклических изменений нагрузок и температур.

Результаты выполненных исследований показали техническую возможность и перспективность использования холоднокатаных легированных лент, изготовленных в условиях комбината, для упрочняющей наплавки прокатных валков и роликов рольганга. Наплавлена опытно-промышленная партия валков прокатных станов слябинг-1150 (горизонтальные и вертикальные валки); НШС-1700 ГП (опорные и рабочие валки черновой клети, бочки опорного валка ПЖТ чистовых клетей; посадочные места бандажей опорных валков и трещин рабочих валков черновых клетей; шейки рабочих и опорных валков; моталок) и ролики рольганга ТЛС-3000. Процесс наплавки легированной лентой характеризуется высокой устойчивостью и стабильностью. При этом наблюдаются хорошие отделимость шлаковой корки и качество формирования наплавленной поверхности (рис. 1).

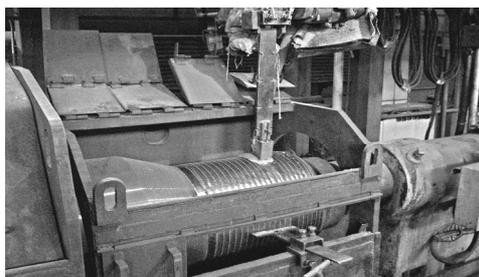


Рис. 1. Наплавка под флюсом ленточным электродом валка прокатного стана в условиях наплавочного участка ЛПЦ-1700

Экономическая целесообразность использования холоднокатаной легированной ленты, изготовленной в условиях комбината, наряду с повышением производительности процесса наплавки, позволяет рекомендовать ее широкое использование для восстановления и упрочнения прокатных валков и роликов рольгангов.

Полные удельные затраты на 1 тонну наплавленных прокатных валков составляют чуть более 1,2 тыс. грн/т. Общие затраты на восстановление изношенного валка составляют в среднем 15 % от стоимости нового (рис. 2). И если учесть, что валок может быть подвергнут восстановлению 5 ÷ 6 раз – наплавка ленточным электродом обеспечивает получение существенной экономии. Износостойкость наплавленных валков составляет для горизонтальных – 31 тыс. тонн проката на 1 мм износа; для вертикальных – 52,8 тыс. тонн (при минимальной сетке разгара трещин), что более чем в 2,5 раза превышает показатель новых валков (рис. 3).

Эксплуатация наплавленных валков стана слябинг-1150 показала, что рабочий слой отвечает всем требованиям технологии прокатки слябов: отсутствуют пробуксовки и проскальзывания металла, улучшился захват слябов. Эксплуатация наплавленных валков НШС-1700, а также роликов рольганга ТЛС-3000 подтвердила высокие свойства рабочего слоя, полученного наплавкой легированной лентой. Результаты промышленного освоения разработанной технологии показали существенные преимущества по сравнению с базовым вариантом. Подтверждением этого является рост износостойкости наплавленных валков. Благодаря относительно гладкой наплавленной поверхности (без углублений между смежными валиками) значительно снижен объем последующей механической обработки.

В настоящее время ведутся дальнейшие разработки, направленные на получение наплавочных лент различной степени легирования и оптимального состава керамического флюса. Это позволит решить задачу обеспечения необходимым наплавочным материалом производственных участков по восстановлению и упрочнению изнашивающихся деталей прокатного и металлургического оборудования.



Рис. 2. Затраты на приобретение нового валка и на восстановление изношенного



Рис. 3. Износостойкость наплавленных и новых валков прокатного стана слябинг-1150

## ВЫВОДЫ

1. Результаты проведенных испытаний металла, наплавленного ленточным электродом разработанного состава, показали, что он обладает достаточно высокими эксплуатационными характеристиками, а также подтвердили техническую возможность и перспективность использования ленты для упрочнения прокатных валков и роликов рольганга.

2. Износостойкость валков прокатного стана слябинг-1150, наплавленных ленточным электродом разработанного состава, более чем в 2,5 раза превышает показатель новых валков. При этом затраты на восстановление изношенного валка составляют в среднем 15 % от стоимости нового.

3. Результаты внедрения технологии наплавки холоднокатаной легированной лентой, экономическая целесообразность ее изготовления и использования, а также повышенная производительность процесса наплавки позволяют рекомендовать данный материал для широкого освоения на предприятиях металлургической отрасли для восстановления и упрочнения деталей прокатного и металлургического оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Матвиенко В. Н. 30 лет отраслевой научно-исследовательской лаборатории наплавки / В. Н. Матвиенко, С. В. Гулаков // Автоматическая сварка. – № 8. – 2001. – С. 10–11.
2. Восстановление наплавкой деталей металлургического оборудования в условиях ОАО «ММК им. Ильича» / В. Н. Матвиенко, С. В. Гулаков, В. А. Роянов, К. К. Степнов и др. // Металл и литье Украины. – 2005. – № 7–8. – С. 66–69.
3. Повышение долговечности стальных валков прокатных станов ОАО «ММК им. Ильича» / В. Н. Матвиенко, К. К. Степнов, С. В. Гулаков и др. // Металлургические процессы и оборудование. – 2005. – № 2. – С. 39–42.
4. Матвиенко В. Н. Повышение работоспособности быстроизнашивающихся деталей оборудования наплавкой / В. Н. Матвиенко, С. В. Гулаков // Вестник Приазов. гос. техн. ун-та : сб. научн. тр. – Мариуполь, 2000. – Вып. № 10. – С. 204–207.
5. Новые наплавочные участки для восстановления крупных и уникальных прокатных валков / Л. К. Лецинский, В. Н. Матвиенко, В. И. Щетинина, К. К. Степнов и др. // Автоматическая сварка. – 1996. – № 8. – С. 58–59.
6. Гулаков С. В. Наплавка под флюсом ленточным электродом / С. В. Гулаков, В. Н. Матвиенко, Б. И. Носовский. – Мариуполь : ПГТУ, 2006. – 136 с.