

2. Исследования показали, что прочность сцепления наплавленного слоя с заготовкой повышается в 2 раза и достигает величины 250-280 МПа при нарезке на наплавленной поверхности специальных канавок в виде лабиринтов или концентрических окружностей.

3. В технологической части проекта были выбраны оптимальные режимы наплавки малых конусов и разработана рациональная технология наплавки композиционными сплавами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокин В.Г. Стали и сплавы. Марочник / Сорокин В.Г. – М.: Интермет ИНЖЕНИРИНГ, 2001. – 608с.
2. Наплавка и комбинированные методы обработки засыпных аппаратов доменных печей / под ред. И.А.Толстова, Л.И.Зверева. – М.: Металлургия, 1987. – 152с.
3. Шехтер С.Я. Восстановление оборудования механизированной наплавкой / Шехтер С.Я. – М.: Металлургия, 1965. – 135с.
4. Биковський О.Г. Довідник зварника / Биковський О.Г., Пінковський І.В. – К.: Техніка, 2002. – 336с.
5. Разиков М.И. Восстановление изношенных деталей методом наплавки / Разиков М.И., Толстов И.А. – М.: ГОСИНТИ, 1965. – 37с.

Поступила в редколлегию 04.03.2015.

УДК 671.791.927

КАМЕЛЬ Г.И., д.т.н., профессор
ВОЛКОВ Г.П.*, к.т.н., доцент
МАКАРЕНКО П.П., зав. лабораторией
БЕЙЧУК Е.Р., студент

Днепродзержинский государственный технический университет

*Запорожский национальный технический университет

ЭЛЕКТРОШЛАКОВАЯ НАПЛАВКА ПОРОШКОВЫМ ЭЛЕКТРОДОМ ВАЛКОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ

Введение. Валок входит в систему прокатного стана и предназначен для деформирования материала. По существующей технологии валки на предприятии получали механической обработкой проката круглого сечения диаметром 80 мм из углеродистой стали У7 или 45ХН2МФЛ. При таком способе изготовления 40% металла уходит в стружку, производство одного валка занимало значительное время, валок не имел высокой износостойкости. Все это существенно увеличивает себестоимость проката.

Постановка задачи. Согласно литературным данным, при производстве валков горячей прокатки широко используются традиционные наплавочные материалы (ПП-АН147, ПП-3Х2В8, 30ХГСА), обладающие твердостью после наплавки 40-42 НРС. Для увеличения срока службы валка были применены стали с лучшими характеристиками, такие как сталь ДИ22, ДИ23, Р6М5 (с твердостью 60-63 НРС).

В настоящее время большое внимание исследователей и производителей привлекают быстрорежущие стали. Наиболее активно эти новые материалы рекламируют компании «Nippon Steel» (Япония), «Gontermann-Peipers» (Германия). Известны работы института им. Патона по изготовлению валков горячей прокатки из быстрорежущих сталей.

Однако большие габариты прокатных валков не позволяют производить термическую обработку в соляных ваннах и тем самым сформировать комплекс свойств, характерных для стали Р6М5.

Целью данной работы является повышение износостойкости валков горячего проката за счет выбора технологии изготовления валков горячей прокатки и оптимального материала.

Результаты работы. Исследование отливок из сталей ДИ-22, ДИ-23 и Р6М5, полученных методом электрошлаковой выплавки показало, что в результате переплава содержание химических элементов существенно не изменяется. В частности, весовая доля таких элементов, как марганец, хром, вольфрам, молибден, ванадий, как в расходуемых электродах, так и в полученных отливках была практически одинакова. Наблюдался незначительный угар кремния, за один переплав содержание кремния уменьшалось на 0,10-0,12%. Также отмечено снижение содержания серы в отливках, что объясняется эффектом рафинирования металла при переплаве. Весовая доля серы в среднем снижалась на 0,002-0,003%. В качестве примера в табл.1 приведены результаты исследования влияния электрошлаковой выплавки на химический состав стали ДИ-22, ДИ-23 и Р6М5. При выплавке заготовок валка горячей прокатки винтового станка используется флюс АНФ-6, ГОСТ 22974.0-96, не содержащий кислых и основных оксидов. Флюс АНФ-6 является рафинирующим флюсом, что приводит к снижению вредных примесей [1].

Таблица 1 – Влияние электрошлаковой наплавки на химический состав сталей ДИ-22, ДИ-23 и Р6М5

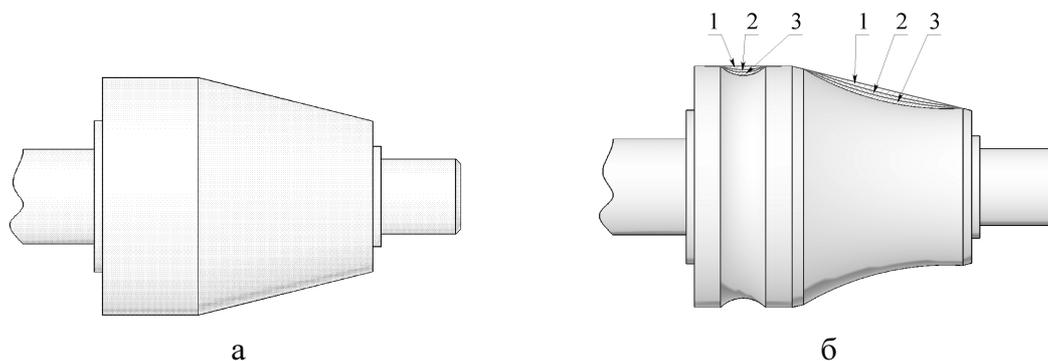
	Марка стали	Массовая доля, %								
		Si	Mn	Cr	W	V	Mo	C	S	P
Расходуемый электрод	ДИ-22	0.64	0.30	2.98	3.95	1.50	1.00	0.50	0.035	0.025
	ДИ-23	0.68	0.32	3.00	3.85	1.50	0.96	0.47	0.032	0.028
Порошковый электрод	Р6М5	0.70	0.40	4.1	5.5	1.80	5.0	0.82	0.028	0.026
Металл отливки	ДИ-22	0.58	0.28	2.95	3.90	1.48	1.00	0.48	0.022	0.022
	ДИ-23	0.60	0.30	3.00	3.86	1.50	0.96	0.47	0.025	0.021
	Р6М5	0.65	0.36	3.50	5.7	1.75	4.80	0,78	0.025	0,021
	Р6М5*	0.65	0.35	3.49	5.7	1.75	4.80	0.77	0.016	0.021

* – получен порошковым электродом

Исследование изнашивания поверхности валка.

На образующей бочки валка располагаются две характерные зоны: на цилиндрической части – заходная и конусной – непосредственно деформирующая заготовку. В результате подачи заготовки на валок происходит скольжение деформируемого прутка на цилиндрической поверхности. Это усугубляет предел износа цилиндрической части валка, то есть, кроме термического изнашивания, добавляется механическое. В результате действия этих факторов на цилиндрической поверхности формируется канавка, схематично представленная на рис.1. Размеры канавки увеличиваются в зависимости от количества циклов прокатки. При достижении критического износа валок перетачивают на меньший диаметр [1, 2].

При горячей прокатке на поверхности валков образуются трещины разгара. Разгаростойкость валковых материалов в значительной мере связана с повышенным содержанием серы. Однако при весьма низком содержании серы согласно данным ряда исследований возможно появление камневидного излома I рода, обусловленного выделением по границам аустенитного зерна сульфида марганца. Хрупкие участки структуры и неудаленные трещины разгара могут приводить к разрушению валка при эксплуатации.



а – до изнашивания; б – после изнашивания

1 – начальный износ; 2 – промежуточный износ; 3 – критический износ

Рисунок 1 – Схема изнашивания рабочей поверхности бочки вала

При прокатке абразивному износу вала способствует окалина, которая образуется на поверхности бочки вала и подката. Износ поверхности валков происходит также за счет образования трещин разгара, что связано с термоциклированием, то есть чередованием циклов «нагрев-охлаждение» при прокатке. В качестве охладителя поверхности вала используется подогретая вода, которая способствует коррозии поверхности вала, поскольку поверхность вала постоянно находится в напряженном состоянии. Коррозионная стойкость вала зависит от отношения концентраций Cr/C .

Более интенсивно изнашивается заходная часть, где происходит захват прутка. На конусной (деформирующей поверхности) происходит процесс горячей термической деформации.

Изучение поверхности разрушения образцов показало существенное влияние на процесс изнашивания цементитной фазы. Карбиды, особенно высокотвердые, затрудняют внедрение и продвижение абразивных частиц. Вначале разрушается металлическая основа, на которой находятся островки с карбидной фазой, а затем, после многократного взаимодействия с абразивом, сами карбиды (цементит). При большом количестве в структуре карбидов цементитного типа в рельефе поверхности разрушения обнаруживаются ямки, которые образуются в результате выламывания и вырыва карбидов из металлической основы. Под действием абразивных частиц ямки укрупняются, и процесс изнашивания интенсифицируется. Износ резко снижается, если металлическая основа имеет высокую твердость, прочно удерживает частицы карбидов и не деформируется при воздействии абразива.

Износ прокатных валков происходит также за счет образования на поверхности бочки сколов. Сколы связаны с термическими напряжениями и усталостными явлениями в материале вала. Разрушение вала или сколы его поверхности от усталости происходят вследствие возникновения микротрещин, которые постепенно развиваются вглубь сечения детали или участка ее поверхности.

Причиной выкрашивания может быть также проскальзывание подката относительно поверхности вала. При этом происходит резкое локальное повышение температуры до значений, намного превышающих температуру отпуска. Возникающий эффект отпуска приводит к локальному понижению твердости. В результате образуются структуры с разными значениями твердости и разным удельным объемом. Разница объемов является причиной образования трещин растяжения, которые приводят к усталостному трещинообразованию и выкрашиванию вследствие усталостных напряжений под воздействием изгибающих знакопеременных нагрузок при прокатке.

Выкрашивание может происходить также из-за значительных остаточных напряжений, которые образуются в валке при длительных периодах прокатки.

При уменьшении количества и размеров графитовых включений износостойкость валков увеличивается. В то же время графитовые включения уменьшают износ при трении.

При эксплуатации и даже на стадии изготовления прокатные валки могут разрушаться под действием механических нагрузок, термоциклирования, действия коррозии и других причин [2].

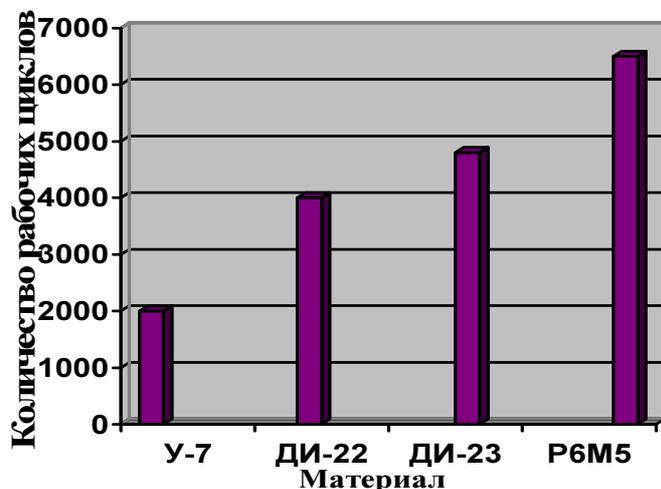


Рисунок 2 – Диаграмма износа материалов

Известно, что наименьшее сопротивление износу имеет валок, изготовленный из стали У7: за 40 рабочих часов валок до износа прокатал 10 т металла. Рассмотренные валки из стали ДИ-22 и Ди-23 показали, что сопротивление износу повысилось в два раза, а сопротивление износу валка из стали Р6М5 – в три раза.



Рисунок 3 – Износ рабочей части вала из стали У7

технология электрошлаковой наплавки порошковым электродом валков горячей прокатки с высоким уровнем твердости из стали Р6М5. Металл ЭШН обладает дополнительным

Исследования износостойкости валков проводим в сравнительной характеристике (рис.2). Для сравнения было взято четыре валка из различных видов стали, таких как сталь У7, ДИ-22, ДИ-23, Р6М5.

Изначально на станах горячей винтовой прокатки были использованы валки из стали У7. Для увеличения срока службы валка применены стали с лучшими характеристиками, такие как сталь ДИ-22, ДИ-23, Р6М5 [3].

При рассмотрении данной диаграммы можно сделать вы-

вод, что наименьшее сопротивление износу имеет валок, изготовленный из стали У7: за 40 рабочих часов валок до износа прокатал 10 т металла. Рассмотренные валки из стали ДИ-22 и Ди-23 показали, что сопротивление износу повысилось в два раза, а сопротивление износу валка из стали Р6М5 – в три раза.

За критерий износа принималось появление канавки на поверхности валка, которая влияет на качество производства проката. Данный вид износа представлен на рис.3. При работе валка из стали У7 высота канавки составляет порядка 3-4 мм, а при применении валков из стали ДИ-23 и Р6М5 размер износа в значительной мере сократился. В качестве сравнения на рис.4 представлен износ рабочего валка из стали ДИ-22 [3, 4].

Выводы. В данной работе разработана тех-



Рисунок 4 – Износ рабочей части вала из стали ДИ-22

запасом пластичности и меньшей микропористости по сравнению с металлами открытой выплавки.

Опытный валок по своей износостойкости превосходит стандартный в 3 раза. При этом расход металла сократили на 50%.

Высокой выносливостью и долговечностью отличаются заготовки деталей, полученные методом электрошлаковой наплавки, благодаря эффективному снижению в них содержания неметаллических включений, серы, фосфора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фрумин И.И. Повышение стойкости прокатных валков посредством наплавки / Фрумин И.И. – М.: Автоматическая сварка, 1954. – 279с.
2. Кащенко Ф.Д. Особенности износа прокатных валков и вопросы разработки наплавочных материалов. Современные способы наплавки и их применение / Кащенко Ф.Д., Фрумин И.И., Гордань Г.Н. – К.: АН УССР, 1990. – 116с.
3. Воронин В.М. Механические свойства сталей и сплавов, полученных путем электрошлакового переплава / Воронин В.М., Ковалев М.М., Томилин В.Н. – М.: Металлургия, 1965. – 360с.
4. Сорокин В.Г. Марочник сталей и сплавов / Сорокин В.Г., Колосникова А.В. – М.: Машиностроение, 1989. – 640с.
5. Бондин И.Н. Контроль качества сварных соединений и конструкций / Бондин И.Н. – М.: Машгиз, 1962. – 160с.

Поступила в редколлегию 04.03.2015.

УДК 676.791.927

КАМЕЛЬ Г.И., д.т.н., профессор
ГЛУШКО В.И.*, к.т.н., доцент
ИВЧЕНКО П.С., к.т.н., доцент
ЖМУРИН Д.А., бакалавр

Днепропетровский государственный технический университет
*Запорожский национальный технический университет

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШКВОРНЯ ТЕЛЕЖКИ ТЕПЛОВОЗА

Введение. Шкворень предназначен для передачи усилия тяги и торможения от тележки на кузов, а также позволяет тележке проворачиваться в горизонтальной плоскости при движении по криволинейному участку пути [1].

В процессе эксплуатации шкворень тележки тепловоза испытывает различные напряжения при статической, динамической и знакопеременной нагрузках. В связи с