

ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ

УДК 621.771.016.3

Капланов В. И.¹, Петренко А. С.², Сухоруков И. С.³

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОБЛЕМЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ

Рассмотрен ряд факторов влияющих на износостойкость прокатных валков, проведен критический анализ решения задач по совершенствованию и оптимизации существующих систем охлаждения. Представлен собственный способ решения указанных проблем.

Ключевые слова: охлаждение, напряжения, толстолистовое производство, прокатные валки, криогенная технология.

Капланов В. И., Петренко А. С., Сухоруков И. С. Деякі питання з проблеми охолодження прокатних валків. Розглянуто ряд факторів, що впливають на зносостійкість прокатних валків, проведено критичний аналіз розв'язання задач з удосконалення й оптимізації систем охолодження, що зараз існують. Надано власний спосіб вирішення вказаних проблем.

Ключові слова: охолодження, напруження, товстолистове виробництво, прокатні валки, криогенна технологія.

Kaplanov V.I., Petrenko A.S., Suchorukov I.S. On the problem of cooling of mills'rolls. A number of factors which influence wear resistance of mills' rolls were considered and a critical analysis of solutions of the problems of modification and optimization of cooling systems was performed. A new, author's method of solving the aforementioned problems was described.

Keywords: cooling, pressure, rolls, cryogenic technology.

Постановка проблемы. Отсутствие контроля за температурной нагруженностью прокатных клетей, в сочетании с возмущающими факторами технологического процесса, вызывает дополнительные напряжения в теле прокатных валков, что ведет к преждевременному их выходу из строя.

Анализ последних исследований и публикаций. Научно-практические аспекты в области охлаждения прокатных валков исследованы во многих научных работах отечественных и зарубежных ученых. Весомый вклад в решение этой проблемы внесли А. Иоффе, И. Мазур, А. Каневский, В. Ботштейн, И. Приходько, С. Шатохин, Э.Гарбер, А.Сафьян, В.Третьяков.

В своих исследованиях авторы значительное внимание уделяют охлаждению валков станом холодной прокатки, при этом проблемы охлаждения валков в условиях ТЛС, СШП до конца не решены.

Цель статьи – освещение особенностей охлаждения прокатных валков в условиях горячей прокатки, предложение новых способов снятия температурных напряжений при помощи современной технологии.

Изложение основного материала. Взаимодействие статических и динамических способов профилирования не обеспечивают полноценное управление профилем проката без контроля над тепловым состоянием валков. Главная задача систем регулирования теплового режима прокатных валков – снижение температурных напряжений валков в процессе их эксплуатации, тем самым способствуя стабилизации их теплового профиля, который характеризуется «тепловой выпуклостью» по длине бочки и ширине полосы. [1]

¹ д-р техн. наук, профессор, Приазовский государственный технический университет, г Мариуполь

² аспирант, Приазовский государственный технический университет, г Мариуполь

³ аспирант, Приазовский государственный технический университет, г Мариуполь

Согласно теории теплопроводности, температурное поле вращающегося цилиндра с граничными условиями, не симметричными относительно оси вращения, на некоторой глубине от поверхности становится осесимметричными [1].

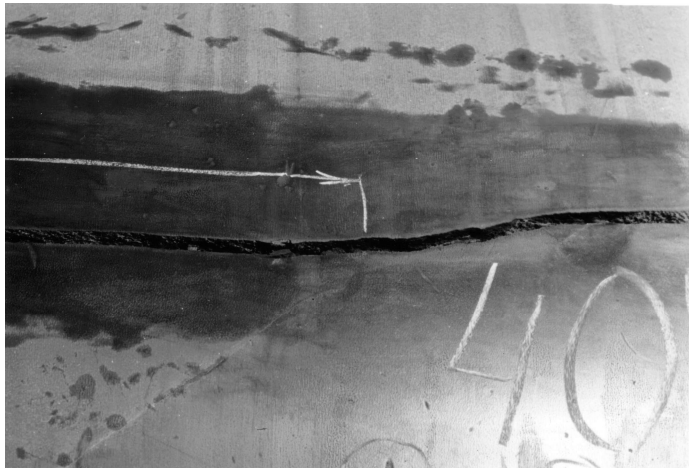


Рис.1 – Трещина опорного валка стана 3000 ММК им.Ильича

Температурное поле зависит от глубины залегания, а следовательно и распространение термических напряжений.

Охлаждение прокатных валков оказывает влияние не только на тепловой профиль, но и выступает стабилизирующим фактором, снимающего термические напряжения. Напряжения в прокатных валках обладают по своей природе разрушающей функцией, которая во многом зависит от качества подготовки прокатных валков к экс-

плуатации.

На рис.1 показана трещина опорного валка стана 3000 ММК им.Ильича, причиной возникновения которой, послужили напряжения возникшие в зоне контакта рабочего с опорным валками.

В теле валков принято различать: напряжения собственные, возникновение которых на прямую связано с их производством; и напряжения приобретенные, термические, зарождение которых вызваны непосредственно при их эксплуатации. Валки перед завалкой подвергают релаксации, с целью снятия собственных (остаточных) напряжений.

Колебания температур, особенно в поверхностном слое бочек валков, вызывают рост термических напряжений, в том числе их циклических составляющих, что увеличивает вероятность появления дефектов, которые впоследствии могут привести к разрушению валка.

Внутренние напряжения совместно с большими удельными давлениями способствуют появлению микротрещин. Под действием пара и влаги [2] окисляются по краям. С каждым циклом глубина трещин растет, достигая достаточной величины, что облегчает процесс выкрашивания.

Работа современных станов характеризуется частыми сменами технологического режима из-за разнообразия сортамента, что вносит дополнительные возмущения в тепловой режим. Управление тепловым режимом валков, как объектом управления, является сложной системой [3], связывающая технологические параметры (температура полосы, обжатия, скорости, сопротивления металла деформации, условия трения между полосой и валками, неравномерное рас-

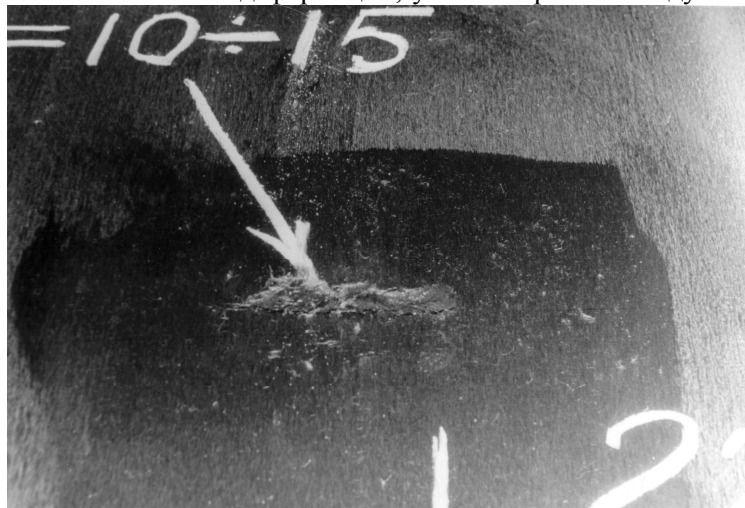


Рис.2 – Выкрашивание опорного валка стана 3000 ММК им.Ильича

пределение контактных напряжений по дине бочки валков), управляющее воздействие (давление, расход и температура охлаждающей воды, способ подачи воды, площади орошаемые водой) и исходные параметры (температура и тепловой профиль валков).

Одной из определяющей стойкости рабочих валков листовых станов, являются контактные напряжения, рост которых особенно велик в месте контакта рабочего валка с опорным и в зоне взаимодействия с прокатываемым металлом. Тепловое расширение бочки рабочих валков в сочетании

с упругими деформациями, определяют величину напряжений испытываемых опорными валками.

При производстве толстолистого проката на реверсивных станах кварто, в производственных условиях на ММК им. Ильича, на базе ЛПЦ 3000, установлено, что прокатка сопровождается существенным тепловыделением в черновой клети, что связано с объективными причинами, такими как, повышенном теплосодержании крата (сляба), высоких степеней обжатия; в отличие от станов холодной прокатки, качество профиля подката не имеет определяющего значения для прокатки готового профиля, следовательно управление тепловым профилем валков черновой клети следует рассматривать, как предупреждение критического роста напряжений. Напряжения сжатия в очаге деформации в поверхностном слое валка достигают до 2000 Н/мм^2 [4], в сочетании с пониженными напряжениями растяжения в зоне охлаждения, способствуют образованию сетки разгара.

На теплонагруженность чистой клети, оказывают такие факторы, как: увеличение длины прокатываемой полосы за каждый i – пропуск, температура подката. Система опорный – рабочий валок чистой клети, воспринимает циклические температурные колебания несколько иначе, увеличение длины полосы увеличивает время контакта поверхности рабочего валка с прокатываемым металлом в арифметической прогрессии. Следовательно, увеличивается температурная нагруженность валка за единицу времени, что приводит к росту температурных напряжений.

На температуру валков оказывают следующие технологические параметры:

- интенсивность обжатий;
- температура полосы;
- среднее давление;
- температура подаваемого охладителя;
- время прокатки.

После выхода из очага деформации на поверхности валка увеличивается оксидообразование. Высокая среднemasсовая температура приводит к нестабильности теплового профиля валка. Тепловое расширение рабочего валка влияет на:

- форму активной образующей;
- рост контактный напряжений между опорным и рабочим валками;
- стабильность процесса прокатки.

Увеличение расхода жидкости для охлаждения валков, как правило, не позволяет коренным образом повысить эффективность работы систем охлаждения. Особое внимание следует уделить разработке эффективных способов отвода тепла, в частности, организации эффективной подачи охладителя на валки, повышению давления в коллекторах, снижению температуры воды.

Существующая система подачи воды исключает возможность регулирования температу-

рного поля по ширине бочки валка, исключаящим фактором является отсутствие возможности секционного охлаждения, что в свою очередь ограничивает размеры зоны охлаждения, не позволяет перераспределение потока воды по окружности валка.

При такой схеме охлаждения, в работе участвует обоснованно необходимое количество форсунок, в зависимости от ширины прокатываемой полосы.

Описанная схема подачи воды нашла применение на ряде современных листопркатных станов, показав большую инерционность регулирования теплового профиля валков.

При рассмотрении алгоритма расчета охлаждающей способности существ-

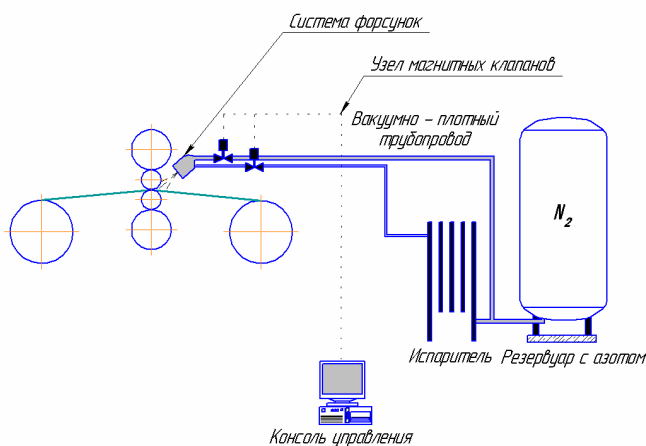


Рис. 3 – Компоненты системы охлаждения валков с помощью глубоко охлажденного или жидкого азота[5]

вующих систем охлаждения, не следует исключать из внимания температуру охлаждающей жидкости. Вода участвующая в охлаждении валков, входит в систему замкнутого цикла, что требует в свою очередь эффективного охлаждения последней. Проходя через градильни, вода тем самым охлаждается, чего вполне достаточно для дальнейшего её использования. Альтернативным способом охлаждения воды, можно считать охлаждение жидкости при помощи жидкого азота, тем самым уменьшая продолжительность оборотного цикла, что ведет как следствие к уменьшению количества воды участвующей в системе охлаждения валков. При использовании такого способа охлаждения, будет уместным пересмотр существующего цикла, с целью планирования автономного малого замкнутого цикла.

Аналогом применения криогенной технологии в прокатном производстве, с подачей глубоко охлажденного инертного газа приведено в [5].

Для компенсации возникающих напряжений и первоначально управляя тепловым профилем, перед завалкой валков в клеть, принято как одну из технологических операций – применение индукционного нагрева валков. При таком тепловом воздействии на валки, достигают не только стабильности технологического процесса, точности геометрии проката, но и повышается стойкость валков.

Выводы

Эффективность работы стана, получение геометрически правильных размеров прокатываемой полосы, снижение расхода прокатных валков, на прямую зависит от способности управления тепловым профилем валков, оперативным управлением их тепловым расширением по всей длине бочки валка.

При рассмотрении ряда вопросов, связанных с интенсификацией производства, выхода на получение нового сортамента, требующего жесткие поля допусков, как по плоскостности, так и поперечной разнотолщинности, заставляет прокатчиков все больше внимания обращать на тепловое состояние валков.

Список использованных источников:

1. Моделирование теплового режима стана холодной прокатки с учетом различий в условиях охлаждения верхних и нижних валков/ Э. А. Гарбер, В. О. Гусаров, Е. В. Дилигенский, В. В. Кузнецов //Металлург. – 2005. – N 6. – С. 66–69.
2. А.А. Будаква. Профилирование валков листовых станов/ А.А. Будаква, Ю.В. Коновалов, К.Н. Ткалич, и др. – К.: Техніка, 1986. – 190 с.
3. Моделирование теплового режима валков широкополосного стана горячей прокатки для определения эффективных режимов их охлаждения / Э.А. Гарбер [и др.] //Металлы. – 2009. – N3. – С. 34–47.
4. Stivens P.G., Ivens K.P., Harper P./Iron and Steel Inst. 1971. Vol. 209. No 1. P. 1-11.
5. Минимизация расхода смазки и использование холодного или жидкого инертного газа при холодной прокатке или дрессировке/ Х. Павельски, Х. П. Рихтер //Черные металлы. – 2008. – N 5. – С. 31–38.

Рецензент: А.А.Ищенко
д-р техн. наук, профессор

Статья поступила 27.04.2010