

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)
Факультет инновационных технологий
Кафедра управления качеством

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГЭК

Руководитель ООП

д-р техн. наук, профессор

В. Сырякин В.И. Сырякин
«19» июня 2023 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ КАЧЕСТВА НА ОСНОВЕ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
В НЕПРЕРЫВНОМ ПРОЦЕССЕ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ СТАНОВ ПЛОСКОГО
ПРОКАТА

по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством
направленность (профиль) «Управление качеством в производственно-технологических
системах»

Кострикова Анастасия Андреевна

Руководитель ВКР

Д-р физ.-мат. наук,

Профессор

М.В. Коровкин М.В. Коровкин
«12» июня 2023 г.

Автор работы

студент группы № 181902

А.А. Кострикова А.А. Кострикова
«17» июня 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ
АО «АрселорМиттал Тёмиртау»
Начальник ЦПВиПА АМТ



В.М. Щелоков
2023 г.

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ООП, зав. кафедрой УК ФИТ
ТГУ, д.т.н., профессор



В.И. Сырякин
2023 г.

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ о возможности опубликования

Рассмотрев материал – текст бакалаврской работы на тему «Внедрение системы качества на основе неразрушающего контроля в непрерывном процессе прокатных валков станов плоского проката», разработанный студентом группы № 181902 факультета инновационных технологий Томского государственного университета Костриковой Анастасией Андреевной, предназначенный для издания на сайте электронно-библиотечной системы НИ ТГУ, подтверждаем:

- в материале **не содержится** информация с ограниченным доступом (Закон РФ «О государственной тайне», Перечни сведений, подлежащих засекречиванию, Минобрнауки РФ № 36с от 10.11.2014 г.), а также информация, подпадающая под действие Списков контролируемых товаров, технологий, утверждённых Указами Президента РФ: от 14.02.1996 № 202, от 14.01.2003г. № 36, от 17.12.2001 № 1661, от 08.08.2001г. № 1005, от 28.08.2001г. № 1082, от 20.08. 2007 г. № 1083.);

- текст бакалаврской работы **не содержит** производственную, техническую, экономическую, организационную информацию и другие сведения, в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную и/или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам.

Заключение:

разрешить открытую публикацию бакалаврской работы «Внедрение системы качества на основе неразрушающего контроля в непрерывном процессе прокатных валков станов плоского проката» студента Костриковой Анастасии Андреевны.

Научный руководитель д-р. ф.-м. наук, профессор  Коровкин М.В.
(должность, уч. степень, звание) (подпись) (ФИО)

Студент  Кострикова А.А.
(подпись) (ФИО)

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа на тему «Внедрение системы качества на основе неразрушающего контроля в непрерывном процессе прокатных валков станов плоского проката» содержит 54 страниц, 22 рисунка, 11 таблиц, 20 источников литературы, 4 приложения.

Ключевые слова: металлургия, неразрушающий контроль, производство, прокатный валок, вихретоковый метод, ультразвуковой метод, автоматизация, дефекты, качество.

Актуальность и новизна исследуемой темы заключается в модернизации системы контроля качества прокатных валков, в соответствии с современными темпами развития неразрушающего контроля.

Объект выпускной квалификационной работы – система менеджмента качества предприятия.

Предмет выпускной квалификационной работы – методы НК, оптимальные для обнаружения всех дефектов на прокатном валке.

Цель работы – обосновать внедрение автоматической комбинированной системы для улучшения прокатного производства и снижение дефектов в прокатных валках.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

1. Изучить жизненный цикл процесса изготовления продукции ЦПВиПА.
2. Систематизировать информацию об методах НК.
3. Выявить процессы, влияющие на снижение качества продукции.
4. Разработать рекомендации по улучшению системы контроля качества прокатных валков комбинированным автоматическим методом.

Работа состоит из введения, 19 разделов, заключения, списка использованной литературы и приложений.

В первом разделе рассматривается описание предприятия и цеха подготовки валков и привалковой арматуры.

Во втором разделе рассматривается регистрация результатов на всех этапах подготовки валков. Поставка валка в цех, постановка валка на учет, заполнение документации и т.д.

В третьем разделе рассматривается анализ состояния уровня качества продукции.

В четвертом разделе рассматриваются метода неразрушающего контроля для дефектоскопии прокатного валка.

В пятом разделе рассматривается анализ потерь при применении ручного метода дефектоскопии.

В шестом разделе рассматривается автоматический режим контроля прокатного валка.

В седьмом разделе рассматривается система вихретокового контроля прокатного валка.

В восьмом разделе рассматривается комбинированная автоматическая система контроля прокатных валков, объединяющая вихретоковый и ультразвуковой метод.

В девятом разделе даются рекомендации для автоматического метода контроля качества прокатных валков.

В десятом разделе приводятся экономические аспекты эффективности данной системы.

В одиннадцатом разделе рассматриваются аспекты в утилизации шлака после обработки валка.

Результатом работы является то, что после внедрения комбинированной системы автоматического контроля качества прокатных валков, данная система позволит сократить время, исключить человеческий фактор, который играет важную роль в дефектоскопии. Благодаря данной диагностике мы можем с точностью 99% обнаружить дефект, и вовремя предотвратить полную остановку стана в случае аварии.

ANNOTATION

Graduation qualification work on "Implementation of quality system on the basis of non-destructive testing in continuous process of rolling mills" contains 54 pages, 22 figures, 11 tables, 20 references, 4 applications.

Keywords: metallurgy, nondestructive testing, production, rolling roll, eddy current method, ultrasonic method, automation, defects, quality.

The relevance and novelty of the theme under study lies in the modernization of the quality control system of mill rolls, in accordance with the current pace of development of nondestructive testing.

The object of the final qualification work is the organization's rolling rolls.

The subject of the final qualification work is the NDT methods that are optimal to detect all defects on a rolling roll.

The aim of the work is to justify the implementation of an automatic combined system to improve rolling production and reduce defects in rolling rolls.

The following tasks have been carried out to achieve the objective:

1. To study the life cycle of the roll preparation and bolting shop product manufacturing process.
2. To systematise information on the NDT methods.
3. Identify the processes affecting the reduction of product quality.
4. To develop recommendations to improve the quality control system of rolling rolls using combined automatic method.

The paper consists of an introduction, 19 chapters, a conclusion, a list of references and annexes.

The first section deals with the description of the mill and the roll and stock preparation shop.

The second section looks at logging results in all phases of roll preparation. Delivery of the rolls to the shop, placing the rolls on record, completing the documentation, etc.

The third section deals with the analysis of the quality level status of the product.

The fourth section deals with non-destructive testing methods for flaw detection of the mill roll.

The fifth section discusses the loss analysis of manual flaw detection method.

The sixth section discusses the automatic mode of rolling roll inspection.

In the seventh section the eddy current inspection system of the rolling roll is considered.

In the eighth section deals with the combined automatic monitoring system of the mill rolls, combining eddy current and ultrasonic method.

The ninth section gives recommendations for the automatic method of quality control of the mill rolls.

In the tenth section the economic aspects of the effectiveness of this system are given.

The eleventh section deals with aspects in the disposal of slag after roll treatment.

The result is that after the implementation of combined system of automatic quality control of rolled steel rolls, this system will reduce the time, eliminate human factor, which plays an important role in flaw detection. Thanks to this diagnosis, we can detect a defect with 99% accuracy, and prevent a complete breakdown of the mill in the event of an accident.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1 Описание предприятия.....	6
1.1 Схема производства	8
1.3 Прокатное производство	11
1.4 Горячий прокат.....	11
1.5 Холодный прокат	13
2 Регистрация результатов на всех этапах подготовки валков	14
3 Анализ состояния и динамики уровня качества продукции	15
3.1 Дефекты, возникающие при хранении.....	22
3.2 Дефекты, возникающие при перешлифовке.....	22
4 Методы НК для дефектоскопии прокатного валка	27
4.1 Акустический метод НК для дефектоскопии прокатного валка	27
4.2 Вихретоковый метод неразрушающего контроля	30
5 Анализ потерь при применении ручного метода во время дефектоскопии	32
6 Автоматический режим контроля.....	35
7 Система вихретокового контроля прокатных валков. Система ЕТ.....	38
7.1 Система ультразвукового контроля прокатных валков. Система УТ.....	38
8 Комбинированная система	40
9 Рекомендации для автоматического метода контроля качества прокатных валков.....	43
10 Экономические аспекты.....	46
11 Экологические аспекты в утилизации шлака после обработки валка.....	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ А Политика в области качества.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Управление валковым хозяйством	56
ПРИЛОЖЕНИЕ В ПТИ «Пеленг 115»	57
ПРИЛОЖЕНИЕ В ТИ ПГ-03-2013	58

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

АНГА – агрегат непрерывного горячего алюмоцинкования.

АЭ – контроль акустической эмиссией.

ВКР – выпускная квалификационная работа.

ВК – вихретоковый контроль.

ВШС – вальцешлифовальный станок.

МК – магнитный контроль.

НК – неразрушающий контроль.

ПБО – полигон бытовых отходов.

ПО – программное обеспечение.

РК – руководство по качеству.

СМК – система менеджмента качества.

СОП – стандартно-операционная процедура.

УЗК – ультразвуковой контроль.

УЦХП – управление цеха холодной прокатки.

ЦЗЛ – центральная заводская лаборатория.

ЦПВиПА – цех подготовки валков и привалковой арматуры.

ЧПУ – числовое программное управление.

ВВЕДЕНИЕ

Металлургия – одна из отраслей, где традиционно вопросы автоматизации и контроля были важны, когда речь шла об эффективности и качестве.

Технико-экономические показатели прокатных станов в значительной степени зависят от качества валков, и их состояние необходимо контролировать в процессе эксплуатации. Однако большинство прокатных валков подвергаются только ручному и/или визуальному ультразвуковому контролю в условиях стана. Эта задача осложняется отсутствием полноценного нормативного документа, регламентирующего контроль качества неразрушающими методами и содержащего обоснованные критерии допустимости дефектов, дифференцированные в зависимости от вида и расположения (внутренний или поверхностный) дефекта.

Долговечность и работоспособность валков, основных инструментов прокатного стана, имеют решающее значение для технико-экономических показателей прокатного стана в целом. во многом определяется качеством, а также производственной мощностью, которая привлекает клиентов при общей оправданной стоимости производства. Поэтому важнейшей задачей является обеспечение необходимых стандартизированных параметров качества валков, в частности, низкого процента отказов и высокой производительности. Вывод прокатных валков из эксплуатации по аварийным причинам приводит к очень большим затратам, таким как бракованный конечный продукт, остановка стана на продолжительное время, повреждение основного и вспомогательного оборудования [1].

Для совершенствования деятельности предприятия необходимо обратить особое внимание на прокатные валки, особенно на такой процесс как дефектоскопия, потому что именно прокатные валки приводят к повышенной дефектности готовой продукции.

Актуальность данной работы обусловлена потребностью предприятий в модернизации системы контроля качества, в соответствии с современными темпами развития. По этой причине задача совершенствования приборов и инструментов дефектоскопии с использованием современных и эффективных компьютерных технологий остается актуальной и сегодня. Данная работа посвящена изучению методов и средств акустического и магнитного контроля металлоизделий. Объединение двух вышеперечисленных методов неразрушающего контроля в один комбинированный и одну автоматическую систему с установкой на существующем или новом станочном оборудовании подготовки валков, которая позволяет охватить все глубины залегания дефектов, выполнять контроль в короткий промежуток времени без привлечения специализированного персонала.

Объектом ВКР выступают прокатные валки организации. В процессе написания ВКР необходимо описать предприятие, изучить жизненный цикл валка, выявить слабое место проката, изучить контроль прокатного валка, предложить улучшения.

Предметом исследования выпускной квалификационной работы являются методы НК, которые позволят обнаружить все дефекты внутри валка.

На основе этих потребностей сформулированы цели и задачи ВКР.

Цель ВКР – обосновать внедрение автоматической комбинированной системы для улучшения прокатного производства и снижение дефектов в прокатных валках.

Задачи:

1. Изучить жизненный цикл процесса изготовления продукции ЦПВиПА.
2. Систематизировать информацию об методах НК.
3. Выявить процессы, влияющие на снижение качества продукции.
4. Разработать рекомендации по улучшению системы контроля качества прокатных валков комбинированным автоматическим методом.

Весь практический материал, используемый в данной работе, был получен в результате прохождения технологической и преддипломной практики на АО «АрселорМиттал Темиртау». Также в работе использованы статьи, которые были написаны в ходе обучения.

1 Описание предприятия

Предприятие АО «АрселорМиттал Темиртау» – одно из крупнейших в мире предприятий с полным металлургическим циклом, расположено на берегах реки Нуры на территории в 5000 гектаров. Общее количество занятых на предприятии насчитывает около 52 000 человек. Предприятие имеет отличную техническую инфраструктуру и собственные угольную, железорудную и энергетическую базы. Капиталовложения, предоставляемые АрселорМиттал Темиртау на модернизацию и пуск новых производственных мощностей, демонстрируют, насколько решительно настроена компания на достижение высот. Это уже проявляется в усовершенствовании и повышении эффективности рабочих технологий, улучшении качества продукции, производстве продукции с добавочной стоимостью, применении высококлассной упаковки для всего выпускаемого ассортимента продукции.

Производственные мощности, осуществляющие на предприятии за год:

- две линии горячего оцинкования общей производительностью 645196 тонн в год;
- шесть коксовых батарей общей производительностью около 3,53 млн. тонн в год;
- линия покраски производительностью 85 000 тонн в год;
- два трубных стана для производства сварных труб малого диаметра производительностью 60 000 тонн в год;
- агломерационная фабрика производительностью 6,5 млн. тонн агломерата в год;
- угольные и железорудные шахты для собственных нужд;
- электростанция с вырабатываемой мощностью 435 МВт;
- четыре доменных печи объемом 1719 м³, 2035 м³, 3200 м³, 3200 м³. Общая производительность 5,7 млн. тонн чугуна в год;
- три конвертера по 300 тонн производительностью 5,3 млн. тонн стали в год;
- две установки непрерывной разливки, оборудованные печь – ковшами, производительностью 5,2 млн. тонн в год;
- пять черновых и семь чистовых клетей производительностью 4,6 млн. тонн в год;
- два стана холодной прокатки с последовательным расположением клетей, два двухклетевых и один одноклетевой дрессировочные станы;
- одноклетевой реверсивный стан квартохолодной прокатки производительностью 400.000 тонн в год;

– три линии электролитического лужения общей производительностью 375 000 тонн в год.

Компания «АрселорМиттал Темиртау» ежегодно принимает на практику более 1000 студентов не только Темиртау, но и со всего Казахстана и стран СНГ. Компания приглашает студентов от 18 лет (2 – 6 курс) для прохождения технологической, производственной, преддипломной практики.

Возможности, которые дает практика на АО «АрселорМиттал Темиртау» студенту:

- получение новых знаний и реального опыта работы;
- знакомство с работой в определенной области;
- возможность проявить себя и остаться работать в компании;
- развитие личностных навыков и качеств [2].

Предприятие сертифицировано на соответствие системе менеджмента качества на базе международного стандарта ISO 9001, экологического менеджмента ISO 14001 и безопасности труда OHSAS 18001 (ISO 45000). После сертификации произошел расширение рынка покупателей, добавились покупатели с ближнего востока, азиатские страны, такие как: Корея, Китай, Ирак, Иран, Азербайджан, Таиланд, Россия и другие [3].

На предприятии АО «АрселорМиттал Темиртау» действует политика в области качества (Приложение А). Реализация основных направлений политики в области качества осуществляется за счёт постоянного совершенствования действующей системы менеджмента качества на базе ISO 9001. Данная смена документации и политики помогло предприятию расширить количество потребителей и увеличить получение прибыли.

1.1 Схема производства

Предприятие АО «АрселорМиттал Темиртау» совершает непрерывный цикл производства, более наглядно можно увидеть на рисунке 1. В городе Темиртау находится стальной департамент, который состоит из различных производств.

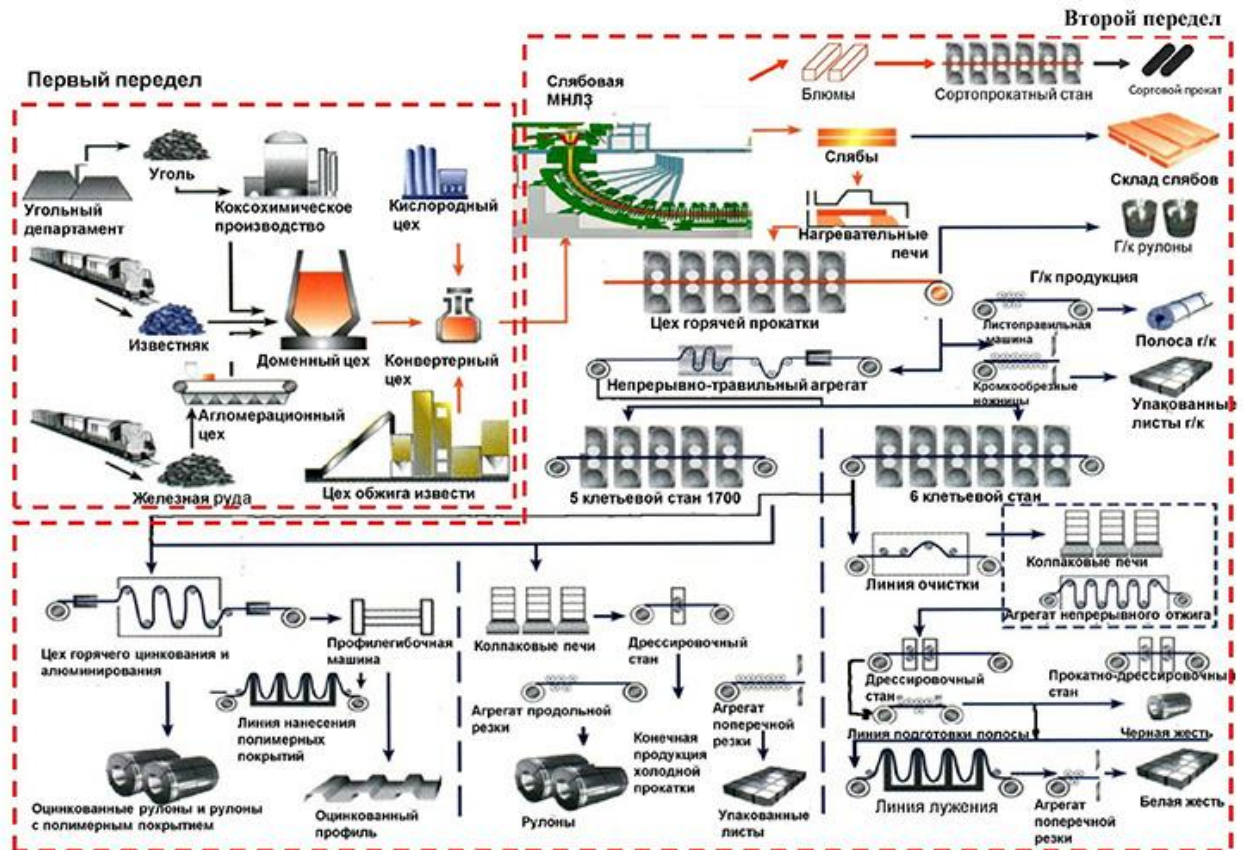


Рисунок 1 – Непрерывный цикл производства АО «АрселорМиттал Темиртау»

Сегодня в составе металлургического комбината АО «АрселорМиттал Темиртау»:

- коксохимическое производство;
- аглодоменное производство;
- сталеплавильное производство;
- прокатное производство;
- единое ремонтно-монтажное управление;
- отдел главного энергетика;
- транспортное управление [4].

В период прохождения преддипломной практики было рассмотрено прокатное производство. Прокатное производство находится на участках ЛПЦ-1, ЛПЦ-2, ЛПЦ-3. На данных участках располагается холодный и горячий прокат металла. Но если углубится глубже, то прокат металла осуществляется благодаря прокатным валкам, которые являются

неотъемлемой частью прокатного стана. От качества прокатных валков зависит конечный продукт.

1.2 Цех подготовки валков и привалковой арматуры

Преддипломная практика была пройдена на предприятии АО «АрселорМиттал Темиртау» в цеху валковой и привалковой арматуры. Данный цех готовит валки и следит за качеством валков. Данные валки используют прокатные цеха для дальнейшего проката металла. Прокатный валок является рабочей частью прокатного стана. Проходя между прокатными валками, металл обжимается (уменьшается высота поперечного сечения проката) и вытягивается (увеличивается длина проката), приобретая при этом требуемую форму и размеры.

Прокатный валок состоит из:

- бочки – рабочая часть, непосредственно касается металла и производит его деформацию;
- шеек – опорная часть, устанавливается на подшипники;
- приводных концов – служат для соединения с приводом через муфту или шпиндель [5].

Валки являются основным инструментом прокатных станов. Работоспособность прокатных валков в значительной мере определяет не только качество и себестоимость продукции, но и производительность производства в целом. Таким образом, важнейшей задачей является обеспечение нормируемых показателей качества валков, в частности высокой износостойкости их рабочей поверхности.

Ультразвуковой контроль проводится с целью выявления скрытых дефектов прокатных валков – несплошности металла типа трещин, усадочных рыхлот, скопления пор и неметаллических включений с указанием их количества, глубины залегания, условных размеров и места расположения.

Ультразвуковому контролю, при необходимости, подлежат следующие элементы вала:

- бочка в радиальном и осевом направлениях;
- шейки в радиальном и осевом направлениях.

Поверхностные дефекты на рабочих валках недопустимы, так как они дают отпечатки на прокатываемой поверхности; кроме того, поверхностные дефекты, развиваясь вглубь, способствуют разрушению валков. Однако гораздо сложнее обнаружить незаметные глазу внутренние дефекты, которые также снижают прочность валков, и приводят к браку.

Жизненный цикл валков состоит из: работы в клетях прокатного стана, перешлифовок, дефектоскопии и в конечном итоге отбраковке и утилизации путем переплавки в копровом цехе. Наглядно жизненный цикл валка можно увидеть на рисунке 2.

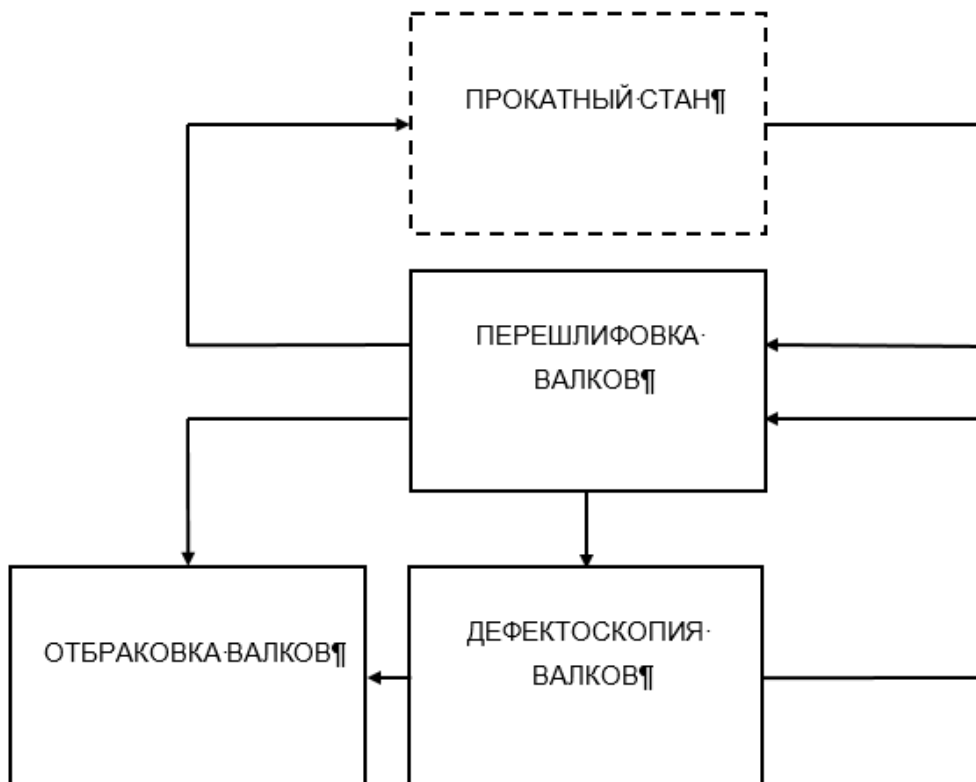


Рисунок 2 – Жизненный цикл валков в ЦПВиПА АО «АрселорМиттал Темиртау»

После работы в клетях валки направляются на перешлифовку, где шлифовщик проводит визуальный осмотр валка. Валки, «подозрительные», имеющие небольшие дефекты (трещины, сетка разгара) направляются на проверку дефектоскопом.

Жизненный цикл валка предоставлен в слишком узком формате, и затрагивает только процессы шлифовки, дефектоскопии и обработки, поэтому было принято решение построить управление валковым хозяйством от начала, прихода валка в цех, до конца, вывода валка из эксплуатации и списания его в копровый цех. После построения всей схемы управления валковым хозяйством можно выявить зону для улучшения. Данное улучшение можно внедрить на производственной площадке ЦПВиПА, заключается улучшение в том, чтобы внедрить автоматическую комбинированную систему неразрушающего контроля прокатных валков.

1.3 Прокатное производство

Перед непосредственной прокаткой необходимо нагреть металл. Этот процесс осуществляется в специальных печах для нагревания металла с целью его повышения пластичности, а также снижения сопротивления деформациям.

В состав прокатного производства входят:

- цех горячего проката;
- два цеха холодного проката;
- цех горячего цинкования и алюминирования, линия полимерных покрытий.

Полный процесс управления валковым хозяйством предприятия показано в Приложении Б.

1.4 Горячий прокат

Прокатка происходит на технологической линии стана 1700, данный стан изображен на рисунке 3, который в свою очередь делится на пять зон: участок загрузки, участок нагревательных печей, черновая, чистовая группы клетей и уборочная линия стана. В методических печах слябы нагреваются до температуры прокатки. В линии стана слябы прокатываются до заданной толщины полосы. Проектная мощность 4,6 миллиона тонн в год, продукция – горячекатаные листы и рулоны толщиной 2-12 мм и шириной 900-1500 мм.



Рисунок 3 – Линия стана 1700 горячей прокатки

Черновая группа стана состоит из последовательно расположенных вертикальной клетки, горизонтального окалиноломателя «дуо», первой рабочей клетки «кватро» и четырех рабочих универсальных клетей номер 2-5 с вертикальными валками (эджерами).

Чистовая группа клетей состоит из промежуточного рольганга с карманом и реечным сбрасывателем подката, летучих ножниц, чистового окалиноломателя «дуо» и семи клетей «кватро» номер 6-12.

Количество и эксплуатационная принадлежность прокатных валков указана в таблицах 1 и 2. Количество проверенных методом неразрушающего контроля, ручным методом, указана в таблице 3.

В таблице 1 указано какое количество валков используется в работе во время горячего проката одновременно, то есть данные валки сейчас находятся в стане или осуществляется техническое обслуживание этих валков.

Таблица 1 – Количество и эксплуатационная принадлежность прокатных валков

Кол-во валков	Эксплуатация рабочих валков в клетях	Эксплуатация опорных валков в клетях	Резервные/оборотные Рабочие валки	Резервные/оборотные Опорные валки	Общее кол-во
Черновая группа	10	10	10	10	40
Чистовая группа	14	14	56	14	88

Из таблицы 1 мы можем сделать вывод, что на горячей прокатке металла эксплуатируются 40 валков черновой группы и 88 валков чистовой группы.

В таблице 2 показано сколько валков выходит из работы по причине износа, аварии, и также показаны потери.

Таблица 2 – Количество валков по причине износа, аварии в месяц

Кол-во валков	Вывод по износу шт/мес	Вывод по аварии ср.шт/мес	Потери по аварии в % от общего кол-ва	Потери проката тн/мес.	Потери Трудозатрат по аварии чел/мес
Черновая группа	3	1	2,5	18	4
Чистовая группа	18	3	2,6	64	12
Общее стан	21	4	5,1	82	16

Что касается вывода по износу, то это значит, что валок годен к дальнейшему прокату, но его надо отшлифовать. Вывод валка по аварии – это незапланированная причина валка, которую никто не может предсказать. Проценты аварии считаются от общего количества валков, которые указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Количество проверенных ручным методом неразрушающего контроля

Ед.изм	Промерено всего	Признаны годными	Попали на повторную проверку	Отбраковано по итогам УЗК	Вышли из строя в 1-2 завалку после первого УЗК
шт/год	182	171	19	11	6
%	100	83,0	9	5	3

Можно сделать вывод, что часть валков после прохождения УЗК все равно выходят из строя. И поэтому есть необходимость приобретения комбинированной системы контроля или ужесточения УЗК. Ужесточения УЗК будет включать в себя: более детальное сканирование, а также разработанную производственную- техническую инструкцию.

1.5 Холодный прокат

Перед холодной прокаткой поверхность полосы горячекатаного металла подвергается травлению раствором соляной кислотой на двух линиях травления. Затем в зависимости от требуемой конечной толщины полоса проходит прокатку через 5-ти или 6-ти клетевые станы холодной прокатки. Проектная мощность 5-ти клетевого стана 1300 тыс. тонн, 6-ти клетевого 850 тыс. тонн в год. Количество и эксплуатационная принадлежность прокатных валков указана в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Количество и эксплуатационная принадлежность прокатных валков

Кол-во валков	Эксплуатация Рабочих валков в клетях	Эксплуатация Опорных валков в клетях	Резервные/оборотные Рабочие валки	Резервные/оборотные Опорные валки	Общее Кол-во
5-ти стан	10	10	30	10	60
6-ти стан	12	12	36	12	72

Из таблицы 4 мы можем сделать вывод, что на холодной прокатке металла эксплуатируются 60 валков в 5-ти становой клети и 72 валков в 6-ти становой клети.

Таблица 5 – Количество проверенных ручным методом неразрушающего контроля

Ед.изм	Промерено всего	Признаны годными	Попали на повторную проверку	Отбраковано по итогам УЗК	Вышли из строя в 1-2 завалку после первого УЗК
шт/год	168	148	20	11	6
%	100	88,0	11,9	6,54	3,57

Можно сделать вывод, что часть валков после прохождения УЗК все равно выходят из строя. И поэтому есть необходимость приобретения комбинированной системы контроля или ужесточения УЗК. Ужесточения УЗК будет включать в себя: более детальное сканирование, а также разработанную производственную- техническую инструкцию. В холодном прокате также, как и в горячем прокате валки после УЗК ручным методом выходят из строя [6].

2 Регистрация результатов на всех этапах подготовки валков

Регистрация результатов на всех этапах подготовки валков выполняется ручным методом, приемосдатчиком. переносом из бумажных журналов и занесением соответствующих данных в диалоговое окно системы управления валковым хозяйством, которая является частью системы SAP AMT.

Согласно ТИ ПГ – 03 – 2021 все принятые валки в цехе регистрируются ручным методом в электронной базе учета валков при выполнении процедуры «Журнал прихода валков». Обязательные для заполнения поля в «Журнале прихода валков»: дата поступления, номер валка заводской, номер валка цеховой, завод изготовитель, исполнение, паспортный диаметр, паспортная твердость, результаты входного контроля валка [4].

На каждый валок при введении, ручным методом, данных в «Журнал прихода валков» автоматически генерируется электронная «Карточка учета работы валка», в которую транслируются паспортные данные: номер валка заводской, номер цеховой, завод-изготовитель, материал исполнения, начальный диаметр, паспортная твердость, результаты входного контроля валка.

Все перешлифовки и насечки валков фиксируются шлифовщиками в журнале учета перешлифовок валков и заносятся ручным методом, учетчиком в электронную базу учета валков для каждого валка с заполнением всех предусмотренных полей формы ввода, в том числе с обязательной отметкой о состоянии поверхности бочки и наличия каких-либо дефектов [7].

3 Анализ состояния и динамики уровня качества продукции

Так как цех подготовки валков и привалковой арматуры не конечный этап производства листового проката, то на качестве продукции сказываются многие факторы, в том числе и качество валков. Поэтому на каждом этапе подготовки валков производится контроль и диагностика данных. Специалисты бюро надежности при контроле подготовки валков используют пасометр с индикатором часового типа. После выполнения контроля качества валка заполняется чек-лист. С регистрацией фактического профиля по длине бочки валка. После заполнения чек-листа, чек лист передается вместе с валком на стан проката, где специалисты стана выборочно перепроверяют качество профилировки валка и сравнивают со значениями чек-листа.

При соответствии показаний валок заваливается в клеть для прокатки металла. Проверяется профиль и наличие дефектов на валке. Данная процедура соответствует с требованиями технической документации АО «АрселорМиттал Темиртау». Данная операция выполняется, например, 1 раз в сутки во время перевалки валков или чаще. Перевалка зависит от состояния валков. Например, металл более жёсткий, чем сам валок, и необходимо сделать вывалку старого валка и завалить подготовленный валок для данного типа металла.

Стойкость валков зависит от правильной организации валкового хозяйства: режима и норм перевалок, перешлифовок и «отдыха», маршрута передвижения валков. При нарушении оптимальных условий эксплуатации, выбор технологических режимов, обеспечивающих наилучшие условия службы валков, которые являются важнейшим резервом повышения долговечности и сокращения их расхода.

Применение комплексной оценки качества валков в процессе их эксплуатации повышает эффективность исследования связей между параметрами технологии изготовления и эксплуатации, а также показателями работы в процессе прокатки [8].

Так как прокатные валки являются уязвимым местом во время проката металла. Им следует уделить особое внимание. Из-за чего же могут появиться дефекты в прокатном валке, которые в дальнейшем могут повлечь за собой вывод валка из рабочего состояния, остановку стана на продолжительное время, испорченный конечный продукт и т.д. Причина может крыться в неправильной технологии производства валка на заводе-изготовителе, не достоверный контроль на заводе-изготовителе, не правильные условия хранения и транспортировки до места заказчика, не соблюдение рекомендаций по рабочим режимам прокатных валках, человеческий фактор и т.д.

Что касается брака на заводе-изготовителе предлагается пересмотреть документацию, которую прилагает к новым валкам завод-изготовитель и помимо чертежей, визуального контроля и дефектоскопии, заращивать также рентген прокатного валка на отсутствие глубоко залегающих дефектов, которые могут стать причиной аварии и остановки стана. Также можно пересмотреть поставщиков прокатных валков и найти более качественный продукт (прокатные валки), который предоставляют на рынке.

Также валки, которые прибывают от завода-изготовителя, необходимо проверять на входной контроль. Данная процедура проводится ручным методом и занимает много времени, но позволит обнаружить брак, который не обнаружили на заводе-изготовителе, и своевременно не вводить в эксплуатацию эту пару прокатных валков.

Четко и своевременно соблюдать рекомендации по эксплуатации прокатных валков. Основными, которые являются, парная вывалка и завалка валка в клеть, соблюдение температурных режимов, правильный выбор режима перешлифовки, своевременная замера по истечению определенного времени проката и т.д.

Также один из главных факторов на производстве- человеческий фактор. Дефектоскопия ручным методом требует особое внимание и концентрацию. На дефектоскопию ручным методом на изучение одного валка затрачивается до 8 часов рабочего времени, это полный рабочий день, чтобы изучить только один валков. А таких валков на цеховой площадке 196. В том году во время прохождения технологической практике мною было предложено производить контроль валка по трем осям, что сократило время, но все равно дефекты обнаруживаются не полностью (Приложение Г). Потому что данная система позволила сократить время и охватить большее количество валков, но не сделала эту систему более качественной чтобы обнаруживать все дефекты. Что касается обучения персонала, необходимо ежегодно проводить повышение квалификации сотрудников на базе Карагандинского ОРОПа.

Можно сделать вывод, что ручной метод неразрушающего контроля имеет свои минусы и не совершенен. Посоветившись с сотрудниками данного цеха, было однозначное решение по внедрению комбинированной системы автоматического контроля качества прокатных валков, данная система позволит сократить время на изучения прокатного валка с 8 часов до 1 часа, исключить человеческий фактор, который играет важную роль в дефектоскопии. Данная комбинированная система хоть и финансово затратная, но сократит время на изучении прокатного валка, повысит качество работы регламента, также установка сама подберет оптимальный режим шлифовки валка. Данная система окупится через год, но зато цикл производства будет менее подвержен браку и частым остановкам стана.

Валки являются основным прокатным инструментом, поэтому от их стойкости и работоспособности зависят производительность и технико-экономические показатели прокатных станов.

Дефекты валков станов холодной прокатки делят на две группы: дефекты, возникающие при изготовлении на предприятии-изготовителя, и дефекты, возникающие при эксплуатации. С некоторыми дефектами можно ознакомиться в таблице 6.

Таблица 6 – Виды дефектов и повреждений прокатных валков

Операция, при которой возникают дефекты и повреждения	Виды дефектов и повреждений
Выплавка и разливка	Неметаллические включения, флокены, пористость, раковины
Ковка	Карбидная сетка, раковистый и камневидный излом, крупные блестящие пятна в изломе, заковы, трещины
Механическая обработка	Кольцевые риски на внутреннем канале, подрезы в местах сопряжений, малый радиус галтелей, смещение осевого канала, несквозной центральной канал, невыведенные волосяны и раковины, сетка шлифовочных трещин, несоответствие размеров чертежу
Термическая обработка	Низкая или неравномерная твердость, малая глубина активного слоя, неоднородная структура, повышенная хрупкость, неудовлетворительная микроструктура закаленного слоя (крупноигльчатый мартенсит, остаточный аустенит, скопления карбидов и карбидная сетка), большие остаточные напряжения, закалочные трещины, низкая прочность металла у внутреннего канала

Известно, что при деформации металла в валках на контактных поверхностях возникают силы трения, вызывающие износ рабочих поверхностей валка. Вследствие большого давления металла на валки и высокой температуры в зоне контакта валка с прокатываемым металлом происходит тепловой износ, обуславливающий сваривание трущихся поверхностей в микроскопически малых участках с последующим отрывом частичек поверхности валка и уносом их прокатываемым металлом [9].

Растрескивание поверхности ухудшает отвод тепла от точек контакта, что еще больше увеличивает тепловой износ. Величина теплового износа зависит от прочности

металла при повышенных температурах: чем меньше снижаются механические свойства при нагреве, тем лучше материал сопротивляется тепловому износу.

Воздействие повышенных температур, воды и воздуха, а также пластическая деформация поверхностных слоев вызывают окислительный износ рабочей поверхности вала. Как известно, при окислительном износе одновременно протекают два процесса: микропластическая деформация поверхностных слоев и диффузия кислорода в пластически деформированные объемы металла. Окислительный износ в валах развивается особенно интенсивно вследствие пульсирующего контакта трущихся поверхностей.

Нередко поломка вала происходит в результате «усталости» металла. Излом от усталости металла может произойти как по шейке, так и по бочке вала.

Усталостью металлов называется процесс, происходящий в них при многократном приложении нагрузки и в известных условиях (внешние надрезы, неоднородность структуры, состояние поверхности) приводящий к внезапному (хрупкому) разрушению. Свойство металлов сопротивляться разрушению от усталости называют выносливостью.

В отличие от обычного разрушения, возникающего при однократной или повторяемых небольшое число раз нагрузок, усталостное разрушение происходит без внешних признаков пластической деформации даже у самых пластичных металлов.

По механизму протекания процесса усталостное разрушение отличается от разрушения при однократной статической нагрузке тем, что носит избирательный (локальный) характер. Внешним проявлением усталости металлов является возникновение и распространение при многократных нагрузках характерного вида поверхностных трещин. Их возникновение обусловлено тем, что поверхностные слои вала при работе более нагружены, чем глубинные слои металла, поскольку первыми воспринимают различные нагрузки при прокатке (статические, динамические, тепловые и др.).

Трещины усталости появляются не сразу; возникнув, они постепенно углубляются внутри вала по его сечению, пока ослабление последнего не приведет к внезапному разрушению металла. Разрушение от усталости большей частью происходит в направлении, перпендикулярном действию наибольших растягивающих напряжений.

Усталостное разрушение может начаться одновременно в нескольких местах. На изломах поверхность усталостной трещины носит название «зоны усталостного разрушения» в отличие от зоны «окончательного (хрупкого) разрушения» остальной части.

Зона окончательного разрушения представляет собой ту часть излома, которая отвечает последней стадии излома вала, уже ослабленного трещиной усталости.

В процессе эксплуатации рабочие валки выходят из строя по следующим причинам:

- износ – 60- 80%;

- сетка разгара – 10%;
- поломка, отслоения, выкрошки – 10-30 %.

До выхода из строя валок прокатывает листовой металл разнообразного сортамента. Ежедневное изменение сортамента составляет 4 – 5 раз, следовательно, изменение силовых параметров прокатки (многопеременный характер нагрузки валка) происходил порядка 60 – 100 раз за весь срок службы каждого валка.

Исследование показало, что такие причины выхода валков в брак, как трещина (рисунок 4); карбидная сетка (рисунок 5); отслоение на валке (рисунок 6); выкрошка (рисунок 7), облом шейки составляют; (их суммарная доля составила 4 %). В данный момент основной причиной выхода валков из строя является отслоение закаленного поверхностного слоя (96%).

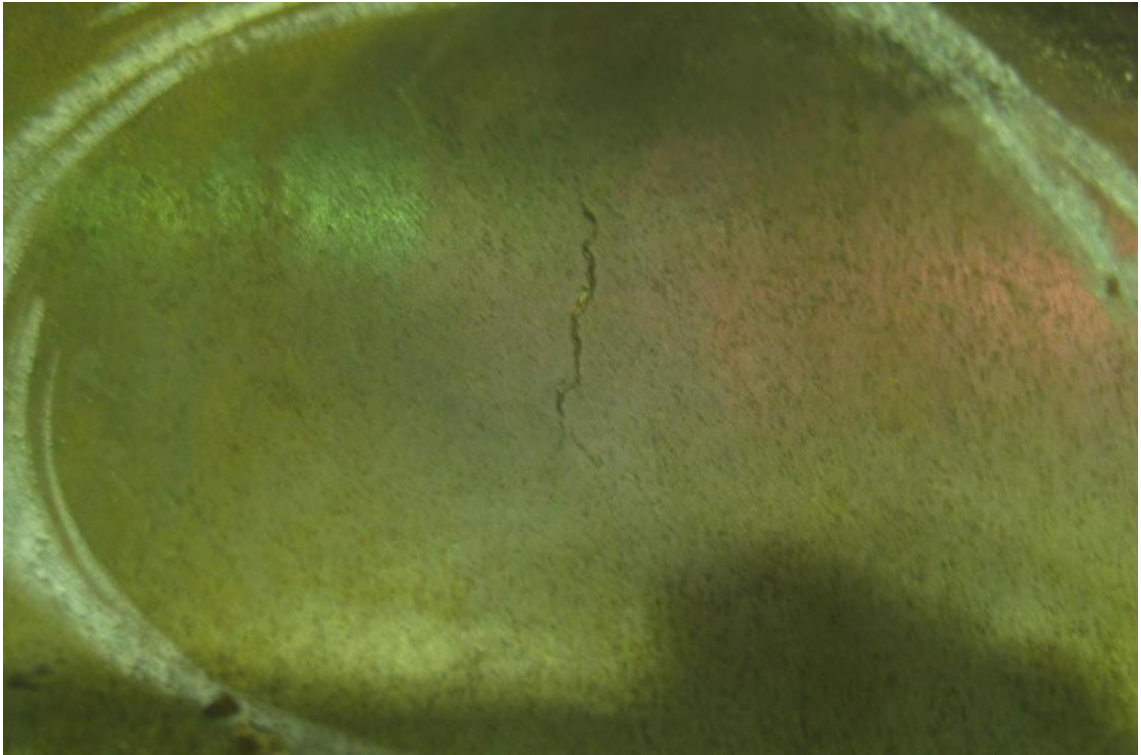


Рисунок 4 – Трещины на валке

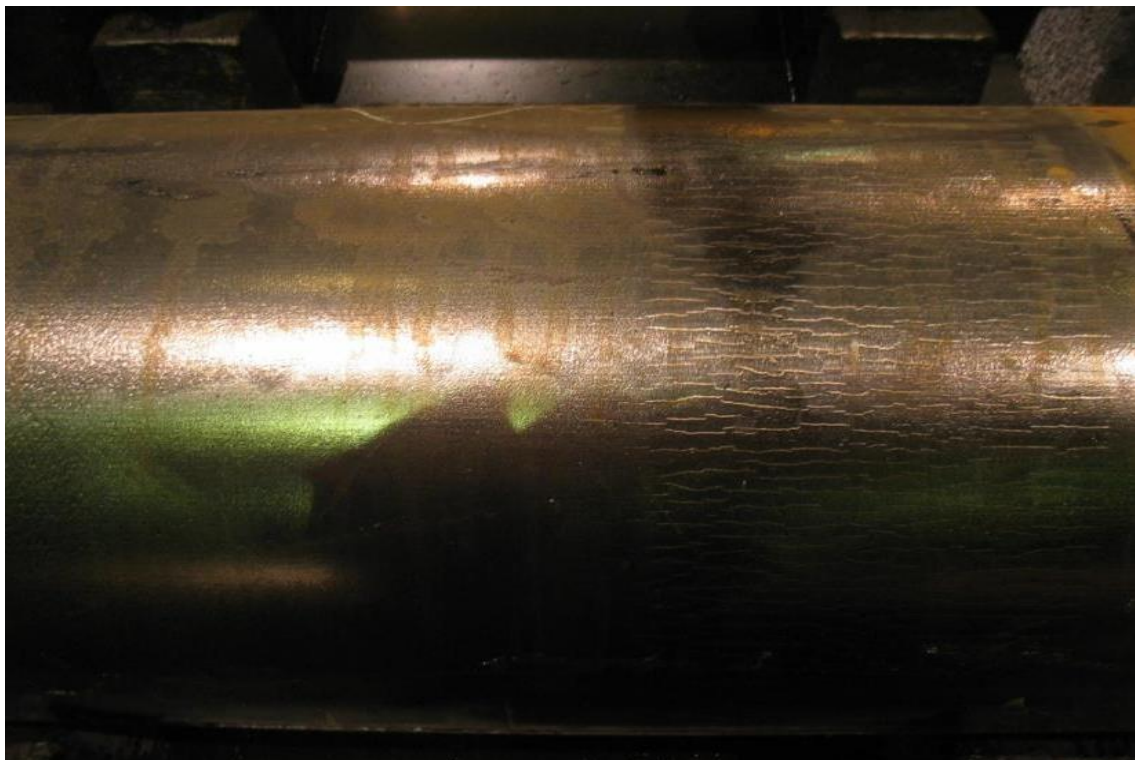


Рисунок 5 – Карбидная сетка на валке



Рисунок 6 – Отслоение на валке



Рисунок 7 – Выкрошка

Механические дефекты могут возникать, например, от ударов при столкновении с головной частью приближающегося листа, или от соударений с хвостовой частью уходящего листа, или поверхностной усталости, которая вызывает подповерхностные трещины, или они могут возникать из-за дефектов изготовления валка.

Металлургические дефекты могут возникать, например, при наклепе из-за вибраций прокатной клетки или возникновения резонансных явлений между клетью и листом.

Дефекты термического типа могут возникать, например, при повторном лужении раскаленных листов, заблокированных препятствиями в других частях шлифовальной секции.

Дополнительные повреждения также могут быть вызваны самой операцией шлифования. К этой группе дефектов относятся прожоги кругов, различные виды ошибок и резонансные явления между шлифовальным кругом и валком.

Все указанные выше типы дефектов создают опасность серьезной поломки валка, что следует учитывать при определении параметров шлифования, таких как количество материала, подлежащего удалению, или частота циклов анализа.

Тепловые дефекты, напротив, могут быть менее критичны и могут незначительно влиять на безопасность использования валка. Критичность тепловых дефектов в основном зависит от клетки, в которой установлен валок, и выражается в различных допустимых пороговых величинах тепловых дефектов для различных клеток. Эти пороговые величины,

однако, всегда такие же, как допустимые пороговые величины механического дефекта, или выше их [12].

3.1 Дефекты, возникающие при хранении

При хранении могут возникать следующие дефекты:

- механические повреждения;
- растрескивание под влиянием внутренних напряжений;
- атмосферная коррозия: поверхностная и межкристаллитная.

При хранении, транспортировке, монтаже изделие может получить механические повреждения. Возможно растрескивание под действием внутренних напряжений. Нередкое явление – атмосферная коррозия металлов. Она может быть поверхностной, а может распространяться в глубь металла. Очень опасна коррозия, поражающая преимущественно границы зерен – межкристаллитная коррозия. При эксплуатации также возможна поверхностная или более глубокая (в том числе межкристаллитная коррозия) под действием агрессивных сред: жидкостей, газов. Специфическим видом разрушения является коррозия под напряжением: агрессивное действие среды усиливается внутренними напряжениями в металле изделия [10].

3.2 Дефекты, возникающие при перешлифовке

Дополнительные повреждения также могут быть вызваны самой операцией шлифования. К этой группе дефектов относятся прожоги кругов, различные виды ошибок и резонансные явления между шлифовальным кругом и валком.

Все указанные выше типы дефектов создают опасность серьезной поломки вала, что следует учитывать при определении параметров шлифования, таких как количество материала, подлежащего удалению, или частота циклов анализа.

Тепловые дефекты, напротив, могут быть менее критичны и могут незначительно влиять на безопасность использования вала. Критичность тепловых дефектов в основном зависит от клети, в которой установлен валок, и выражается в различных допустимых пороговых величинах тепловых дефектов для различных клетей. Эти пороговые величины, однако, всегда такие же, как допустимые пороговые величины механического дефекта, или выше их.

При часто меняющемся сортаменте прокатываемого листа требуется оперативная грамотная настройка технологического режима и подбор технологической оснастки (валков) в соответствии с требуемыми параметрами и под каждый тип проката.

Непарная вывалка из клетей стана рабочих валков и разукомплектация пары в дальнейшей эксплуатации приводит к минимальной единичной стойкости (20-60 т.), способствует образованию повреждений (слом трефа, отслоения), приводящих к полной непригодности обоих в паре валков. Поэтому перевалку валков производить в парном комплекте без изменения направления вращения [11].

Также в СМК подготовка, эксплуатация и учет стойкости прокатных валков стана 1700 горячей прокатки листопрокатного цеха описаны правила хранения и эксплуатации.

Что касается шлифовки валков, тут тоже свой порядок выполнения работы:

- перед шлифовкой валков шлифовщик обязан провести визуальный осмотр поверхности бочки и сделать соответствующую запись в журнале перешлифовок о качестве поверхности;
- шлифовке подвергаются все валки, вновь поступившие в цех, кроме валков, профилировка которых оговорена в контракте, а также вываленные из клетей при очередной перевалке;
- валки должны шлифоваться только попарно;
- при этом валок большего диаметра необходимо устанавливается в клеть нижним;
- опорные валки в обязательном порядке после вывалки из стана перешлифовываются после вылеживания не менее 3-х суток;
- измерение профиля валка после шлифовки проводится по двум направляющим, расположенным в перпендикулярных плоскостях;
- съём при перешлифовках валков с дефектом «сетка трещин разгара» и валков, эксплуатирующихся в клетях при застревании полосы в линии стана должен быть не менее 1 мм;
- комплектовка пар вертикальных валков проводится по схеме «наплавленный-наплавленный», «новый-новый»;
- изменение профилировки рабочих валков осуществлять в зависимости от выработки опорных валков через каждые 25-35 тыс. проката.

Шлифовка валков состоит из следующих операций:

- настройка – осуществляется при малой поперечной подаче шлифовальной бабки и большой продольной подаче каретки, а также по показаниям амперметра электродвигателя шлифовального круга;
- опорные и рабочие валки после шлифовки должны приниматься бригадиром или мастером УПВиП, перед завалкой старшим вальцовщиком, начальником смены или

старшим мастером стана выборочно проверяют профиль, качество поверхности бочки рабочих валков;

– контроль профиля бочки валка после шлифовки должен производиться пассометром, диаметра – микрометром.

Эксплуатация занимает особое место в перевозке валков:

1) в эксплуатации постоянно должно находиться не менее 6 комплектов рабочих валков чистовой группы, 3 комплектов рабочих валков черновой группы и 2.5 комплектов опорных валков;

2) не допускается нагрев рабочих валков чистовой группы в процессе прокатки выше 85 °С;

3) при аварийных остановках стана длительностью свыше двух часов режим разогрева должен быть таким же, как и при завалке холодных валков;

4) температура воды, подаваемой на охлаждение валков в зимний период (октябрь – март) не должна превышать 35 °С, в летний период (апрель – сентябрь) – 30 °С, давление воды не менее 4 ат;

5) подача воды для охлаждения валков производится только после пуска стана и прекращается при его остановке;

6) при застревании полосы в валках, во избежание образования сетки разгара или трещин, разводить валки следует только после прекращения подачи охлаждающей воды.

Выполняя все эти условия предприятие полностью устранит дефекты и несоответствия. Уменьшит количество затрат на устранение поломок и дефектов.

В том году во время прохождения технологической практике мною было предложено производить контроль валка по трем осям, что сократило время, но все равно дефекты обнаруживаются не полностью (Приложение В). Потому что данная система позволила сократить время и охватить большее количество валков, но не сделала эту систему более качественной чтобы обнаруживать все дефекты. Контроль валков на предприятии АО «АрселорМиттал Темиртау» осуществляется по трем осям, как выполняется техника контроля изображено на рисунке 8. Работы можно проводить только при условии установки валка на вальцешлифовальный станок. При этом две трети поверхности бочки валка становятся недоступными для обследования. Возникает необходимость разделения обработки одного валка на три фазы (1, 2 и 3), с поворотом валка на 120°.

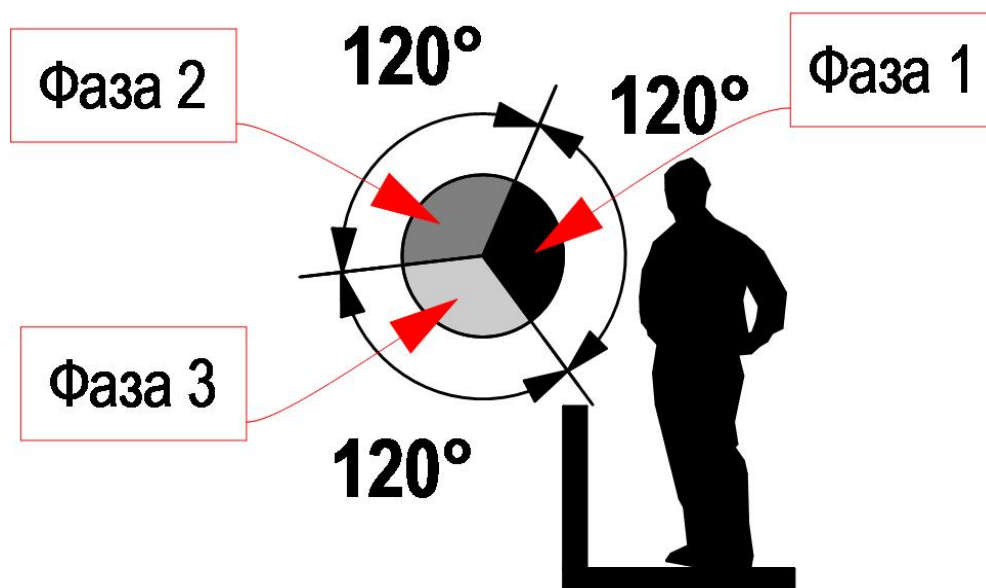


Рисунок 8 – Контроль валка по трём осям

Такая система контроля не идеальная, так как изучение валка проходит только по трем осям, но не позволяет обнаруживать все скрытые дефекты. Но более значимым преимуществом является то, что позволяет сократить время, затраченное на дефектоскопию одного валка.

В идеале система контроля прокатного валка должна состоять из расчерчивания зон по валку, и круговому контролю каждого миллиметра. Такая схема изображена на рисунке 9.

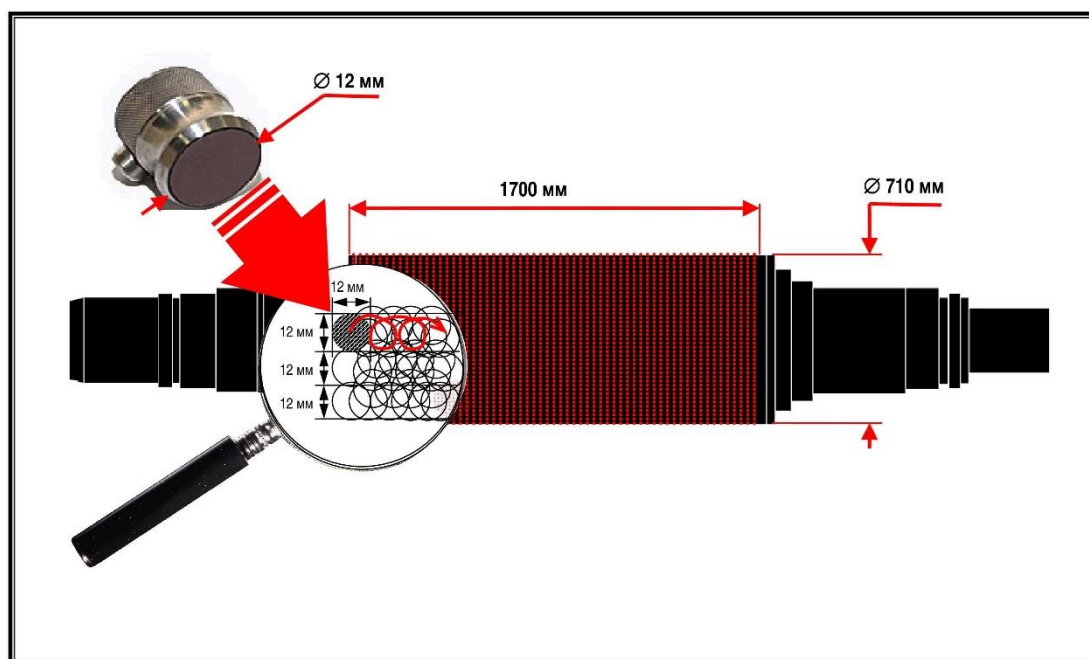


Рисунок 9 – Правильная диагностика валка

Следует также отметить, что для проведения диагностического ультразвукового обследования валки будут выводиться из работы парами (сразу по два валка), так как согласно требованиям ТИ ПГ-03-2013 «Подготовка, эксплуатация и учет стойкости прокатных валков стана 1700 горячей прокатки листопрокатного цеха №1», парность валков должна быть сохранена от начала и до конца их эксплуатации (Приложение Г).

4 Методы НК для дефектоскопии прокатного валка

Общепринято, что термин «неразрушающий физический контроль» относится к контролю, который имеет две характеристики: во-первых, он не должен повреждать тестируемый объект и, во-вторых, он основан на взаимодействии физических полей или материалов с дефектами. Первому условию, например, не удовлетворяют контроль твердости и гидравлические испытания, второму – спектральный анализ (стилоскопирование), поэтому, рассматривая последние как методы контроля качества прокатных валков, их не следует относить к неразрушающим методам.

Согласно ГОСТ 18353 – 79 в основу классификации методов неразрушающего контроля (НК) положен физический процесс с момента взаимодействия физического поля или вещества с контролируемым объектом до получения первичной информации. Неразрушающий контроль (НК) в зависимости от физических явлений, положенных в его основу, подразделяется на следующие виды: магнитный, электрический, вихретоковый, радиоволновый, тепловой, оптический, радиационный, акустический, проникающими веществами [12].

Из всех перечисленных методов НК для дефектоскопии прокатного валка больше подходят: акустический и вихретоковый(магнитный). Данные методы мы рассмотрим более детально.

4.1 Акустический метод НК для дефектоскопии прокатного валка

При обнаружении поверхностных дефектов валок передаётся на УЗ-контроль, где после контроля валки возвращаются на перешлифовку, но валки, выработавшие ресурс и имеющие тяжелые повреждения, уходят на отбраковку.

Ультразвуковые дефектоскопы ручного контроля используют при исследовании металлоконструкций, резервуаров, трубопроводов и сварных швов. Это легкие эргономичные приборы, простые в использовании и обслуживании. При их использовании все операции контроля выполняет дефектоскопист.

Существует много методов акустического контроля. Такие как: теневой, эхо-метод, акустическая эмиссия, эти методы изображены на рисунке 10. Работу по выявлению дефектов в валке осуществлялась эхо-методом. Эхо-метод (метод отражения) основан на отражении ультразвуковых колебаний от несплошностей причем амплитуда эхо сигнала пропорциональна площади этого отражателя (чем больше дефект, тем выше амплитуда).



Рисунок 10 – Акустические методы непрерывного контроля

Иначе метод называют эхо - импульсным за счёт того, что дефектоскоп работает в импульсном режиме. Излучаемый в изделие импульс называется зондирующим. Дефектоскоп посылает их в изделие через определённые промежутки времени. Зондирующий импульс, отраженный от донной поверхности объекта контроля, возвращается на приёмник и на экране возникает донный сигнал, при наличии дефекта зондирующий импульс отразится от него раньше и формирует сигнал на экране между зондирующим и донным сигналом [13].

Недостатком эхо-импульсного метода является сравнительно низкая помехоустойчивость и резкое изменение амплитуды отражающего сигнала от ориентации дефекта (ориентации угла между ультразвуковым лучом и плоскостью отражателя).

Недостатками данного метода является неправильное отражение дефекта на определенном слое. За счет того, что эхо-сигнал подается под углом он отражается и не видит некоторые дефекты на определенной глубине.

Дефекты находят прибором Пеленг – 115. Это дефектоскоп для контроля дефектов типа нарушения сплошности и однородности материалов готовых изделий, полуфабрикатов и сварных (паяных) соединений, а также для измерения глубины и координат залегания дефектов. Легкий (700 граммов) и малогабаритный прибор. Есть возможность поворота изображения. Дефектоскоп работает со всеми типами

преобразователей и внесен в Государственный реестр России и Казахстана. Как выглядит прибор показано на рисунок 11.

Плюсами Пеленг – 115 являются:

- мобильный;
- ручной;
- контроль валка в любых условиях;
- контроль валка на любой площадке;
- не требует питания от розетки.



Рисунок 11 – Прибор для поиска дефектов в металле. Пеленг – 115

На рисунке 12 изображен принцип действия эхо-метода на Пеленге – 115. Дефектоскоп работает следующим образом. По сигналу центрального процессора сигналов дефектоскопа генератор зондирующих импульсов вырабатывает возбуждающий электрический импульс, который поступает через разъем генератора на ультразвуковые пьезоэлектрические преобразователи и в виде акустического импульса излучается в контролируемое изделие. Принятый эхо-сигнал преобразуется ультразвуковым пьезоэлектрическим преобразователем в электрический импульс и через разъем приемника поступает на вход приемного тракта дефектоскопа. Коэффициент усиления приемного тракта дефектоскопа задается центральным процессором через схему цифроаналогового преобразователя временной регулировки усиления. Усиленный электрический импульс фильтруется частотным фильтром и поступает на вход аналого-цифрового преобразователя. С выхода аналого-цифрового преобразователя сигнал поступает на центральный процессор для дальнейшей обработки и отображения на дисплее [14].

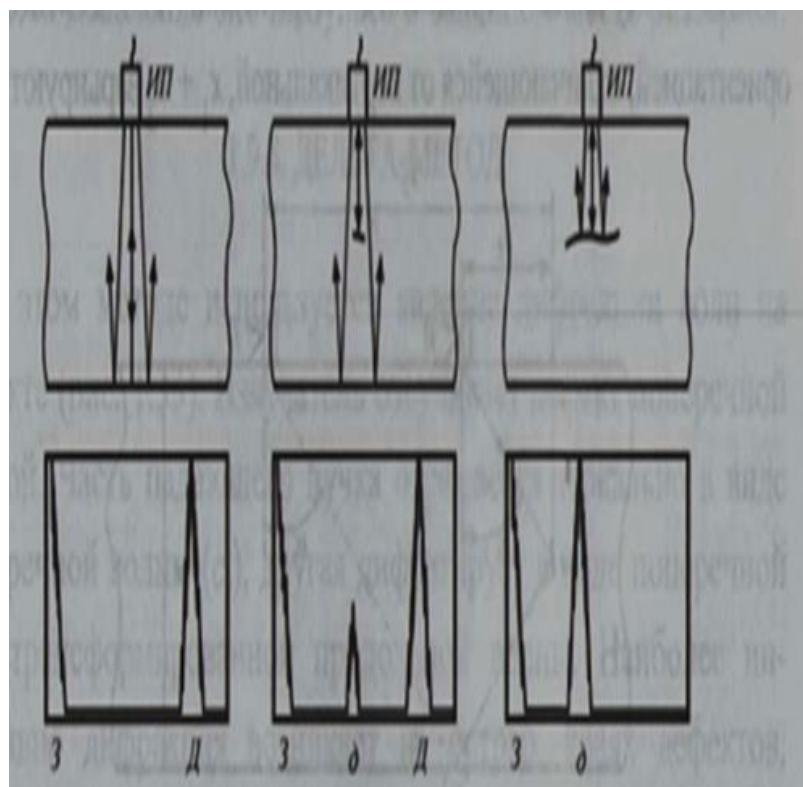


Рисунок 12 – Изображение эхо-метода

По рисунку видно, что сигнал проходит через поверхность валка и отражается от дефекта и сигнал поступает на датчик, но не затрагивает поверхностные дефекты.

4.2 Вихретоковый метод неразрушающего контроля

Этот вид неразрушающего контроля основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в объект контроля этим полем. Данный метод применяют для контроля деталей, изготовленных из электропроводящих материалов. Метод позволяет выявлять нарушения сплошности, в основном трещин, на различных по конфигурации деталях, в том числе имеющих покрытия. На основе метода вихревых токов разработаны приборы для измерения толщины листов и покрытий, диаметра проволоки и прутков. Применяют на заводах и ремонтных предприятиях. В условиях эксплуатации применяют для профилактического контроля лопаток турбин газотурбинных двигателей, сварных и литых узлов элементов конструкций и др.

Особенности присущие вихретоковым методам: многопараметровость, бесконтактный контроль, нечувствительность к изменению влажности, давления и загрязненности газовой среды и поверхности объектов контроля непроводящими веществами.

Вихретоковые методы имеют два основных ограничения:

- применяются только для контроля электропроводящих изделий;

- имеют малую глубину контроля, связанную с особенностями проникновения электромагнитных волн в объект контроля.

Контрольно-измерительные задачи, решаемые с помощью вихретоковых методов:

- обнаружение трещин, раковин, неметаллических включений и других видов нарушений сплошности (дефектоскопия);

- измерение толщины прутков, стенок труб (при одностороннем доступе), диаметр проволок, а также толщины лакокрасочных, эмалевых, керамических, гальванических и других покрытий, нанесенных на электропроводящую основу (толщинометрия);

- контроль химического состава, механических свойств, остаточных напряжений (структуроскопия) [15].

5 Анализ потерь при применении ручного метода во время дефектоскопии

Производительность ручного метода составляет всего 10% от общего количества прокатных валков, эксплуатируемых на стане, например, в сутки. То есть, валки, которые не прошли контроль, оставшиеся 90%, могут нести скрытые дефекты, и стать причиной аварии. Поэтому необходимость развития автоматизации неразрушающего контроля очевидна.

Данные потерь стана горячей прокатки 1700 ГП (УЦГП) приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Анализа применения ручного метода

Ед.изм	Общее количество в эксплуатации	Кол-во шлифовок	Кол-во проверенных ручным методом	Кол-во отбракованных ручным методом	Кол-во аварийный вывод
Валков шт/год	121	1900	182	11	57
%	100	100	10	0,6	3

Из таблицы понятно, что валки отбраковываются ручным методом, но после порождения дефектоскопии валки все равно выходят из строя, и причина может крыться в не обнаруженных дефектах.

Данные по потере после дефектоскопии ручным методом стана горячей прокатки 1700 ГП (УЦГП) приведены в таблице 8. Для того чтобы было проще считать на производстве, можно посчитать сколько теряется тонн металла после поломки валка. Данный металл будет отбракован и к дальнейшему прокату признан не годным.

Таблица 8 – Потери стана 1700 ГП (УЦГП)

Ед.изм	Производство тыс тонн	Потери производства при аварии валков. тонн	Потери времени производства при аварии. 1ч × 550 тонн	Суммарные потери при аварии валков. тонн	Производство тыс тонн
Тонн/год	2900	1 220	67 100	68 320	2900
%	100	0,05	2,32	2,4	100

На холодном прокате из-за аварии валка происходит такая же ситуация, как и при горячей прокатке. Испорченный металл не годен к дальнейшей прокатке.

Данные анализа применения ручного метода станов холодной прокатки (УЦХП) приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Анализ применения ручного метода станов холодной прокатки (УЦХП)

Ед.изм	Общее количество в эксплуатации	Кол-во шлифовок	Кол-во проверенных ручным методом	Кол-во отбракованных ручным методом	Кол-во аварийный вывод
Валков шт/год	132	1700	168	11	61
%	100	100	10	0,64	3,57

Из таблицы понятно, что валки отбраковываются ручным методом, но после порождения дефектоскопии валки все равно выходят из строя, и причина может крыться в не обнаруженных дефектах.

В таблице 10 приведены потери холодного стана прокатки.

Таблица 10 – Потери стана холодной прокатки (УЦХП)

Ед.изм	Производство тыс тонн	Потери производства при аварии валков. тонн	Потери времени производства при аварии. 1ч х 115тонн	Суммарные потери при аварии валков. тонн	Ед.изм
Тонн/год	1200	2000	15000	17 000	Тонн/год
%	100	0,2	1,3	1,5	%

Чтобы было проще понимать, то в год на холодном прокате из-за дефекта на прокатном валке теряется 17.000 тонн металла, что является 1,5% процентов от всего прокатного производства.

В таблице 11 посчитаны суммарные потери по станам холодной и горячей прокатки.

Таблица 11 – Суммарные потери по станам составляют

Ед.изм	Потери стана 1700 ГП (УЦГП)	Потери станов холодной прокатки (УЦХП)	Суммарные потери станов
Тонн/год	68320	17000	85 320
%	2,4	1,5	3,9

Если сложить все потери от горячего и холодного проката, то можно увидеть, что 85.320 тонн металла приходят в негодность и этот металл можно отнести к браку. Из таблицы 11 можно построить диаграмму для большей наглядности.

Возможно использовать методы ручного контроля для детального изучения качества и состояния валка, но эти методы, как правило, требуют взятия специальных проб материала и приводят к повреждению или разрушению контролируемых валков, и поэтому используются только для выборочного контроля качества при выяснении причин аварии Многолетняя статистика прокатных заводов показывает, что ручной ультразвуковой или вихретоковый контроль не выявляет всех недопустимых дефектов. При этом только акустические и вихретоковые методы малоэффективны и не позволяют получить столь точные результаты контроля, как большие объемы объективной документации (дефектограммы) для мониторинга работы. Поэтому оценка качества среза зависит от квалификации техника, психофизиологического состояния техника и условий работы. Другими словами, надежность ручной проверки почти полностью определяется личной надежностью работника [16].

Таким образом, важнейшей задачей является обеспечение требуемых нормируемых показателей качества валков, в частности низкая аварийность при высокой производительности. Вывод прокатных валков из эксплуатации по аварийным причинам приводит к очень

большим потерям, таким как бракованный конечный продукт, остановка стана на продолжительное время, повреждение основного и вспомогательного оборудования.

6 Автоматический режим контроля

В настоящее время широкое применение приобрели методы неразрушающего контроля, которые не требуют отбора проб материала и не приводят к какому-либо повреждению контролируемых валков. И это позволяет контролировать качество прокатных валков при изготовлении на заводах изготовителях и их фактическое состояние в процессе эксплуатации. К таким методам, наряду с другими, относятся вихретоковый (ЕТ) и акустический – ультразвуковой (УТ) [5].

Объединение двух вышеперечисленных методов в один комбинированный и одну автоматическую систему позволяет охватить все глубины залегания дефектов, выполнять контроль в короткий промежуток времени без привлечения специализированного персонала.

Автоматизированный вихретоковый и ультразвуковой контроль прокатных валков обеспечивает почти 100% контроль на наличие всех поверхностных и внутренних дефектов.

Использование автоматического контроля с помощью установки фирмы Lismar Engineering B.V. компьютерной обработкой информации и регистрацией дефектов позволило решить проблему высокопроизводительного контроля.

Для этого используются компьютеризированные контрольно-измерительные комплексы со специальным программным обеспечением, содержащим алгоритмы искусственного интеллекта, средства автоматического сбора и обработки данных. В некоторых случаях эти системы включают интеллектуальные датчики, управляющие процессом диагностики объектов, включая интегрированные системы автоматического управления, мониторинга и передачи данных.

Производители приборов выпускают комплекс, состоящий из шкафа и колонны с датчиками. Он предназначен для контроля валков как у производителей валков, так и у прокатчиков. Диагностика данным позволяет проводить контроль качества валков не только на этапах производства, но и эксплуатации (между перешлифовками). Полная автоматизация прибора упрощает порядок работы оператора и обеспечивает синхронизацию с любым шлифовальным станком. Программное обеспечение отображает процесс контроля с помощью гистограммы, картографии и осциллоскопа.

В конце процесса создается «карта валка», на которой отмечаются «опасные» зоны. Ультразвуковую карту валка можно просмотреть в режиме просмотра. Если уровень сигнала превышает установленное значение, то сегмент на карте валка окрашивается в красный цвет, если сигнал допустим - в зеленый цвет, как показано на рисунке 13. Для получения большей информации о характере дефекта: можно нажать на красный сектор и

просмотреть А-развертку радиосигнала для конкретного положения излучателя и приемника.

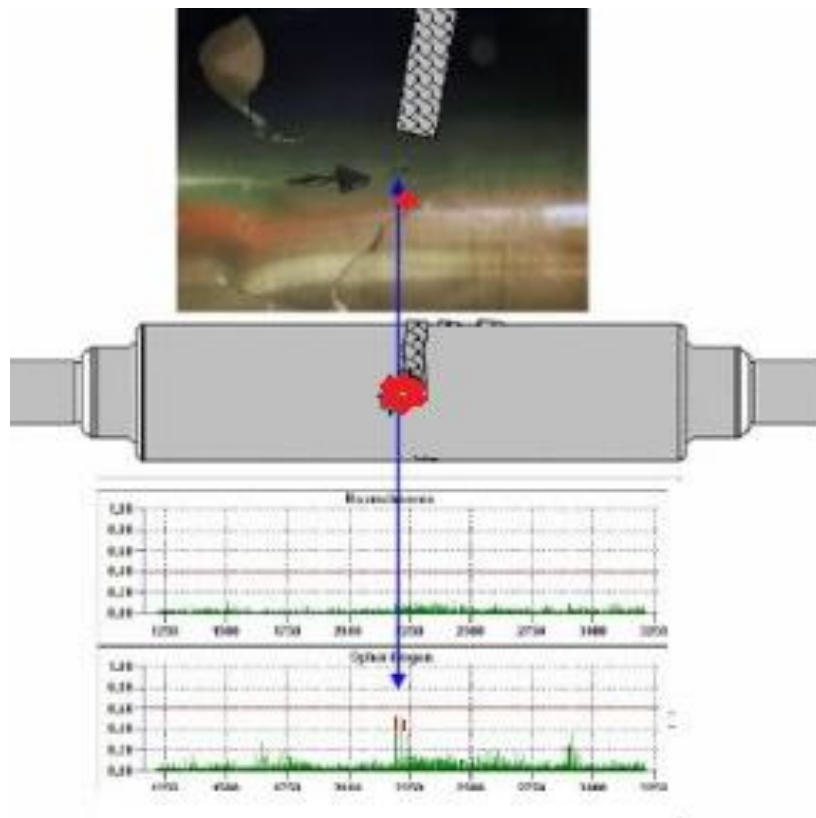


Рисунок 13 – Сигналы, характеризующие структурные изменения валка
Результаты контроля отправляются на компьютер по беспроводной сети.
Программное обеспечение, работающее в операционной системе, строит объемную модель
валка на основе полученных данных, рисунок 14.

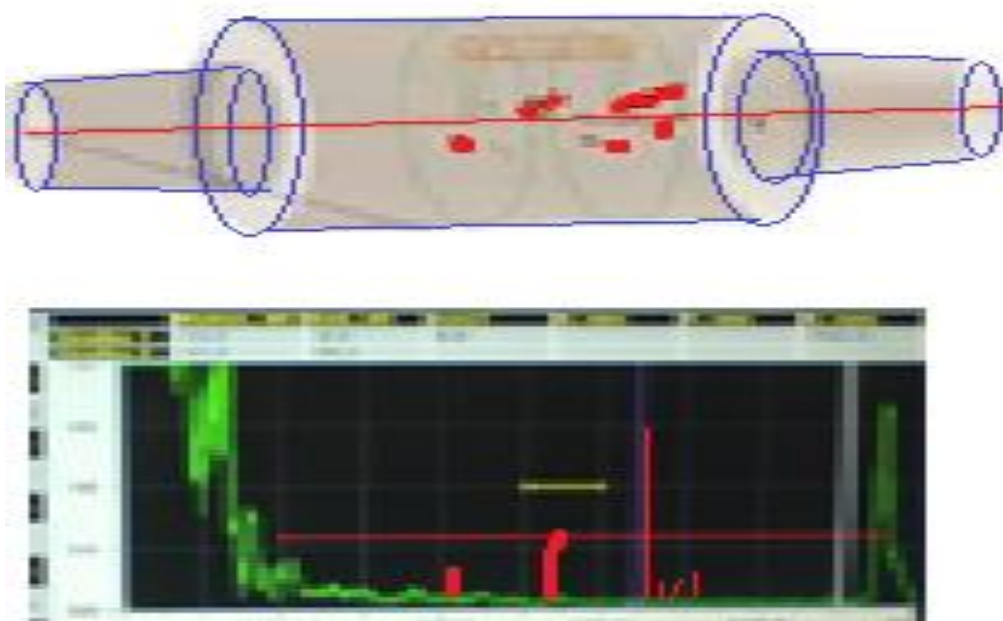


Рисунок 14 – 3D графическое изображение прокатных валков

Программное обеспечение для визуализации позволяет объемной модели вала вращаться в трех измерениях. Может быть получено любое поперечное сечение в радиальной плоскости. Вы можете выделить дефектную область и измерить эту область. Поперечные сечения и углы всех выбранных опасных дефектов сохраняются в виде закладок и включаются в файл данных контроля. Дефектоскоп изучает результаты контроля на разных уровнях чувствительности и выдает отчет. Все результаты проверки хранятся на жестком диске компьютера, данные также могут быть записаны на различные носители.

7 Система вихретокового контроля прокатных валков. Система ET

Для вихретоковой дефектоскопии валков обязательным условием является то, чтобы трещина была открытой на поверхности валка или находящаяся прямо под поверхностью валка. Система ET способна обнаруживать как открытые, так и закрытые трещины, находящиеся рядом с поверхностью валка. Таким образом, все дефекты на поверхности валка, и открытые, и закрытые, будут обнаружены системой. Возможная конфигурация системы ET отображена на рисунке 15.

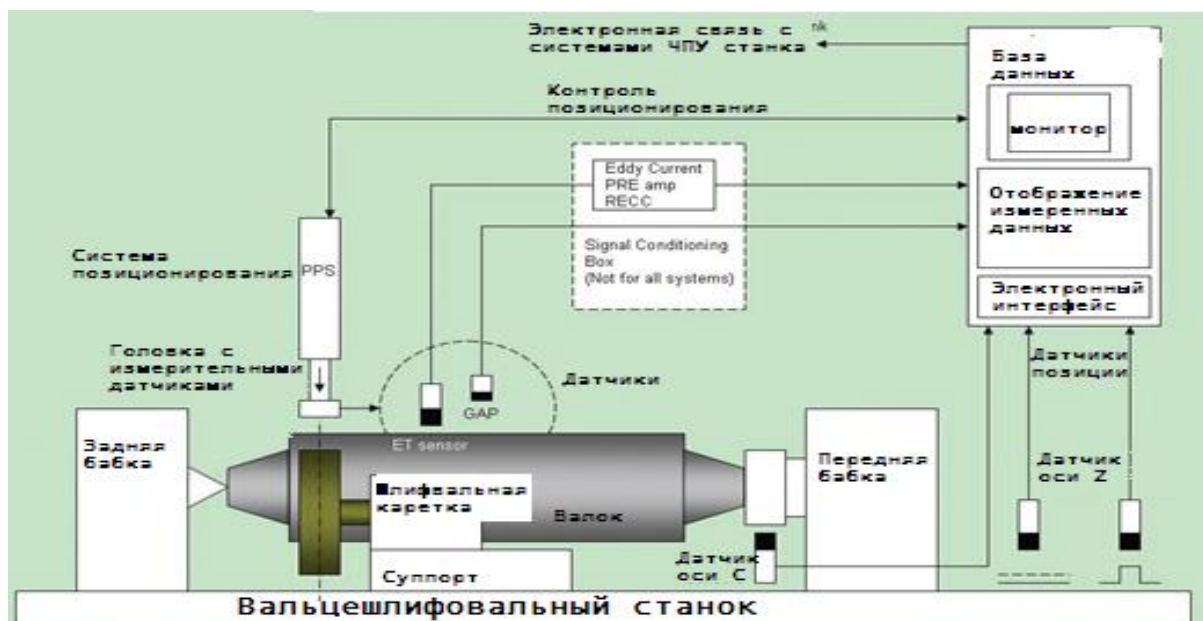


Рисунок 15 – Возможная конфигурация системы ET

Система ET способна определять трещины размером $2 \times 0.3 \times 0.1$ мм (длина $\times$ глубина $\times$ ширина). Технологию SW можно использовать на валках из любого материала, но от материала валка зависит чувствительность измерений. С опцией ET можно определять трещины и включения до 5 мм.

Раннее определение и удаление небольших видимых трещин до начала их разрастания сокращает время шлифовки и продляет ресурс валка. Данные участки можно идентифицировать и удалить в время первичной шлифовки, тем самым, уменьшая количество повторных обработок валка.

7.1 Система ультразвукового контроля прокатных валков. Система UT

Причиной крупных происшествий на стане часто оказываются под поверхностные дефекты на опорных валках и иногда дефекты на рабочих валках. Большинство подповерхностных дефектов возникает из-за: напряжения по Герцу непосредственно под поверхностью валка, что может привести к появлению подповерхностных трещин на глубине

12 мм - 15 мм от поверхности. Включений, от которых начинают распространяться трещины. Расслоений периферии и сердцевины на валках двойной заливки. Если система (UT) использует до 4 сенсоров для расширения диапазона глубин контроля. Например, для глубокозалегающих дефектов возможно применение сенсоров с прямым углом и частотой сигнала около 1 МГц, а для глубины от 5 до 100 мм частотой сигнала 4÷5 МГц. Для обеспечения эффективного движения ультразвуковых волн или энергии между преобразователем и проверяемой поверхностью, между передающей и принимающей поверхностью проложена соединительная среда (тонкий слой эмульсии или воды).

Во всех случаях ультразвуковая система (UT) обнаружит эти дефекты, прежде чем они приведут к фатальному происшествию на стане. Возможная конфигурация системы UT изображена на рисунке 16.

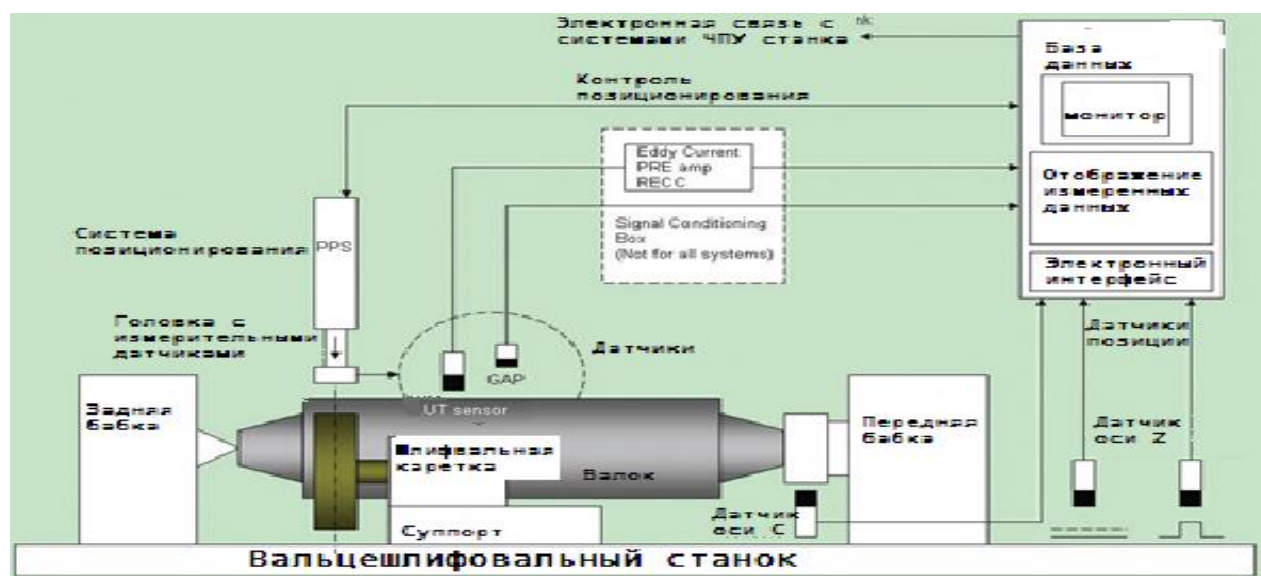


Рисунок 16 – Возможная конфигурация системы UT

8 Комбинированная система

Идея одновременно контролировать поверхность и внутреннюю часть валка реализуется в комбинированных системах. Для контроля качества валков на вальцешлифовальном станке возможно применение специальной сенсорной головки, оснащенная ультразвуковым и вихретоковым датчиком. Результаты как ультразвукового, так и вихретокового измерения зависят от положения измерительной головки. Комбинированная система дефектоскопии валков включает:

- систему поверхностного исследования на основе вихревых токов;
- систему подповерхностного исследования на основе ультразвуковых волн;
- систему позиционирования измерительной головки;
- ПК с ПО для обработки данных и ПО для оценки дефектов;
- конфигурируемые зоны ультразвукового исследования радиусом от 0 до 1500 мм.

Для дефектоскопии валков на ВШМ возможно применение специальной измерительной головки, оснащенную как вихретоковым, так и ультразвуковым сенсорными датчиками. Возможная конфигурация комбинированной системы представлена рисунке 17.

Позиционирование измерительной головки осуществляется подвижной системой, называемой системой позиционирования измерительной головки, имеющей привод от двигателя и работающей самостоятельно. Механическая система устанавливается непосредственно на каретку станка. Позиционирование головки осуществляется с помощью системы скольжения, оснащенной электродвигателем и системой автоматического позиционирования. Позиционирование обеспечивается поворотным механизмом и датчиками начала и конца валка. Эта система позиционирует головку на одной линии со шлифовальным кругом, чтобы исключить контакт со станком, а программное обеспечение устанавливает оптимальные условия контроля и автоматически перемещает головку к контролируемому валку. Датчики в головке расположены таким образом, что контроль осуществляется без контакта с поверхностью валка.

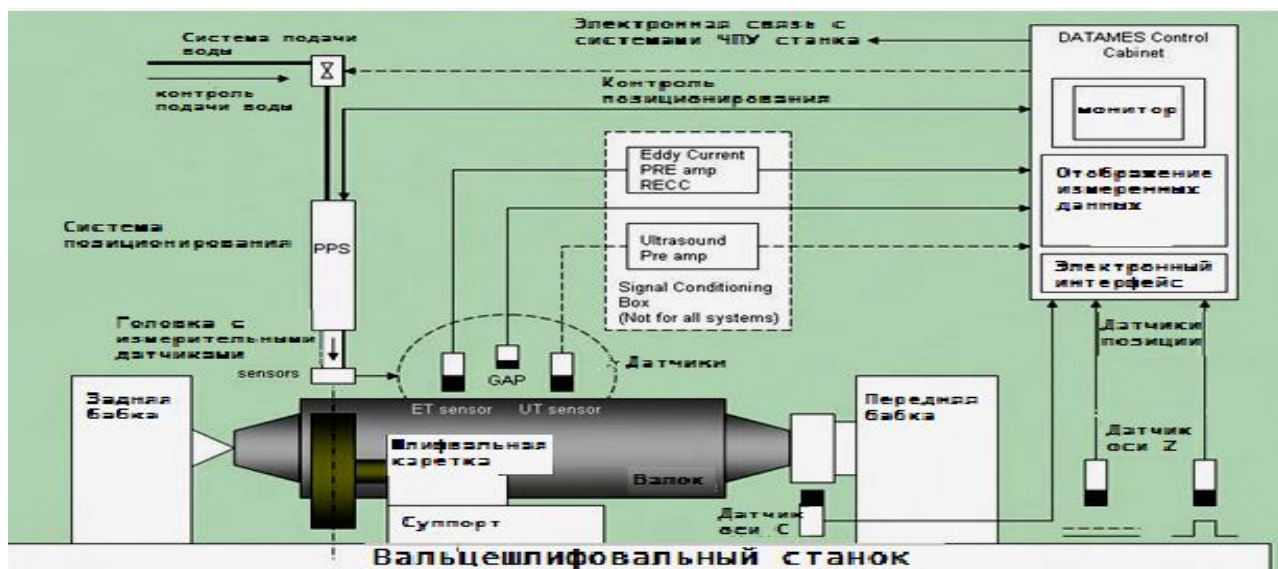


Рисунок 17 – Возможная конфигурация комбинированной системы

В качестве контактной жидкости, для привязки ультразвукового сигнала к валку используется техническая отстоянная вода либо водная эмульсия, подаваемая через специальные шланги к сенсорам, рисунок 18 и 19.

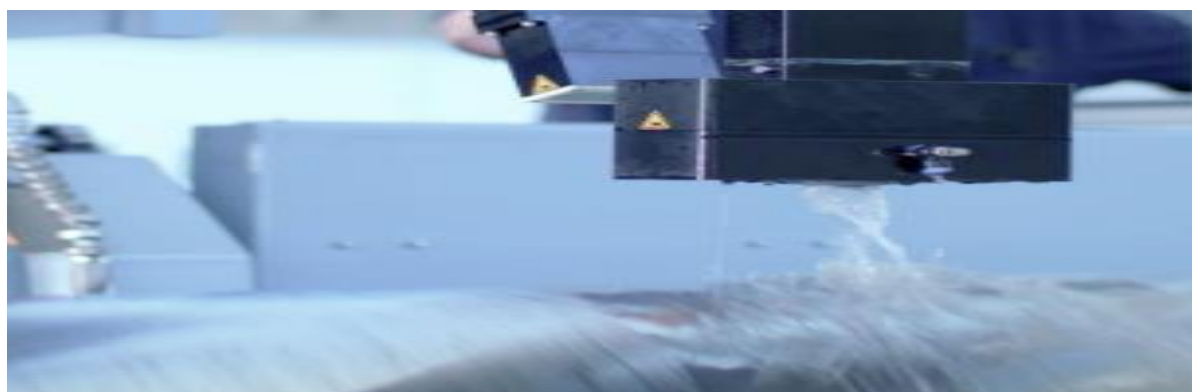


Рисунок 18 – Водная эмульсия, подаваемая через специальные шланги к сенсорам

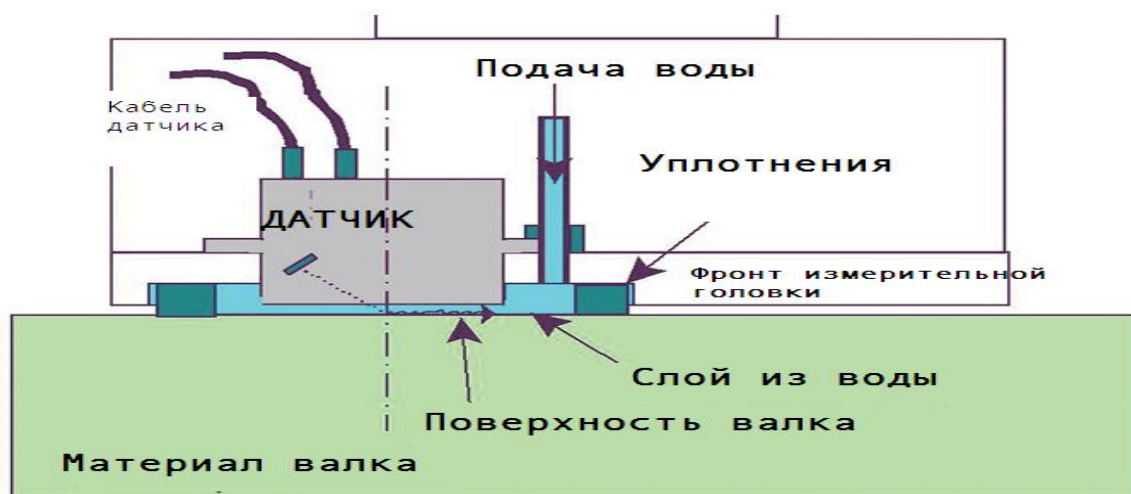


Рисунок 19 – Водная эмульсия, подаваемая через специальные шланги к сенсорам

Таким образом, установка, регулировка и замена ультразвуковых преобразователей занимает несколько минут без разборки и снятия всего механического узла. Практически реализованная идея внедрения комбинированной системы на вальцешлифовальном станке позволяет регистрировать небольшие дефекты в валке, обеспечивает точные результаты измерений и характеристики предметов тестирования. Использование автоматизированных и электронных процедур позволяет получить мгновенные и непосредственные результаты проверки и интерпретации детальных изображений [17].

9 Рекомендации для автоматического метода контроля качества прокатных валков.

В измерительной головке установлено 2 или 4 излучателя, сканирующих в 4 направлениях, расположенных под углом 315°, 0°, 45°, 90° градусов. Таким образом, охватываются разные направления. Ширина измерений сенсорного датчика 10 мм.

Максимальная скорость движения поверхности валка ограничена до 2000 мм/сек. Системы ЕТ (вихретокового) и УТ (ультразвукового) работают одновременно, поэтому требуется всего один проход по поверхности валка для завершения полного сканирования. Результаты измерений выводятся на монитор в режиме реального времени. Из-за технологии сканирование во время шлифовки невозможно. Дефектоскопия осуществляется за отдельный проход, обычно проводимый после завершения черновой обработки. Сканирующая головка крепится в горизонтальном положении, чаще всего рядом оператором и шлифовальным кругом

Во время сканирования, его результаты отображаются в режиме реального времени на мониторе. Представление результатов сканирования выводится на монитор в 3-мерной проекции, которая демонстрирует дефекты и их местоположение на валке. Проекция осуществляется в квадратном окне, где длина валка откладывается по оси Х, а окружность по оси Y. Дефекты, выходящие за пороговое значение, отображаются отдельными цветами для каждого дефекта.

Возможно отображение следующих дефектов:

- поверхностные (ЕТ);
- трещины и сколы (красный);
- наддавы и «вмятины» (голубой);
- остаточный магнетизм (фиолетовый);
- подповерхностные дефекты(УТ);
- напряжение по Герцу, включения, расслоение (темно синий для неглубоких и зеленый для глубины до 100 мм).

Представление результатов сканирования выводится на монитор в 3-мерной проекции, так называемая С-развертка, которая демонстрирует дефекты и их местоположение на валке. Проекция осуществляется в квадратном окне, где длина валка откладывается по оси Х отображается в мм, а окружность по оси Y, отображается в мм и градусах. Возможное отображение подповерхностных дефектов(УТ) показаны на рисунке 20, а поверхностных (ЕТ) на рисунке 21.

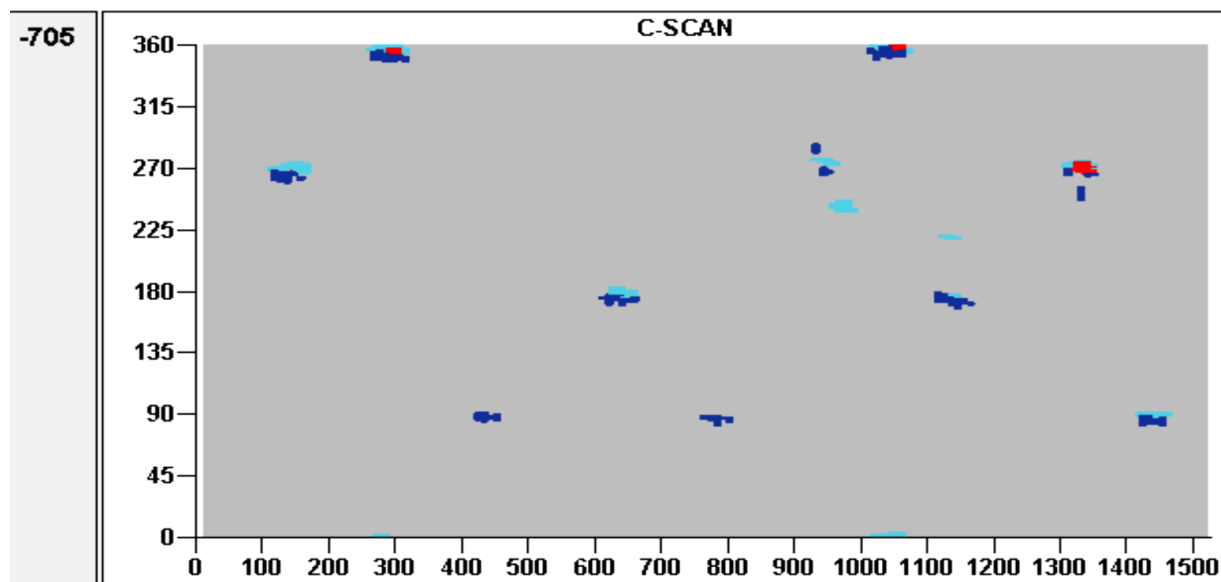


Рисунок 20 – Возможное отображение результатов сканирования в 3-мерной проекции для UT

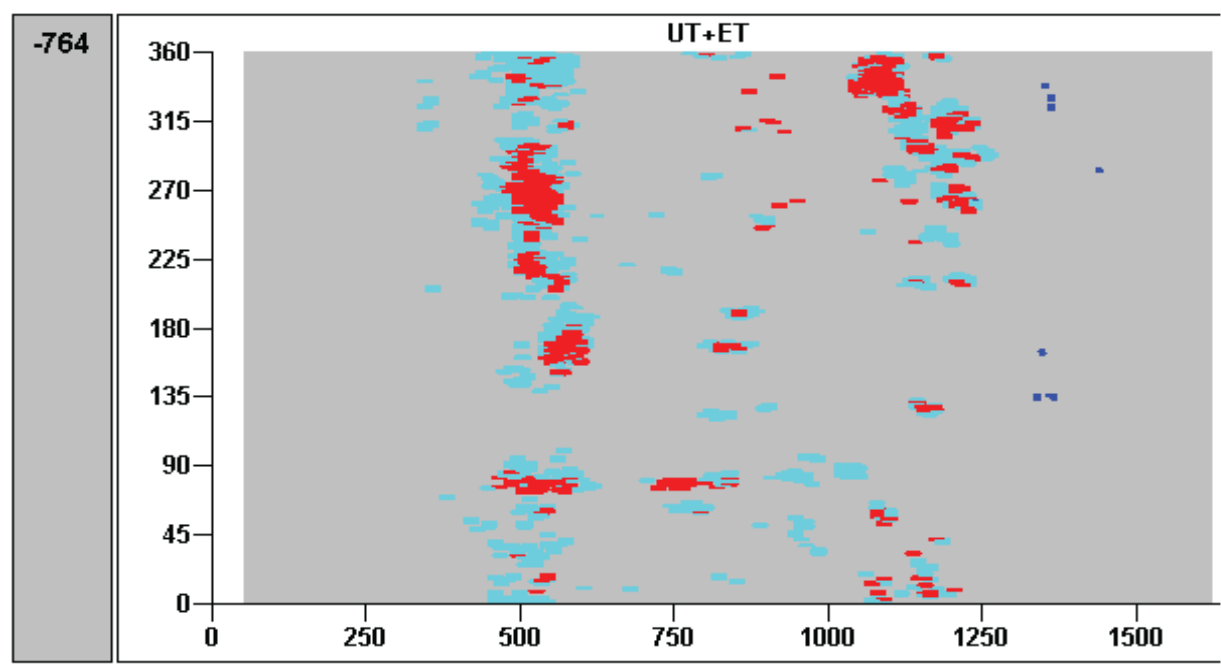


Рисунок 21 – Возможное отображение результатов сканирования в 3-мерной проекции для ET

Для поверхностных дефектов можно выбрать представление в виде гистограммы. С помощью Z-графа оператор имеет возможность получать информацию о серьезности поверхностных дефектов и может оптимизировать процедуру шлифовки валка. Дефекта, отображение дефектов показано на рисунке 22.

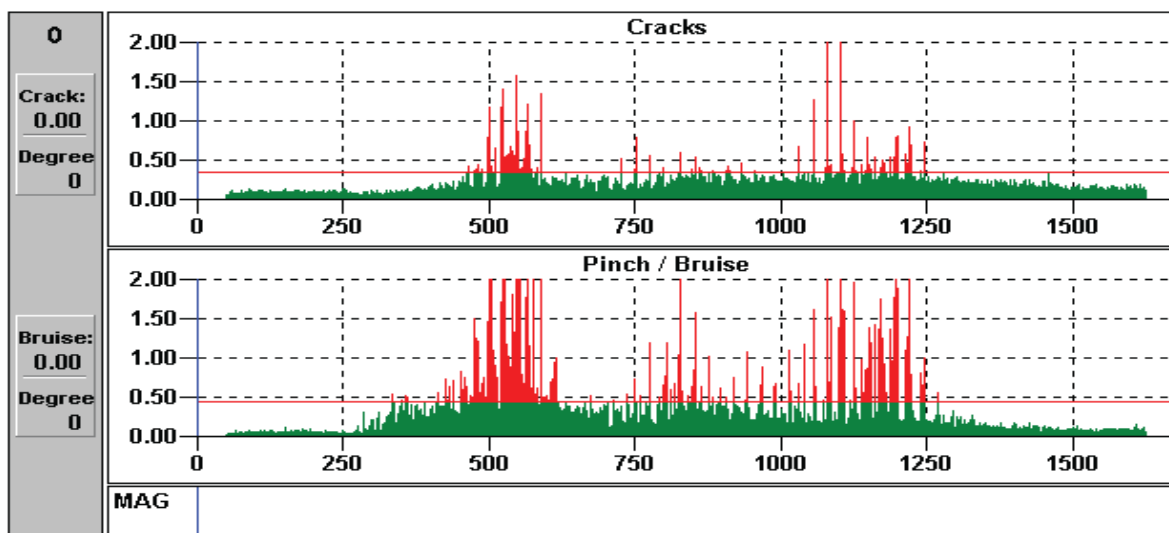


Рисунок 22 – Возможное отображение результатов сканирования в глубину залегания

Благодаря данной диагностике мы можем с точностью 99% обнаружить дефект, и вовремя предотвратить полную остановку стана в случае аварии. При этом дефектоскопия занимает минимальное время. Цветовая градация позволяет быстро ориентироваться и выявить дефект.

10 Экономические аспекты

Эффективность внедрения системы качества на основе неразрушающего контроля в непрерывном процессе подготовки прокатных валков станов плоского проката определяется количественными и качественными показателями, которые определяются путем соотношения экономического результата и затрат, породивших этот результат (эффект).

Количественный, связан с уменьшением временных затрат на выполнение задачи. Контроль качества в непрерывном процессе подготовки прокатных валков – экономия трудозатрат, рабочего времени сотрудников при выполнении данной операции в ручном и автоматическом режимах.

Количество измерений (N) выполняемых за единицу времени до внедрения автоматической комбинированной системы и после внедрения автоматизации, выражено в процентах

$$\text{Э1} = 100 \% * (T1*N - T2*N / T1*N), \quad (1)$$

где Э1 – экономический эффект 1;

T1 – затраченное время до внедрения комбинированной установки;

T2 – затраченное время после внедрения комбинированной установки;

N – количество измерений.

100 % измерений валков выполняются до внедрения за 48000 минут, а после внедрения за 240 минут. Экономический эффект по времени составляет 99%. Время стало использоваться эффективнее.

Количество деловых операций работы с документами, оформление протоколов, отчетов измерения в системе менеджмента качества предприятия

$$\text{Э2} = 100 * (T1*N - T2*N / T1*N), \quad (2)$$

где Э2 – экономический эффект 2;

T1 – затраченное время до внедрения комбинированной установки;

T2 – затраченное время после внедрения комбинированной установки;

N – количество измерений,

100% операций ввода документов в систему выполнялись до внедрения системы за 120 минут, а после внедрения за 2 минуты. Экономический эффект по времени составляет 98,3%. Время стало использоваться эффективнее.

Качественный показатель связан с потерями по авариям при контроле качества в непрерывном процессе подготовки прокатных валков, уменьшение аварий валков во время эксплуатации (потери проката). Уменьшение потерь на трудозатраты устранения последствий при аварии валков. Потери проката, которые определяются авариями валков, учитывая показатели для УЦП из таблицы 8, составят

$$\text{ЭЗ} = 100 * (Q1*N - Q2*N / Q1*N), \quad (3)$$

где ЭЗ – экономический эффект 3;

Q1 – потери металла до внедрения комбинированной установки;

Q2 – потери металла после внедрения комбинированной установки;

N – количество измерений.

До внедрения брак металлопроката составлял 82 тн/мес, а после внедрения 1тн/мес. Экономический эффект по увеличению годного составляет 98,7%. Потери проката уменьшились, валки будут использоваться эффективнее.

Что касается трудозатрат, если валок остановился, остановился весь стан, то затрагивается большее количество людей за это предприятию надо доплачивать людям, потому что они выходят в свой выходной или работают сверхурочно.

$$\text{Э4} = 100 - \text{ЭЗ} = 100 - 98,7 = 2,3\% \quad (4)$$

где ЭЗ – экономический эффект 3;

Э4 – экономический эффект 4,

В месяц необходимо было работать 90 чел./мес для обеспечения производственного процесса, из них 16 чел./мес занимались прокатными валками, а после внедрения комбинированной автоматической системы понадобится только 2 чел./мес для контроля прокатных валков. Экономический эффект по уменьшению трудозатрат в месяц составляет 98,7%. Потери проката уменьшились, время станет использоваться эффективнее.

Так же к эффективности можно отнести показатели, связанные с минимизацией рисков. Например, потеря документов, точность и достоверность измерений и регистрации.

В объем совокупных вложений включают расходы на проектирование, внедрение, эксплуатацию, так и капитальные вложения, куда входят расходы на установку и монтаж основного и вспомогательного оборудования, которые рассчитываются в условиях конкретного производства.

Мировая практика показывает окупаемость внедрения системы качества на основе неразрушающего контроля в непрерывном процессе подготовки прокатных валков станов плоского проката в период 24-36 месяцев.

11 Экологические аспекты в утилизации шлака после обработки валка

Перечень и лимиты объемов отходов, размещаемых на полигонах, регламентируются Разрешением на эмиссии в окружающую среду, выданным Министерством энергетики.

На отвале сталеплавильных шлаков размещаются:

- шлак сталеплавильный;
- отработанная футеровка стальной и прокатной;
- отработанная формовочная смесь;
- отработанные погружные стаканы;
- песок спаянный кварцевый.

На полигон ПБО допускается принимать смет с территории, строительный мусор и некоторые виды твердых промышленных отходов, не обладающие токсичными и радиоактивными свойствами. При обращении с ПБО на территории предприятия структурным подразделениям необходимо соблюдать следующие требования:

- площадки для временного хранения прокатных валков должны быть бетонированы или асфальтированы и оборудованы стандартными контейнерами, удобными для подъезда спецавтотранспорта;
- площадки для временного хранения для прокатных валков должны быть около стоящего здания;
- контейнеры для утилизации прокатных валков должны быть промаркированы и оборудованы крышками;
- структурные подразделения должны обеспечить своевременный вывоз контейнеров;
- не допускать сжигания отходов в контейнерах [18].

В случае, если отходы, подлежащие вывозу на полигон, загрязнены нефтепродуктами необходимо выполнить следующее:

- разработать СОП (стандартно-операционная процедура);
- подготовить специальную емкость (поддон) для сбора нефтепродуктов;
- подготовить площадку для проведения работ по очистке, пропарке образованного загрязненного нефтепродуктами отхода;
- очистить или провести пропарку загрязненных нефтепродуктами отходов;
- вывезти очищенные от нефтепродуктов, обезвреженные отходы на полигон ПБО.

При вывозе водителю выдается талон на вывоз с обязательной отметкой в путевом листе количества рейсов. Автотранспорт, привлекаемый к вывозу проходит обязательное

провешивание (порожний и груженный). Талон с отметкой о провеске изымается сотрудниками охранного подразделения при выезде с территории предприятия.

На полигоне водитель в обязательном порядке получает талон на каждый выполненный рейс.

Талоны с полигона хранятся в структурном подразделении у ответственного лица за вывоз в течение одного года.

В каждом структурном подразделении из числа специалистов, распоряжением по цеху, назначаются лица, ответственные за учет, хранение, удаление отходов по принадлежности и ответственный за ведение журнала «Учет образования и движения отходов» [19].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во всем цивилизованном мире качество, во многом определяющее конкурентоспособность, является стратегической коммерческой составляющей любого производства, поэтому ему должно уделяться приоритетное внимание на всех уровнях управления.

По итогам написания ВКР:

- проанализирована статистика валков, выходящих из строя после УЗК ручным методом;
- изучены виды дефектов на прокатных валках;
- изучен акустический метод неразрушающего контроля;
- изучен вихретоковый метод неразрушающего контроля;
- изучен комбинированный метод неразрушающего контроля
- посчитаны экономические аспекты окупаемости;
- предложено внедрить автоматическую комбинированную систему.

Таким образом, управление качеством на предприятии – это деятельность по обеспечению проектирования, изготовления и реализации товаров, обладающих достаточно высокой степенью полезности и удовлетворяющих запросы потребителя.

Для совершенствования деятельности предприятия необходимо уделить особое внимание на прокатные валки, ведь именно они являются «слабым звеном» в производственном процессе. После анализа всего жизненного цикла валка, методов дефектоскопии рекомендуется использовать автоматизированный комбинированный метод неразрушающего контроля с ультразвуковым и вихретоковым датчиками.

Можно сделать вывод, что ручной метод неразрушающего контроля имеет свои минусы и не совершенен. После внедрения комбинированной системы автоматического контроля качества прокатных валков, данная система позволит сократить время, исключить человеческий фактор, который играет важную роль в дефектоскопии. Благодаря данной диагностике мы можем с точностью 99% обнаружить дефект, и вовремя предотвратить полную остановку стана в случае аварии. Установка, настройка и замена ультразвуковых преобразователей производится в течении нескольких минут без разборки и снятия всего механического узла.

Применение установок комбинированной системы на металлургических предприятиях позволит:

- быстро выполнять первоначальный паспорт валко;
- своевременно обнаруживать дефекты и проводить контроль валка в процессе

эксплуатации;

- уменьшить количество случайных повреждений валков;
- увеличить количество повторных прокаток рабочих валков.

В зависимости от модели срок окупаемости автоматизированной системы контроля прокатных валков составляет от 24 до 36 месяцев [20].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кострикова А.А. Неразрушающий контроль в производственном процессе подготовки прокатных валков станов плоского проката // Ресурсосберегающие технологии в контроле, управлении качеством и безопасности: сборник научных трудов XI Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых «Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее» / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2023. – 124 с.
2. Главная страница / Официальный сайт АО «Арселормиттал Темиртау». – [М.], 2021. – URL: <https://www.arcelormittal.kz/> (дата обращения: 20.04.2023).
3. Политика в области качества АО «АрселорМиттал Темиртау». Утверждено генеральным директором АО «АрселорМиттал Темиртау» Биджу Наиром от 17.01.2020.
4. Главная страница / Официальный сайт АО «Арселормиттал Темиртау». – [М.], 2021. – URL: <https://www.arcelormittal.kz/index.php?id=337> (дата обращения: 20.04.2023).
5. АКАДЕМИК / Словари и энциклопедии на Академике – 2000-2023. – URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/481050> (дата обращения: 25.04.2023).
6. Кострикова, А. А. Неразрушающий контроль в производственном процессе подготовки прокатных валков станов плоского проката / А.А. Кострикова // ИННОВАТИКА-2022, сборник материалов XVIII Международной школыконференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2022. – С. 288 – 291.
7. Винокуров, О.В. Система менеджмента качества подготовка и учет стойкости прокатных валков стана 1700 ГП № 1. Технологическая инструкция. ТИ ПГ-03-2013 (Взамен ТИ ПГ-03-2008) г. Темиртау 2021г. / О.В. Винокуров, А.В. Дьяков.
8. Вдовин К.Н. Качество изготовление и эксплуатации прокатных валков с точки зрения принципов стандартов ISO 9000 // Вестник Магнитогорского Государственного Технического Университета им. Г.И. Носова. 2009. С 32-34. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11752087> (дата обращения: 18.05.2023).
9. Виды износа и разрушений валков // Московский Государственный Технический университет Им. Н.Э. Баумана. 2011. – URL: <https://mybiblioteka.su/7-47708.html> (дата обращения: 18.05.2023).
10. Давыдов А.В. Освоение установки для закалки прокатных валков / А.В. Давыдов, К.Н. Вдовин, М.А. Карамельщиков, Р.В. Попова // Теория и технология литейного

производства: Межрегион. сб. науч. тр. / Под ред. В.М. Колокольцева – Магнитогорск: МГТУ, 2007. – С. 132–135.

11. Коробейник В.В., Рудюк С.И., Спирина С.В. и др. – Литейное производство 1978 №1, с. 26-27.

12. ГОСТ 18353-79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов: Межгосударственный стандарт: дата введения 1980-07-01. – М.: Стандартиформ, 1979.

13. Методы неразрушающего контроля. – Текст: электронный // Научно-технический центр «Эксперт». Неразрушающий контроль: [сайт]. – URL: <https://ntcexpert.ru/953-metody-nerazrushayushchego-kontrolya> (дата обращения: 25.05.2023).

14. Библиофонд / Элеватор трубный ЭТАП повышенной надежности – 2012. – URL: <tps://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=580934#2>.

15. Давыдов А.В. Неразрушающий контроль качества прокатных валков/ Давыдов А.В. // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. Курск, 2009. – Вып. 8 – С 131–132.

16. Давыдов А.В. Повышение качества станов холодной прокатки на основе совершенствования технологии их термической обработки // Диссертация. Курск, 2009. – С 131–132.

17. Кострикова, А. А. Неразрушающий контроль в производственном процессе подготовки прокатных валков станов плоского проката / А.А. Кострикова // ИННОВАТИКА-2022, сборник материалов XVIII Международной школыконференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2022. – С. 288 – 291.

18. Габитов И.М., Гельманова З.С. – Процедура управления отходами производства и потребления. – Уфа, 2021. – С 250-258.

19. Автоматизированные установки контроля валков прокатных станов в процессе их эксплуатации. – Текст: электронный // ООО «НПФ «Demas»: [сайт]. – URL: <https://npfdemas.ru/avtomatizirovannye-ustanovki-kontrolya-valkov-prokatnykhstanov-v-processe-ikh-ehkspluatacii> (дата обращения: 30.05.2023).

20. Кострикова А.А. Комбинированная система контроля как фактор увеличения работоспособности прокатных валков // V Международный форум «Интеллектуальные системы 4-й промышленной революции». – Томск, 2022. – С. 7 – 9.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Политика в области качества

ПОЛИТИКА В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА

АО «АрселорМиттал Темиртау»

АО «АрселорМиттал Темиртау» применяет усилия:

- По производству продукции при минимальных затратах, отвечающей требованиям и ожиданиям потребителей по качеству и по доставке при конкурентоспособной цене.
- По непрерывному улучшению качества поступающего сырья, технологических материалов, оборудования и технологических процессов.
- По выполнению и реализации инвестиционных проектов, направленных на развитие инфраструктуры комбината, с целью расширения ассортимента и повышения качества продукции, а так же снижения издержек производства.
- По осуществлению вышеуказанных целей при соблюдении безопасности труда и охраны окружающей среды.
- По постоянному улучшению системы менеджмента качества с целью повышения удовлетворенности потребителей и других заинтересованных сторон.

ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛИТИКИ

Реализация основных направлений Политики в области качества осуществляется за счет:

- Постоянного совершенствования действующей системы менеджмента качества на базе МС ИСО 9001 и её постепенной интеграции с требованиями МС ИСО 14001 и OHSAS 18001;
- Технической поддержки потребителей по вопросам ассортимента, технологии и областей применения продукции;
- Серьезного внимания, уделяемого сервисному обслуживанию, а именно, обеспечению своевременной доставки продукции в соответствии с запросами потребителей;
- Организации работы по качеству с регламентированной ответственностью и полномочиями каждого работника;
- Оптимизации технологических процессов и внедрения новых прогрессивных технологий при наименьших затратах;
- Технического перевооружения производства и модернизации действующего оборудования;
- Внедрения современных средств автоматизации производства и контроля качества;
- Управления проектами, включая деятельность по оценке технических решений, инженерингу, проектированию, контролю и оказанию технической помощи;
- Использования при разработке и реализации проектов современного оборудования и прогрессивных методов работ для достижения оптимального качества, своевременности и минимальных затрат;
- Систематического обучения, повышения квалификации и компетентности кадров;
- Обеспечения безопасных условий труда и социальных гарантий каждому работнику;
- Разработки прогрессивных финансовых методов для поддержки и поощрения улучшения деятельности;
- Мотивации трудового коллектива АО «АрселорМиттал Темиртау» за качество продукции.

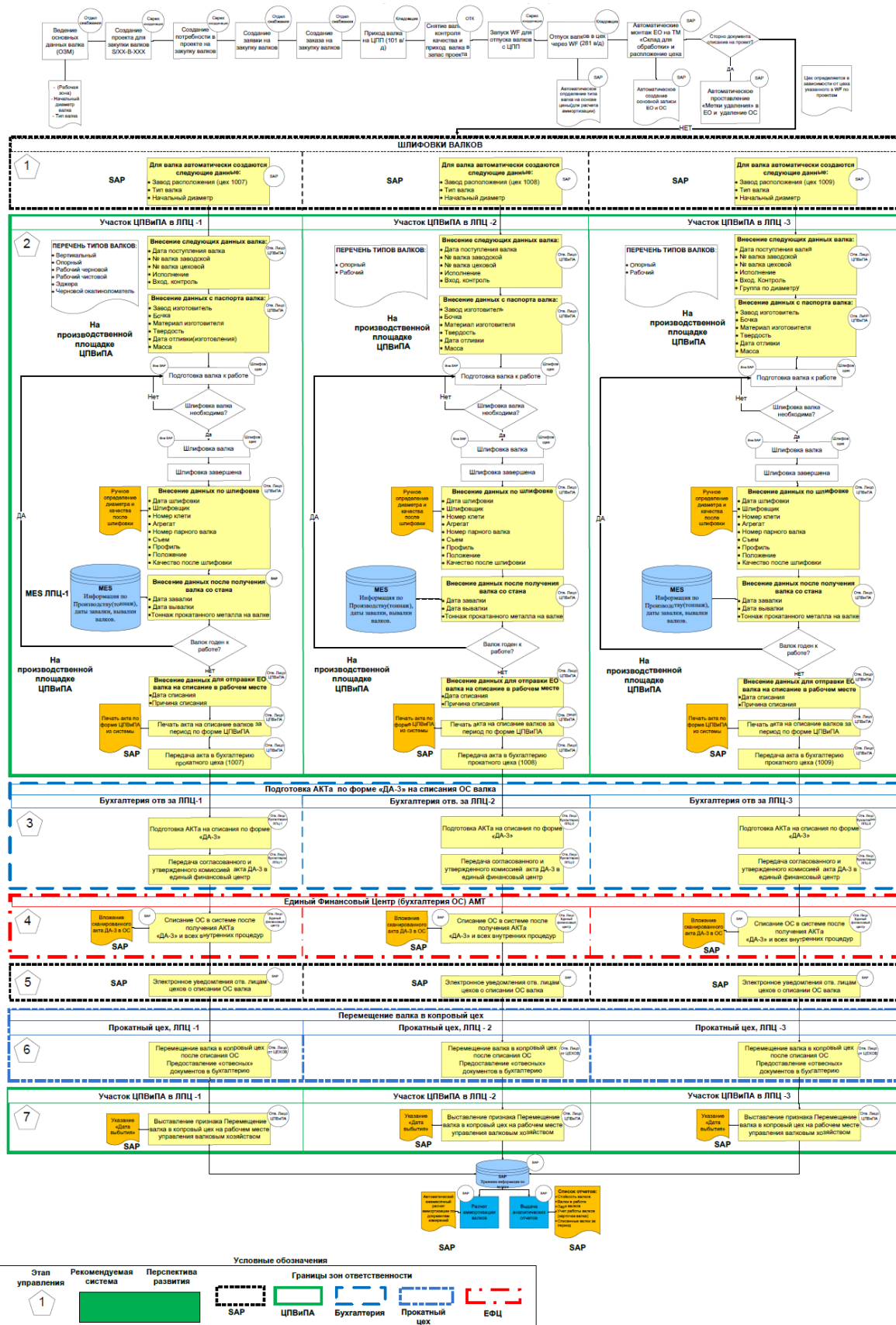
Руководство АО «АрселорМиттал Темиртау» берет на себя ответственность за реализацию Политики в области качества и принимает обязательство постоянно повышать эффективность системы менеджмента качества.

Каждый работник АО «АрселорМиттал Темиртау» знает свои полномочия и ответственность в области качества.

Генеральный директор
АО «АрселорМиттал Темиртау»


12.1.2010
Билалу Наир

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Управление валковым хозяйством



ПРИЛОЖЕНИЕ В

ПТИ «Пеленг 115»

7 Проведение контроля

7.1 Валки прозвучиваются прямым преобразователем с торцевой и боковой поверхности, а также наклонным преобразователем с боковой поверхности в двух направлениях, перпендикулярных образующей (хордовое прозвучивание).

7.2 Контроль качества валков проводится эхо-импульсным методом по совмещённой, или отдельно-совмещённой схемам. При настройке чувствительности дефектоскопа необходимо оценить степень ослабления ультразвука в контролируемом изделии.

7.3 Сканирование проводить по трем образующим поверхностям бочки и шеек.

7.4 Шаг при сканировании в продольном направлении должен быть не более 0,5 размера пьезопластины в направлении шага сканирования.

8 Требования безопасности труда

8.1 При работе с ультразвуковыми приборами должны соблюдаться «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ТИ ПГ-03-2013

5 Эксплуатация валков

5.1 В эксплуатации постоянно должно находиться не менее 6 комплектов рабочих валков чистовой группы, 3 комплектов рабочих валков черновой группы и 2.5 комплектов опорных валков.

5.2 Режим разогрева валков проводится в соответствии с таблицей 7.

5.3 Не допускается нагрев рабочих валков чистовой группы в процессе прокатки выше 85 °С.

5.4 При аварийных остановках стана длительностью свыше двух часов режим разогрева должен быть таким же, как и при завалке холодных валков.

5.5 Подача воды по клетям производится с увеличенным расходом на клетки N 6-9 до 1300 м³/час на клетки N 10-12 - 900 м³/час, с распределением объема воды на вход и выход полосы из клетки в соотношении 1/3 и 2/3, соответственно, от общего расхода воды на клеть

Температура воды, подаваемой на охлаждение валков в зимний период (октябрь - март) не должна превышать 35 °С, в летний период (апрель - сентябрь) – 30 °С, давление воды не менее 4 ат.

5.6 Подача воды для охлаждения валков производится только после пуска стана и прекращается при его остановке.

5.7 Оператор стана и вальцовщик в течение всего периода работы обязаны внимательно следить за качеством охлаждения валков в соответствии с инструкцией ПТИ ПГ-15-2010.

5.8 При застревании полосы в валках, во избежание образования сетки разгара или трещин, разводить валки следует только после прекращения подачи охлаждающей воды.

5.9 Время и причина любой перевалки валков должны быть указаны в журнале сменных мастеров производства и в журнале перевалок.

5.10 Периодичность перевалок валков для различных клетей стана 1700 горячей прокатки приведена в таблице 8.

5.10.1 При парной эксплуатации в клетях опорных валков с содержанием хрома 3-5 % производить их перевалку в клетях № 12 через 100 тыс. т. проката, в клетях №№ 6-11 – через 145 тыс. т.

При одновременной эксплуатации в клетях №№ 6-12 опорных валков с содержанием хрома менее 3 % и с содержанием хрома 3-5 % их перевалку производ...



АНТИПЛАГИАТ
ОБНАРУЖЕНИЕ ЗАИМСТВОВАНИЙ

СПРАВКА

Томский Государственный Университет

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

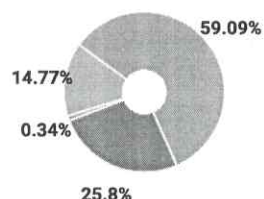
ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНА В СИСТЕМЕ АНТИПЛАГИАТ.ВУЗ

Автор работы: Кострикова Анастасия Андреевна
Самоцитирование
рассчитано для: Кострикова Анастасия Андреевна
Название работы: Кострикова А.А. Внедрение системы качества на основе неразрушающего контроля
Тип работы: Выпускная квалификационная работа
Подразделение: Факультет инновационных технологий

РЕЗУЛЬТАТЫ

СОВПАДЕНИЯ	25.8%
ОРИГИНАЛЬНОСТЬ	59.09%
ЦИТИРОВАНИЯ	0.34%
САМОЦИТИРОВАНИЯ	14.77%

ДАТА ПОСЛЕДНЕЙ ПРОВЕРКИ: 22.06.2023



Структура документа:
Модули поиска:

Проверенные разделы: основная часть с.3-52, 55

ИПС Адилет; Библиография; Сводная коллекция ЭБС; Интернет Плюс*; Сводная коллекция РГБ; Цитирование; Переводные заимствования (RuEn); Переводные заимствования по eLIBRARY.RU (EnRu); Переводные заимствования по коллекции Гарант: аналитика; Переводные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте; Переводные заимствования по Интернету (EnRu); Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте; Переводные заимствования издательства Wiley ; eLIBRARY.RU; СПС ГАРАНТ: аналитика; СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация; Медицина; Диссертации НББ; Коллекция НБУ; Перефразирования по eLIBRARY.RU; Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика; Перефразирования по Интернету; Перефразирования по Интернету (EN); Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте; Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте; Перефразирования по коллекции

Работу проверил: Долгая Дарья Александровна

ФИО проверяющего

Дата подписи:

22.06.2023

Подпись проверяющего



Чтобы убедиться
в подлинности справки, используйте QR-код,
который содержит ссылку на отчет.

Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.

Отчет о проверке на заимствования №1



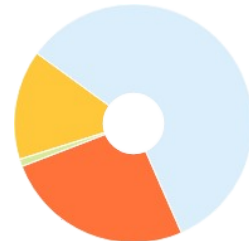
Автор: Кострикова Анастасия Андреевна
Проверяющий: Долгая Дарья Александровна
Организация: Томский Государственный Университет
Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://tsu.antiplagiat.ru>

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 542
Начало загрузки: 22.06.2023 14:16:35
Длительность загрузки: 00:00:09
Имя исходного файла: Кострикова А.А.
Внедрение системы качества на основе неразрушающего контроля.docx
Название документа: Кострикова А.А.
Внедрение системы качества на основе неразрушающего контроля
Размер текста: 76 кБ
Тип документа: Выпускная квалификационная работа
Символов в тексте: 77492
Слов в тексте: 9022
Число предложений: 525

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Начало проверки: 22.06.2023 14:16:45
Длительность проверки: 00:01:40
Комментарии: не указано
Поиск с учетом редактирования: да
Проверенные разделы: основная часть с. 3-52,55
Модули поиска: ИПС Адилет, Библиография, Сводная коллекция ЭБС, Интернет Плюс*, Сводная коллекция РГБ, Цитирование, Переводные заимствования (RuEn), Переводные заимствования по eLIBRARY.RU (EnRu), Переводные заимствования по коллекции Гарант: аналитика, Переводные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте, Переводные заимствования по Интернету (EnRu), Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте, Переводные заимствования издательства Wiley, eLIBRARY.RU, СПС ГАРАНТ: аналитика, СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация, Медицина, Диссертации НББ, Коллекция НБУ, Перефразирования по eLIBRARY.RU, Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика, Перефразирования по Интернету, Перефразирования по Интернету (EN), Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте, Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте, Перефразирования по коллекции издательства Wiley, Патенты СССР, РФ, СНГ, СМИ России и СНГ, Шаблонные фразы, Модуль поиска "tsu", Кольцо вузов, Издательство Wiley, Переводные заимствования



СОВПАДЕНИЯ	САМОЦИТИРОВАНИЯ	ЦИТИРОВАНИЯ	ОРИГИНАЛЬНОСТЬ
25,8%	14,77%	0,34%	59,09%

Совпадения — фрагменты проверяемого текста, полностью или частично сходные с найденными источниками, за исключением фрагментов, которые система отнесла к цитированию или самоцитированию. Показатель «Совпадения» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к совпадениям, в общем объеме текста.

Самоцитирования — фрагменты проверяемого текста, совпадающие или почти совпадающие с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа. Показатель «Самоцитирования» — это доля фрагментов текста, отнесенных к самоцитированию, в общем объеме текста.

Цитирования — фрагменты проверяемого текста, которые не являются авторскими, но которые система отнесла к корректно оформленным. К цитированиям относятся также шаблонные фразы; библиография; фрагменты текста, найденные модулем поиска «СПС Гарант: нормативно-правовая документация». Показатель «Цитирования» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к цитированию, в общем объеме текста.

Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.

Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.

Оригинальный текст — фрагменты проверяемого текста, не обнаруженные ни в одном источнике и не отмеченные ни одним из модулей поиска. Показатель «Оригинальность» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к оригинальному тексту, в общем объеме текста.

«Совпадения», «Цитирования», «Самоцитирования», «Оригинальность» являются отдельными показателями, отображаются в процентах и в сумме дают 100%, что соответствует полному тексту проверяемого документа.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые совпадения проверяемого документа с проиндексированными в системе источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности совпадений или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в тексте	Доля в отчете	Источник	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте	Комментарии
[01]	9%	8,44%	НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ В ПР... https://elibrary.ru	19 Apr 2023	eLIBRARY.RU	8	9	
[02]	6,52%	0,01%	Виды износа и разрушений валков http://mybiblioteka.su	раньше 2011	Интернет Плюс*	1	15	
[03]	6,5%	4,43%	Виды износа и разрушений валков http://mybiblioteka.su	05 Янв 2017	Перефразирования по Интернету	4	6	
[04]	6,5%	0%	Виды износа и разрушений валков https://mybiblioteka.su	21 Июн 2022	Интернет Плюс*	0	15	
[05]	6,5%	0%	Виды износа и разрушений валков https://mybiblioteka.su	05 Июн 2023	Интернет Плюс*	0	15	
[06]	6,5%	0%	Виды износа и разрушений валков https://mybiblioteka.su	17 Окт 2021	Интернет Плюс*	0	15	
[07]	6,47%	0,21%	Виды износа и разрушений валков https://mybiblioteka.su	21 Июн 2022	Интернет Плюс*	1	12	
[08]	6,47%	0%	Виды износа и разрушений валков https://mybiblioteka.su	17 Окт 2021	Интернет Плюс*	0	12	
[09]	6,1%	5,17%	КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОН... https://elibrary.ru	19 Apr 2023	eLIBRARY.RU	10	13	

[10]	5,24%	0,03%	https://fit.tsu.ru/sites/default/files/files/... https://fit.tsu.ru	20 Мая 2023	Интернет Плюс*	1	18
[11]	3,65%	0,14%	Давыдов, Алексей Владимирович дис... http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Сводная коллекция РГБ	1	10
[12]	3,48%	2,1%	тылкин м.а. справочник термиста ре... http://inethub.olvi.net.ua	07 Янв 2017	Перефразирования по Интернету	2	3
[13]	3,48%	0%	тылкин м.а. справочник термиста ре... http://inethub.olvi.net.ua	08 Янв 2017	Перефразирования по Интернету	0	3
[14]	3,36%	3,36%	Способ классификации дефектов и вы... http://bankpatentov.ru	25 Июн 2015	Патенты СССР, РФ, СНГ	4	4
[15]	3,36%	0%	Способ классификации дефектов и вы... http://findpatent.ru	25 Июн 2015	Патенты СССР, РФ, СНГ	0	4
[16]	3,36%	0%	Способ классификации дефектов и вы... https://findpatent.ru	22 Июн 2023	Интернет Плюс*	0	4
[17]	3,36%	0%	Способ классификации дефектов и вы... https://findpatent.ru	16 Окт 2022	Интернет Плюс*	0	4
[18]	3,35%	0%	способ классификации дефектов и вы... http://freepatent.ru	05 Июн 2023	Интернет Плюс*	0	5
[19]	2,77%	0%	Влияние материала прокатных валко... http://knowledge.allbest.ru	29 Янв 2017	Перефразирования по Интернету	0	3
[20]	2,77%	0%	Влияние материала прокатных валко... http://referat-sochinenie.ru	30 Янв 2017	Перефразирования по Интернету	0	3
[21]	2,77%	0%	Влияние материала прокатных валко... http://coolreferat.com	17 Окт 2021	Интернет Плюс*	0	3
[22]	2,77%	0%	Скачать https://referat.ru	17 Окт 2021	Интернет Плюс*	0	3
[23]	2,77%	0%	28_53_192_0_0.600_90368323 Влияние ... http://referatwork.ru	22 Мая 2023	Интернет Плюс*	0	3
[24]	2,77%	0%	Способы изготовления валков, Прич... https://studbooks.net	05 Июн 2023	Интернет Плюс*	0	3
[25]	2,48%	1,38%	Качество изготовления и эксплуатац... http://elibrary.ru	раньше 2011	Перефразирования по eLIBRARY.RU	3	6
[26]	2,46%	1,14%	Качество изготовления и эксплуатац... http://elibrary.ru	раньше 2011	eLIBRARY.RU	3	7
[27]	2,45%	0%	тылкин м.а. справочник термиста ре... http://inethub.olvi.net.ua	22 Апр 2014	Интернет Плюс*	0	21
[28]	2,44%	0%	Гост 56542 виды методы неразрушаю... https://sert-service.ru	15 Дек 2022	Интернет Плюс*	0	2
[29]	2,44%	0%	Методы неразрушающего контроля ... https://geo-ndt.ru	30 Ноя 2020	Интернет Плюс*	0	2
[30]	2,43%	0,14%	Контроль материалов https://center-yf.ru	22 Авг 2019	Интернет Плюс*	1	3
[31]	2,43%	0%	Контроль материалов https://center-yf.ru	12 Дек 2020	Интернет Плюс*	0	3
[32]	2,3%	2,03%	ГавриловM.pdf	18 Июн 2017	Кольцо вузов	1	2
[33]	2,15%	0%	Качество изготовления и эксплуатац... https://cyberleninka.ru	05 Июн 2023	Интернет Плюс*	0	11
[34]	1,98%	0,02%	Обзор методов обнаружения механи... http://elibrary.ru	28 Авг 2014	Перефразирования по eLIBRARY.RU	1	3
[35]	1,98%	0%	Методика оценки качества прокатны... http://jurnal.org	26 Фев 2022	Интернет Плюс*	0	13
[36]	1,98%	0%	Методика оценки качества прокатны... http://jurnal.org	21 Окт 2022	Интернет Плюс*	0	13
[37]	1,97%	0%	Егорова, Людмила Геннадьевна диссе... http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Сводная коллекция РГБ	0	6
[38]	1,81%	1,81%	Процедура управления отходами про... https://elibrary.ru	31 Дек 2021	eLIBRARY.RU	6	6
[39]	1,8%	0%	Стародубов, Дмитрий Николаевич ди... http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Сводная коллекция РГБ	0	3
[40]	1,8%	0%	Разработка мероприятий промысле...	22 Мая 2014	Кольцо вузов	0	2
[41]	1,8%	1,16%	НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ В ПР... https://elibrary.ru	26 Окт 2022	eLIBRARY.RU	3	6
[42]	1,78%	0%	Обзор методов обнаружения механи... http://elibrary.ru	28 Авг 2014	eLIBRARY.RU	0	3
[43]	1,75%	0%	Методика оценки качества прокатны... https://otherreferats.allbest.ru	28 Ноя 2022	Интернет Плюс*	0	9
[44]	1,75%	0%	Методика оценки качества прокатны... http://jurnal.org	18 Июн 2021	Интернет Плюс*	0	9
[45]	1,67%	0%	Лузина, Наталья Петровна диссертаци... http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Сводная коллекция РГБ	0	2
[46]	1,44%	1,16%	Элеватор трубный ЭТА-П повышенно... http://bibliofond.ru	01 Янв 2017	Перефразирования по Интернету	1	2
[47]	1,44%	1,44%	Сталеплавильное производство — М... http://megalektsii.ru	08 Июл 2017	Интернет Плюс*	8	8
[48]	1,44%	0%	Оптимальный маршрут перевозки ст... https://bibliofond.ru	12 Мар 2021	Интернет Плюс*	0	8
[49]	1,42%	0,04%	Курсовая работа на тему "Оптимал... https://nauchniestati.ru	04 Июн 2021	Интернет Плюс*	1	8
[50]	1,35%	0%	Трантина, Снежана Владимировна Ра... http://dlib.rsl.ru	01 Фев 2013	Сводная коллекция РГБ	0	2
[51]	1,29%	0,87%	Министерство образования и науки Р... http://tfolio.ru	30 Янв 2017	Перефразирования по Интернету	3	3
[52]	1,27%	0%	Курсовая работа на тему «Оптимальн... https://bank.nauchniestati.ru	03 Июн 2022	Интернет Плюс*	0	7

[53]	1,25%	1,25%	http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/servic... http://vital.lib.tsu.ru	24 Янв 2020	Интернет Плюс*	6	6	
[54]	1,07%	0%	Формообразующий инструмент : уче... http://bibliorossica.com	раньше 2011	Сводная коллекция ЭБС	0	4	
[55]	1,07%	0%	Проектирование и технология изгото... http://bibliorossica.com	раньше 2011	Сводная коллекция ЭБС	0	4	
[56]	1,07%	0%	В. Р. Каргин, С. Ф. Тлустенко, Ю. С. Гор... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2007	Сводная коллекция РГБ	0	4	
[57]	1,02%	0%	Общая характеристика научного стиля http://mydocx.ru	01 Янв 2017	Перефразирования по Интернету	0	2	
[58]	0,99%	0,59%	Ультразвуковая дефектоскопия сварн... https://msmetall.ru	05 Июн 2023	Интернет Плюс*	1	3	
[59]	0,99%	0%	Ультразвуковая дефектоскопия сварн... https://msmetall.ru	16 Окт 2022	Интернет Плюс*	0	3	
[60]	0,99%	0%	Характер разрушения инструмента https://studfiles.net	16 Июн 2019	Интернет Плюс*	0	8	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[61]	0,99%	0%	Неразрушающий контроль и диагно... http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Медицина	0	4	
[62]	0,98%	0,4%	Ультразвуковые дефектоскопы для н... https://ncontrol.ru	17 Фев 2021	Интернет Плюс*	1	3	
[63]	0,97%	0,97%	ДЕФЕКТЫ ПРОДУКЦИИ И ИХ ОБНАРУ... https://vactron.ru	31 Мая 2021	Интернет Плюс*	1	1	
[64]	0,97%	0%	ДЕФЕКТЫ ПРОДУКЦИИ И ИХ ОБНАРУ... https://vactron.ru	23 Июн 2022	Интернет Плюс*	0	1	
[65]	0,97%	0%	ДЕФЕКТЫ ПРОДУКЦИИ И ИХ ОБНАРУ... https://vactron.ru	17 Июн 2021	Интернет Плюс*	0	1	
[66]	0,96%	0%	Неразрушающий контроль и диагно... https://e.lanbook.com	20 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	0	2	
[67]	0,96%	0%	В. М. Ушаков Незрушающий контр... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2006	Сводная коллекция РГБ	0	2	
[68]	0,92%	0,56%	Ультразвуковая дефектоскопия в эне... http://ibooks.ru	09 Дек 2016	Сводная коллекция ЭБС	1	3	
[69]	0,92%	0%	http://www.eurasiancommission.org/ru... http://eurasiancommission.org	26 Апр 2022	Интернет Плюс*	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[70]	0,92%	0%	http://www.eurasiancommission.org/ru... http://eurasiancommission.org	19 Янв 2022	Интернет Плюс*	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[71]	0,92%	0%	2021 ЭС УП Дашков, Ведерников Опо...	25 Ноя 2022	Кольцо вузов	0	1	
[72]	0,9%	0,66%	Менчугин, Александр Васильевич дис... http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Сводная коллекция РГБ	1	2	
[73]	0,83%	0%	АлиевАЭ_2022	15 Дек 2022	Кольцо вузов	0	2	
[74]	0,83%	0%	Назаров, Евгений Александрович дис... http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Сводная коллекция РГБ	0	2	
[75]	0,81%	0%	231523 http://biblioclub.ru	19 Апр 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	3	
[76]	0,77%	0,04%	Беспалова, Ольга Евгеньевна диссерт... http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Сводная коллекция РГБ	1	2	
[77]	0,72%	0%	Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 5... http://ivo.garant.ru	19 Мая 2020	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	0	3	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[78]	0,69%	0%	ПЗП41ВАГ, Пророкова О.Н., Организа...	06 Июн 2022	Кольцо вузов	0	2	
[79]	0,68%	0%	Обзор и анализ новейших методик и ... http://elibrary.ru	04 Авг 2016	eLIBRARY.RU	0	2	
[80]	0,66%	0,66%	Введение актуальность темы курсово... http://tvov.ru	17 Янв 2021	Интернет Плюс*	2	2	
[81]	0,65%	0%	Метод свободных колебаний для обн... https://book.ru	03 Июл 2017	Сводная коллекция ЭБС	0	1	
[82]	0,63%	0%	Пимнев, Алексей Леонидович диссерт... http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Сводная коллекция РГБ	0	1	
[83]	0,57%	0%	64771 http://e.lanbook.com	09 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	3	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[84]	0,56%	0%	Кухта, Юлия Борисовна диссертация http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Сводная коллекция РГБ	0	2	
[85]	0,54%	0%	В. В. Клюев [и др.]; под ред. В. В. Клюев... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2005	Сводная коллекция РГБ	0	3	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[86]	0,51%	0%	ГОСТ 18353-79 Контроль неразрушаю... https://docs.cntd.ru	26 Апр 2022	Интернет Плюс*	0	3	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[87]	0,49%	0%	rsl01006757339.txt http://dlib.rsl.ru	11 Июл 2017	Сводная коллекция РГБ	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[88]	0,46%	0%	Датчики http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Медицина	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[89]	0,45%	0%	Ремизов, Алексей Евгеньевич Повыш... http://dlib.rsl.ru	22 Авг 2019	Сводная коллекция РГБ	0	1	
[90]	0,39%	0%	ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ВАЛКОВ П... http://elibrary.ru	09 Окт 2005	Перефразирования по eLIBRARY.RU	0	1	

[91]	0,39%	0%	ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ... http://elibrary.ru	08 Окт 2018	ПЕРЕФРАЗИРОВАНИЯ ПО eLIBRARY.RU	0	1	
[92]	0,36%	0,36%	«Уралмашзавод» превысил плановые... http://finance.rambler.ru	03 Янв 2019	СМИ России и СНГ	1	1	
[93]	0,34%	0%	не указано	29 Сен 2022	Шаблонные фразы	0	8	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[94]	0,34%	0,34%	Приказ Федеральной службы по экол... http://ivo.garant.ru	17 Фев 2007	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	1	1	
[95]	0,33%	0%	Решение Арбитражного суда Красно... http://arbitr.garant.ru	05 Июн 2021	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[96]	0,32%	0%	Диссертация Купряшин С. И. О21АТПа...	09 Июн 2023	Кольцо вузов	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[97]	0,32%	0%	Техническая диагностика локомотивов http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Медицина	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[98]	0,3%	0%	Техническая диагностика вагонов. Ч.... http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Медицина	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[99]	0,3%	0%	Экономика предприятия http://ibooks.ru	09 Дек 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[100]	0,29%	0%	ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КО... https://elibrary.ru	31 Дек 2021	eLIBRARY.RU	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[101]	0,29%	0%	Перспективы развития в сфере нераз... http://elibrary.ru	10 Фев 2020	eLIBRARY.RU	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[102]	0,27%	0%	ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ... http://elibrary.ru	14 Сен 2015	ПЕРЕФРАЗИРОВАНИЯ ПО eLIBRARY.RU	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[103]	0,27%	0%	Техногенные воздействия на окружа... https://elibrary.ru	31 Дек 2021	eLIBRARY.RU	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[104]	0,26%	0%	Угольный департамент «АрселорМит... http://bnews.kz	24 Дек 2018	СМИ России и СНГ	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[105]	0,25%	0%	Отраслевой дорожный методический... http://ivo.garant.ru	14 Июн 2015	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[106]	0,24%	0%	181200_b-metl41_2022_1	09 Ноя 2022	Кольцо вузов	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[107]	0,24%	0%	ДанюкДА_20-ЗЭМ-МНЗ_38.04.02.docx	31 Янв 2023	Кольцо вузов	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[108]	0,24%	0%	http://www.tusur.ru/export/sites/ru.tusur.ru http://tusur.ru	08 Янв 2018	Переводные заимствования (RuEn)	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[109]	0,23%	0%	не указано	02 Авг 2022	ПЕРЕФРАЗИРОВАНИЯ ПО СПС ГАРАНТ: аналитика	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[110]	0,23%	0%	Контроль сварных соединений метод... http://elibrary.ru	05 Авг 2016	ПЕРЕФРАЗИРОВАНИЯ ПО eLIBRARY.RU	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[111]	0,22%	0%	В России ученые создали уникальные... http://moskva.bezformata.com	17 Авг 2019	СМИ России и СНГ	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[112]	0,22%	0%	Вислогузов на проверку_compressed....	15 Июн 2023	Кольцо вузов	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[113]	0,21%	0%	не указано	13 Янв 2022	Цитирование	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[114]	0,21%	0%	Ученые ТПУ разработали дефектоско... http://energyland.info	15 Авг 2022	СМИ России и СНГ	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[115]	0,21%	0%	Приказ Федеральной службы по экол... http://ivo.garant.ru	16 Июн 2014	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[116]	0,18%	0%	не указано	02 Авг 2022	СПС ГАРАНТ: аналитика	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[117]	0,18%	0%	Разработка методов оценки техничес... http://diss.natlib.uz	17 Июл 2021	Коллекция НБУ	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[118]	0,17%	0%	Сегодня состоялось совещание по ор... http://jjevs.k.bezformata.ru	10 Янв 2019	СМИ России и СНГ	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[119]	0,15%	0%	Апелляционное определение СК по г... http://arbitr.garant.ru	10 Авг 2019	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.

