№ 356442

НЕ ВЫДАЕТСЯ

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени высшее техническое училище имени Н.Э.Баумана

На правах рукописи

КОЗЛОВ Александр Михайлович

УДК 621.923.015

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ВАЛКОВ ЛИСТОПРОКАТНЫХ СТАНОВ

Специальность 05.02.08 - Технология машиностроения

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Москва - 1982

Работа выполнена в Московском ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени высшем техническом училище имени Н.Э.Баумана.

Научный руководитель – кандидат технических наук,
доцент Сухов М.Ф.

Официальные оппоненты – заслуженный деятель науки и техники РСФСР,
доктор технических наук,
профессор Подзей А.В.,
кандидат технических наук,
доцент Лушников В.М.

Ведущее предприятие – Новолипецкий металлургический завод

Защита диссертации состоится " " _____ 1982 г. на заседании специализированного совета К 053.15.15 в Московском высшем техническом училище им.Н.Э.Баумана по адресу : 107005, Москва, Б-5, 2-я Бауманская ул., д.5

Ваши отзывы на автореферат в 1-м экземпляре, заверенно печатью учреждения, просим направлять по указанному адресу.

С – …отеке МВТУ им.Н …

… 1982 г.

спе…
кан…

…Мещеряков

1- …л. Тираж 100 экз.
Ро… …анская ул., д.5

1396442

НТБ МГТУ им.Н.Э.Баумана
1396442
Козлов А.М. Технологическо

"Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981 - 1985 годы и на период до 1990 года", принятые XXVI съездом КПСС предусматривают увеличение в 11 пятилетке производства готового проката черных металлов на 14 - 17%. При этом указывается, что одной из важнейших задач является повышение качества проката.

Актуальность проблемы. Рабочие валки станов холодной прокатки листовой стали являются высокоточными деталями, которые оказывают доминирующее влияние на качество проката. В процессе прокатки биение валков и шероховатость поверхности бочки с определенными передаточными коэффициентами переносятся на полосу, обусловливая ее разнотолщинность и качество поверхности.

Надежность работы прокатных станов зависит от надежности отдельных сборочных единиц и деталей, важнейшими из которых и лимитирующими являются рабочие валки. Наиболее часто частичные отказы рабочих валков возникают вследствие износа рабочей поверхности бочек. В настоящее время существует тенденция к увеличению скорости прокатки, поэтому повышение безотказности валков листопрокатных станов является важной практической задачей.

М 39644

Безотказность рабочих валков зависит от качества их поверхности и поверхностного слоя. На качество поверхности и поверхностного слоя рабочих валков доминирующее влияние оказывают технологические факторы, характеризующие принятый метод окончательной обработки.

Наиболее широко применяется метод окончательной обработки валков шлифованием периферией круга прямого профиля. Однако этот метод имеет ограниченные возможности для целенаправленного формирования качества поверхности и поверхностного слоя бочек валков вследствие высокой теплонапряженности процесса, что часто сопровождается прижогами, отсутствия возможности обеспечения наиболее рационального типа направлений неровностей по СТ СЭВ 638-77 и ГОСТ 2789-73. Значительные размеры и масса шлифовальных кругов определяют сложность их балансировки, что приводит к появлению вибраций и ухудшению качества обработанной поверхности.

В связи с изложенным, актуальной задачей является разработка и комплексное исследование технологических методов окончательной обработки рабочи валков листовых станов холодной

МВТУ
им. Н.Э. Баумана
БИБЛИОТЕКА

прокатки, обеспечивающих повышение безотказности валков и качества проката.

Целью работы является технологическое обеспечение повышения безотказности валков станов холодной прокатки листовой стали и качества холоднокатаного тонколистового проката.

Научная новизна. Установлено влияние типа направлений неровностей шероховатости поверхности бочек валков на качество тонколистового холоднокатаного проката. Получена аналитическая зависимость формирования угла наклона неровностей поверхности бочки валка от технологических факторов.

На основе экспериментальных и теоретических исследований предложены расчетные зависимости по распределению параметров шероховатости по обработанной поверхности.

Из рассмотрения влияния положения линии реза чашечного шлифовального круга относительно его оси на качественные показатели поверхности, параметры тонкой кристаллической структуры и напряженное состояние поверхностного слоя, предложена оптимальная схема окончательной обработки бочек валков листопрокатных станов. Проведена количественная оценка параметров качества поверхности и поверхностного слоя валков.

Практическая ценность. Комплексно исследован метод круглого наружного шлифования торцом чашечного круга, позволяющий варьировать тип направлений неровностей обрабатываемой поверхности. На основе проведенных исследований разработана и реализована конструкция вальцешлифовального станка опытно-промышленного исполнения для шлифования прокатных валков по оптимальной схеме базирования. Получены соотношения, пригодные для прогнозирования величин параметров шероховатости с различными типами направлений неровностей.

Даны рекомендации по условиям проведения и режимам обработки листопрокатных валков для обеспечения высоких показателей качества обработанных поверхностей.

Апробация работы. По основным разделам работы сделаны доклады на научно-техническом семинаре "Интенсификация процессов обработки давлением за счет наложения высоких энергий" МДНТП им.Ф.Э.Дзержинского, г.Москва,март 1979 г., в Липецком филиале центрального института повышения квалификации руководящих работников и специалистов Министерства черной металлургии СССР, г.Липецк, апрель 1982 г., на научных семинарах кафедры "Техно-

логия механосборочного производства" МВТУ им.Н.Э.Баумана, 1980 - 1982 гг.

По материалам диссертации опубликовано 5 работ, получено авторское свидетельство на изобретение.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 120 страницах машинописного текста, включающих введение, семь глав, выводы по главам и общие выводы. Диссертация содержит 18 таблиц, 72 рисунка, список литературы из 109 наименований и приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе дан анализ требований, предъявляемых к тонколистовому холоднокатаному прокату и валкам станов листовой прокатки. Приведен анализ влияния параметров качества поверхности и поверхностного слоя валков на безотказность их работы и качество проката. Установлено, что действующие в настоящее время государственные стандарты на валки холодной прокатки - ГОСТ 3541-79, на сталь электротехническую тонколистовую холоднокатаную - ГОСТ 21427.0-75, ГОСТ 21427.1-75, ГОСТ 21427.2-75 - и сталь листовую углеродистую - ГОСТ 16523-70 - не в полной мере регламентируют требования к качеству поверхности тонколистового проката и бочек рабочих валков станов листовой холодной прокатки. Так, в ГОСТе на электротехническую сталь отсутствуют требования, оговаривающие шероховатость поверхности полосы. ГОСТ на рабочие валки холодной прокатки регламентирует только отклонения формы и взаимного расположения бочек и опорных шеек, а также высоту неровностей шероховатости поверхности бочки. В то же время отсутствуют требования по таким параметрам шероховатости как тип направлений неровностей, число пиков неровностей на единице длины профиля, величина относительной опорной длины профиля на заданном уровне. Не нашли отражения требования к параметрам физико-механического слоя валков холодной прокатки. Технические требования к рабочим валкам многовалковых станов холодной прокатки не стандартизованы.

Из анализа литературных и производственных материалов установлено, что для повышения надежности рабочих валков прокатных станов и повышения качества тонколистового холоднокатаного

проката, необходимо получить поверхность рабочих валков с оптимальной, из условий качества проката и износостойкости валков, микрогеометрией и оптимальным физико-механическим состоянием поверхностного слоя.

Анализ работ, выполненных по исследованию влияния качества поверхности бочек валков на их безотказность, показывает, что эти работы не затрагивают вопрос о том,какой тип направлений неровностей поверхности бочки наиболее рационален для формирования повышенного качества проката и повышения износостойкости валков. Исследования по обработке прокатных валков торцом чашечного шлифовального круга носят ограниченный характер.

На основе проведенного анализа и в соответствии с целью исследований в работе решали следующие задачи:

I. Произвести обоснование выбора технологического метода окончательной обработки валков листопрокатных станов, обеспечивающего высокое качество их поверхности и возможность управления типом направлений неровностей.

2. Провести теоретическое и экспериментальное исследование по влиянию типа направлений неровностей бочек валков листопрокатных станов на параметры качества их поверхности.

3. Исследовать влияние параметров качества поверхностного слоя бочек рабочих валков листопрокатных станов на их эксплуатационные показатели и качество проката.

4. Разработать практические рекомендации по повышению качества поверхности бочки валков при их окончательной обработке.

Во второй главе дан анализ влияния метода окончательной обработки на формирование параметров качества поверхности и поверхностного слоя бочек валков листопрокатных станов.

Основным способом финишной обработки валков в процессе их изготовления является шлифование на круглошлифовальных или вальцешлифовальных станках. Шлифование валков на этих станках осуществляется абразивным шлифовальным кругом диаметром 600...900 мм. Для обеспечения производительности и необходимого качества обрабатываемой поверхности, процесс шлифования валков абразивными кругами производится в два этапа - предварительное и окончательное шлифование на режимах предварительного, чистового и отделочного шлифования.

Шлифование валков на круглошлифовальных или вальцешлифовальных станках, осуществляемое периферией шлифовального круга

прямого профиля, обладает рядом недостатков, основным из которых является невозможность получения изотропного микрорельефа обрабатываемой поверхности. Значительные размеры и масса шлифовальных кругов определяют сложность их балансировки, приводят к появлению вибраций и ухудшению качества обрабатываемой поверхности; велик расход кругов. При этом способе шлифования невозможно регулирование формы неровностей и их направления, обработанная поверхность имеет высокую степень анизотропии шероховатости. В поверхностном слое валков формируются остаточные напряжения, близкие к нулю или растягивающие напряжения.

При повышенных требованиях к шероховатости рабочей поверхности бочек валков применяют тонкое шлифование и полирование, суперфинишрование, алмазное выглаживание и вибровыглаживание, алмазное и эльборовое шлифование.

Установлено, что применение большинства из перечисленных методов не позволяет значительно повысить качество поверхности бочек валков, т.к. они не обладают возможностями целенаправленного формирования типа направлений неровностей и физико-механического состояния поверхностного слоя. Алмазное выглаживание и вибровыглаживание повышают стойкость валков горячей прокатки, однако для валков холодной прокатки не обеспечивают необходимую плотность пиков неровностей поверхности бочки и снижают способность валков к захвату полосы при прокатке.

С увеличением производительности листопрокатных станов при работе на повышенных скоростях прокатки происходит более интенсивное изнашивание поверхностей бочек валков, вследствие чего возникает необходимость увеличения частоты восстановления исходной шероховатости и точности бочек шлифованием. Одним из путей повышения производительности процесса шлифования валков является комбинирование шлифования с физическими и электрохимическими методами обработки.

При участии автора были разработаны варианты обработки валков анодно-механическим, электроконтактным способом и в магнитном поле. На устройство для электрохимикоабразивной обработки металлов получено авторское свидетельство на изобретение. Однако следует отметить, что обработка бочек валков с применением физико-химических методов, увеличивая производительность процесса, не обеспечивает повышения качества поверхности.

Анализ применяемых в настоящее время технологических про-

цессов и тенденций развития механической обработки бочек валков листопрокатных станов показывает, что имеются следующие пути решения проблемы повышения качества их поверхности и поверхностного слоя:

I. Совершенствование технологии механической обработки путем введения дополнительных операций.

2. Создание новых станков, обеспечивающих повышение точности и качества обработки.

3. Разработка и совершенствование новых способов окончательной обработки бочек валков.

Наболее перспективным является комбинирование двух последних направлений.

В последнее время все более широкое распространение получает способ круглого наружного шлифования торцом чашечного круга. При круглом наружном шлифовании торцом чашечного альборового круга обеспечивается достаточная производительность и устраняются недостатки, присущие шлифованию периферией круга прямого профиля. Возможность изменения положения линии реза чашечного шлифовального круга относительно его оси в сочетании с различными режимами обработки позволяет в широких пределах управлять микрогеометрией обрабатываемой поверхности.

Анализ опубликованных работ, посвященных исследованию процесса шлифования цилиндрических деталей торцом чашечного круга, показал, что эти работы направлены на изучение процесса как отделочной обработки. В этом случае оправка, на которой крепится шлифовальный круг, выполяется подпружиненной. Такое шлифование имеет ограниченные возможности для исправления погрешностей формы предыдущей обработки. Шлифование торцом чашечного круга при жестком закреплении оправки малоизучено.

На основании проведенного анализа поставлена задача комплексного исследования формирования параметров качества поверхности и поверхностного слоя бочек валков листопрокатных станов при их обработке торцом чашечного шлифовального круга при жестком креплении оправки круга.

Третья глава посвящена исследованию и статистической оценке параметров качества поверхности бочек валков листопрокатных станов, обработанных по существующей технологии.

Анализ параметров шероховатости показывает,что бочки валков, обработанных по существующей технологии периферией шлифовального

круга прямого профиля, имеют явно выраженную анизотропию шероховатости. Значения величин среднего арифметического отклонения профиля в направлении вектора скорости резания $Ra_{min.}$ и перпендикулярно ему $Ra_{max.}$ для партии исследованных валков распределены в интервалах:

$$Ra_{min.} = 0,11...0,20 \text{ мкм}, \quad Ra_{max.} = 0,32...0,58 \text{ мкм}.$$

Тип направлений неровностей такого микрорельефа - перпендикулярный. Коэффициент анизотропии - отношение максимального значения к минимальному - по параметру Ra равен 2,7...3,0. Статистическая обработка результатов исследований показывает, что параметры шероховатости поверхности бочек имеют распределение относительно своих средних значений, близкое к нормальному.

В результате металлографического анализа поверхности бочек валков определено, что обработка по существующей технологии шлифования приводит к образованию на поверхности бочек различных дефектов в виде вырывов частиц металла, микропорывов поверхности. Такое состояние поверхности валков неблагоприятно сказывается на качестве поверхности проката.

На основе проведенных исследований установлено, что валки, обработанные по существующей - заводской - технологии периферией шлифовального круга прямого профиля не отвечают требованиям по повышению качества проката и безотказности работы валков.

В четвертой главе проведено теоретическое исследование формирования шероховатости поверхности бочки валков при шлифовании торцом чашечного круга.

Анализ проведенных в последнее время исследований показывает, что эксплуатационным требованиям в наибольшей степени удовлетворяют поверхности, имеющие изотропный микрорельеф.

Для определения степени приближения реальной шероховатости к изотропной применяют коэффициент анизотропии. Авторы исследований, посвященных шероховатости поверхности, для определения коэффициента анизотропии предлагают различные формулы, однако общим является то, что чем больше коэффициент анизотропии отличается от единицы, тем больше реальная поверхность отличается от изотропной.

В настоящей работе коэффициент анизотропии принято характеризовать как отношение максимального значения параметра шероховатости к одноименному минимальному.

Вычисление коэффициента анизотропии вызывает необходимость

определения минимального и максимального значений параметров шероховатости. Минимальные значения ряда параметров шероховатости - среднего арифметического отклонения профиля Ra, числа пиков неровностей n, наибольшей высоты неровностей $R_{max.}$ - для большинства методов обработки режущим инструментом, как правило, соответствуют измерению в направлении вектора скорости резания, а максимальные - в перпендикулярном направлении.

Для ряда методов обработки непосредственное определение параметров шероховатости вдоль и поперек направления вектора скорости резания вызывает значительные трудности. Например, для круглого наружного шлифования торцом чашечного круга при смещении линии реза относительно оси круга, на поверхности изделия образуется шероховатость, риски обработки которой направлены под углом α к оси валка. Для такого микрорельефа - наклонного - при измерении вдоль образующей валка или перпендикулярно ей, будет определяться шероховатость, значения параметров которой зависят от угла наклона рисок обработки к оси валка.

При изменении типа направлений неровностей от параллельного, когда риски обработки расположены параллельно оси валка, до перпендикулярного угол наклона неровностей α изменяется от 0° до 90°. В этом диапазоне число пиков неровностей профиля изменяется от $n_{min.}$ до $n_{max.}$:

$$n_{\alpha}[n_{min.}, n_{max.}] \quad \text{или} \quad n_{min.} \leq n_{\alpha} \leq n_{max.}$$

Вследствие этого можно записать:

$$n_{\alpha} = n_{min.} + \Delta n \cdot f(\alpha)$$

где n_{α} - значение параметра n микрорельефа, имеющего направленность под углом α к направлению измерения,

$\Delta n = n_{max.} - n_{min.}$ - разность между максимальным и минимальным значениями параметров шероховатости,

$f(\alpha)$ - функция, зависящая от угла α.

Дальнейшие исследования показали, что с достаточной для практики точностью распределение параметров шероховатости по поверхности, обработанной шлифованием, можно представить в виде:

$$n_{\alpha} = n_{min.} + \Delta n \cdot |\sin\alpha|$$

На основе исследования схемы образования угла наклона неровностей к оси валка при круглом наружном шлифовании торцом чашечного круга в зависимости от величины смещения линии реза круга относительно его оси и режимов обработки, получена сле-

дующая формула:

$$tg\alpha = \frac{\sqrt{R^2 - a^2} - \frac{V_{изд.}}{V_{кр.}} \cdot R}{a \pm \frac{V_{прод.}}{V_{кр.}} \cdot R}$$

где R - величина радиуса шлифовального круга,

a - величина смещения линии реза круга относительно его оси,

$V_{кр.}, V_{изд.}, V_{прод.}$ - скорости шлифовального круга, изделия и продольной подачи.

Полученные формулы позволяют произвести расчет параметров настройки станка для круглого наружного шлифования торцом чашечного круга с целью формирования необходимого типа направлений неровностей обрабатываемой поверхности, исходя из ее служебного назначения.

В пятой главе приведена методика экспериментальных исследований.

Методикой экспериментальных исследований было предусмотрено определение качества поверхности и поверхностного слоя бочек валков на различных этапах эксплуатации с целью определения характера их изменения в зависимости от методов окончательной обработки. Эксплуатационные показатели валков определяли по величине износа, изменению параметров шероховатости и момента трения в процессе эксплуатации.

Для проведения лабораторных испытаний из валков вырезали образцы. Часть образцов из каждой партии, обработанных по принятым схемам, оставляли в качестве контрольных для сопоставления с образцами, прошедшими различную степень эксплуатации. Для получения значений шероховатости поверхности с необходимой достоверностью - $P=0,95$ - определяли достаточное число участков измерений. По результатам расчета было принято единое для всех образцов число измерений, равное десяти.

Измерение параметров шероховатости производили на профилографе-профилометре модели 252 завода "Калибр". Статистическую обработку экспериментальных данных проводили при помощи ЭВМ.

Для наглядного представления о качестве поверхности валков и проката, исследования проводили также на горизонтальном оптическом микроскопе МИМ - 8 и растровом электронном микроскопе РЭМ - 200 с получением фотографий. Исследования на РЭМ - 200

вели также в режиме высотной модуляции.

Исследование физико-механических характеристик поверхностного слоя валков, а также их тонкой структуры проводили рентгеновским методом на дифрактометре ДРОН - 2,0. За исходное, ненапряженное состояние образцов валков было принято их состояние после отжига в защитной атмосфере. Данные для расчета показателей качества поверхностного слоя валков, обработанных по различным схемам, параллельно с измерением выводили на перфоратор, а затем производили расчет по специальной программе на ЭВМ "ЕС - 1022".

Определение текстуры проката производили также на дифрактометре ДРОН - 2,0. По результатам исследований строили прямые полюсные фигуры.

Испытание образцов на износ вели на машине трения СМЦ - 2 с применением методов планирования эксперимента.

В шестой главе приведены результаты экспериментального исследования влияния положения линии реза шлифовального круга на качество поверхности и поверхностного слоя бочек валков.

Анализ параметров шероховатости поверхностей бочек валков, обработанных торцом чашечного круга показывает,что при неизменных режимах резания и характеристике шлифовального круга, увеличение смещения линии реза круга относительно его оси от нуля до $R_{кр.}$ приводит к снижению высоты неровностей, уменьшению числа пиков неровностей и увеличению относительной опорной длины профиля. Установлено,что распределение параметров шероховатости поверхности, обработанной торцом чашечного шлифовального круга, относительно своих средних значений подчиняется закону нормального распределения.

На основе металлографического анализа поверхностей бочек валков, обработанных торцом чашечного круга с получением различных типов направлений неровностей определено, что при параллельном типе направлений неровностей наблюдается наиболее высокое качество поверхности - отсутствуют вырывы металла, нет порывов поверхности, неровности имеют наибольший радиус закругления при вершине. При увеличении угла наклона неровностей от 0° до 90° увеличивается количество микропорывов поверхности, радиус закруглений при вершинах неровностей уменьшается.

Установлено, что при сочетании перпендикулярных типов направлений неровностей при эксплуатации происходит износ микро-

профиля как по вершинам, так и по впадинам. При сочетании перпендикулярного типа направлений неровностей с перекрещивающимся или наклонным, эти микрорельефы изнашиваются лишь по вершинам неровностей. Величина износа по массе поверхностей с перпендикулярным типом направлений неровностей наибольшая из всех рассматриваемых микрорельефов.

Экспериментальные исследования показали, что для поверхностей с перекрещивающимся и наклонным типом направлений неровностей характерно более плавное и стабильное изменение момента трения при эксплуатации, чем для перпендикулярного микрорельефа.

Установлено, что в поверхностном слое валков, обработанных торцом чашечного эльборового круга, залегают остаточные напряжения сжатия, величина которых равна /30...50/·10^7 Н/м^2. Для валков, обработанных периферией шлифовального круга прямого профиля величина остаточных напряжений весьма незначительна: / -7,9±4,0/·10^7 Н/м^2. Относительно большая величина доверительного интервала указывает на неоднородность расположения напряжений по окружности бочки валка.

Обработка экспериментальных данных по распределению параметров шероховатости по поверхности, обработанной торцом чашечного шлифовального круга, проведенная на ЭВМ "ЕС - 1022", позволяет сделать вывод, что применение формул, полученных в теоретических исследованиях, с достаточной для практики точностью описывает реальное распределение параметров шероховатости по обработанной поверхности. Средняя величина ошибки составляет 10...15%.

Наиболее близким к изотропному распределению параметров шероховатости по поверхности из всех рассматриваемых обладает перекрещивающийся микрорельеф полосы, прокатанной на валках с углом наклона неровностей 45^0 к оси валка.

Опытно-промышленная прокатка показала, что применение валков с перекрещивающимся или наклонным типом направлений неровностей поверхности бочки позволяет получить прокат с более высоким качеством поверхности, чем при прокатке на валках с перпендикулярным типом направлений неровностей. Полоса с перекрещивающимся или наклонным типом направлений неровностей имеет также лучшую сцепляемость с электроизоляционным покрытием.

Металлографическими исследованиями установлено, что при прокатке на валках с наклонным и перекрещивающимся типом нап-

равлений неровностей прокатанная полоса характеризуется более равномерной текстурой, чем при прокатке на валках с перпендикулярным типом направлений неровностей.

В седьмой главе приведены практические рекомендации промышленности и расчет технико-экономической эффективности от внедрения результатов исследований в производство.

На основе проведенных исследований установлено, что повышенное качество поверхности валков станов холодной прокатки листовой стали достигается при шлифовании валков торцом чашечного эльборового круга. Наиболее рационально шлифование при смещении линии реза круга относительно его оси, обеспечивающего образование на поверхности бочки валка перекрещивающегося микрорельефа с параметром шероховатости Ra = 0,16...0,32 мкм и углом наклона неровностей 45° к оси валка. Указанный диапазон высот неровностей профиля шероховатости обладает наименьшим периодом приработки и позволяет получить прокат с наиболее стабильными параметрами шероховатости по длине рулона.

В случае, если требований к изотропности микрорельефа не предъявляется, целесообразно шлифовать валки одной стороной чашечного эльборового круга с образованием на поверхности бочки валка наклонного микрорельефа с углом наклона 21°...27° к оси.

Для внедрения результатов исследований в производство разработаны рекомендации по применению схем шлифования, режимов резания и характеристик шлифовальных кругов на этапе окончательной обработки валков в процессе их изготовления и в процессе их восстановления при эксплуатации.

Вследствие большого количества взаимодействующих факторов, оказывающих влияние на качество проката, безотказность валков и эффективность работы систем автоматического регулирования процесса прокатки и отсутствие данных о долевом участии каждого фактора, в настоящее время не представляется возможным произвести точный расчет экономического эффекта от внедрения предлагаемого технологического процесса окончательной обработки валков. Поэтому в работе выполнен укрупненный расчет экономического эффекта, получаемого от выпуска части проката повышенного качества и от выпуска дополнительной продукции за счет сокращения времени простоев прокатного стана для замены валков.

Приведенный в диссертационной работе расчет по данным одного из цехов холодной прокатки показал, что экономический эф-

фект от внедрения результатов исследований в производство составляет около 3 руб на тонну проката.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

I. На основе анализа производственных данных установлено, что качество поверхности валков станов холодной прокатки тонколистовой стали не удовлетворяет требованиям по повышению надежности валков и качества проката.

2. Для достижения повышенного качества поверхности валков рекомендуется их обработку производить двумя сторонами чашечного эльборового круга по оптимальной схеме базирования с образованием на поверхности бочки валка перекрещивающегося микрорельефа с средним арифметическим отклонением профиля в пределах Ra = 0,32...0,I6 мкм. Для такого типа направлений неровностей при угле наклона неровностей 45^0 коэффициент анизотропии параметров шероховатости близок к единице, а в поверхностном слое формируются сжимающие остаточные напряжения величиной /40... ...45/·$I0^7$ Н/м^2.

3. Теоретические и экспериментальные исследования позволили получить аналитические зависимости для определения параметров настройки круглошлифовального станка, работающего торцом чашечного круга, исходя из служебного назначения обрабатываемой поверхности.

4. Установлено ,что при оптимальной высоте - Ra=0,32...0,I6 мкм - и сочетании типов направлений неровностей период прира - ботки валков снижается в 2...2,5 раза, износостойкость повышается в I,5...2,5 раза по сравнению с сочетанием перпендикулярных типов направлений неровностей пар трения "валок-полоса", "валок-валок".

5. Для получения тонколистового проката электротехнической стали с повышенным качеством поверхности прокатку рекомендуется вести на валках с перекрещивающимся, а при отсутствии требований по изотропности микрорельефа - с наклонным типом направлений неровностей поверхности бочки. Прокатка на таких валках позволяет получить прокат, поверхность которого характеризуется отсутствием дефектов в виде микропорывов, имеет повышенные электротехнические свойства и лучшую сцепляемость с электроизоляционным покрытием.

6. Шлифование валков прокатных станов торцом чашечного эльборового круга повышает стойкость валков в клети в I,5 раза и увеличивает надежность работы прокатного стана в целом.

7. Внедрение результатов исследований в производство позволило получить экономический эффект в размере 85,7 тыс.рублей в год.

8. Исследования проведены применительно к валкам листовых станов холодной прокатки, однако полученные результаты и рекомендации могут быть использованы при производстве других высокоточных деталей класса валов, особенно крупногабаритных - роторы турбин, генераторов, валы судовых двигателей, и других.

Содержание диссертации отражено в следующих публикациях:

I. Клементьев Н.М., Бендин А.С., Козлов А.М. Обработка высокопрочных чугунов. - Машиностроитель, 1979,№ II, с.24.

2. Клементьев Н.М., Бендин А.С., Козлов А.М. Обработка чугуна электроконтактным способом. - Машиностроитель, 1980, № I2, с.32.

3. А.с. № 887II0 /СССР/ Устройство для электрохимикоабразивной обработки металлов. / Липецк.политехн.ин-т; Авт.изобрет. Н.М.Клементьев, А.С.Бендин, А.М.Козлов. Заявл.0I.04.80., № 290262I/25-08; Опубл.07.I2.8I; М.Кл.^{3} В 23 Р I/04.

4. Сухов М.Ф., Зюзин А.А., Козлов А.М. Влияние шероховатости поверхности валков листопрокатных станов на некоторые показатели их надежности. - Известия ВУЗов. Машиностроение, I98I, № I0, с.I49-I5I.

5. Комплексная оценка экономической эффективности повышения точности и качества валков листопрокатных станов: Информ. листок / А.А. Зюзин, Ю.А.Кириллов, А.М.Козлов и др. - Липецк: ЦНТИ, I982, № 95-82. - 4 с.

6. Сухов М.Ф., Зюзин А.А., Козлов А.М. Изменение шероховатости рабочей поверхности бочек листопрокатных валков в процессе эксплуатации. - Известия ВУЗов. Машиностроение, I982, № 5, с.I23-I27.