

УДК 621.313.13

*Усачёв Дмитрий Алексеевич,  
студент 5 курса, факультета «Информационных  
технологий и электроники»  
Пензенский государственный университет  
Россия г. Пенза*

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА УСТАНОВКИ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ**

***Аннотация:** Выполнена модернизация электропривода установки нанесения защитного покрытия, целью которой является снижение уровня брака. Выполнено моделирование модернизированного электропривода с помощью программного обеспечения Matlab Simulink. Приведено необходимое оборудование для выполнения задачи, а также подсчитаны необходимые денежные средства и окупаемость проекта.*

***Ключевые слова:** электропривод рольганга; частотные преобразователи; система автоматизированного нанесения защитного покрытия.*

***Annotation:** The electric drive of the protective coating application unit has been upgraded, the purpose of which is to reduce the level of marriage. The simulation of the upgraded electric drive was performed using the Matlab Simulink software. The necessary equipment for the task is given, as well as the necessary funds and the payback of the project are calculated.*

***Keywords:** electric roller roller drive; frequency converters; automated protective coating system.*

## **Актуальность**

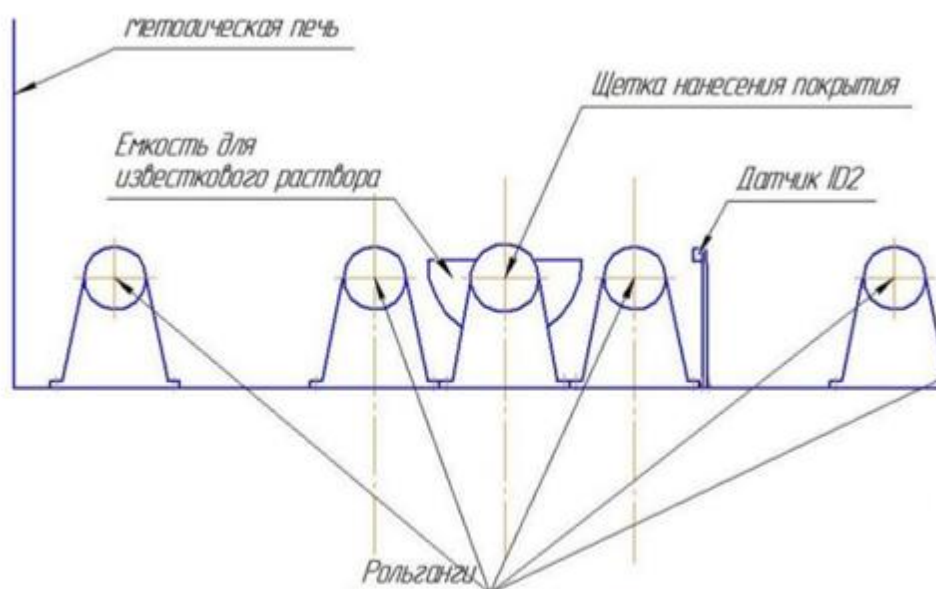
Актуальность работы обусловлена следующим: одной из серьезных проблем возникающих при использовании термических роликовых печей является налипание окалины на вращающихся роликах, осуществляющих перемещение листа внутри печи. Образование окалины происходит в основном за счет диффузии кислорода. При этом окалина имеет хорошее сцепление с металлом. Налипая на ролики при прохождении по ним листа, окалина образует на последнем деформации типа «вдав». Что приводит к браку листа, вплоть до полной его выбраковки, так как при деформации металла во время дальнейшей обработки, транспортировки или хранения окалина растрескивается и частично осыпается. При попадании в трещину влаги начинается коррозия контактного типа, которая имеет скорость, превышающей обычную атмосферную коррозию в несколько раз. Вся листовая продукция проходящая процесс термической обработки, поставляется на продажу. Потребителями являются компании, занимающиеся судостроением, мостостроением, машиностроением, производством сварных труб. Одним из основных требований является исключение механических повреждений на поверхности листовой продукции. Главной проблемой исключения данного типа брака является несовершенство конструкции роликовой печи. Так же актуальность темы обусловлена тем, что брак, данного типа присутствует на любом предприятии производящем листовую прокат, и исключение его на ЛПЦ АО «Уральская Сталь», позволит предприятию выйти на качественно новый уровень, что приведет к повышению конкурентоспособности в сегменте листового проката. Научная новизна предлагаемого технического решения заключается в разработанном алгоритме, позволяющем проводить нанесение защитного покрытия в полностью автоматизированном режиме с учётом времени прохождения заготовки по рольганг.

## Цель

Целью исследования является модернизация системы, позволившей значительно снизить уровень брака в прокатном производстве.

## Схема механизма

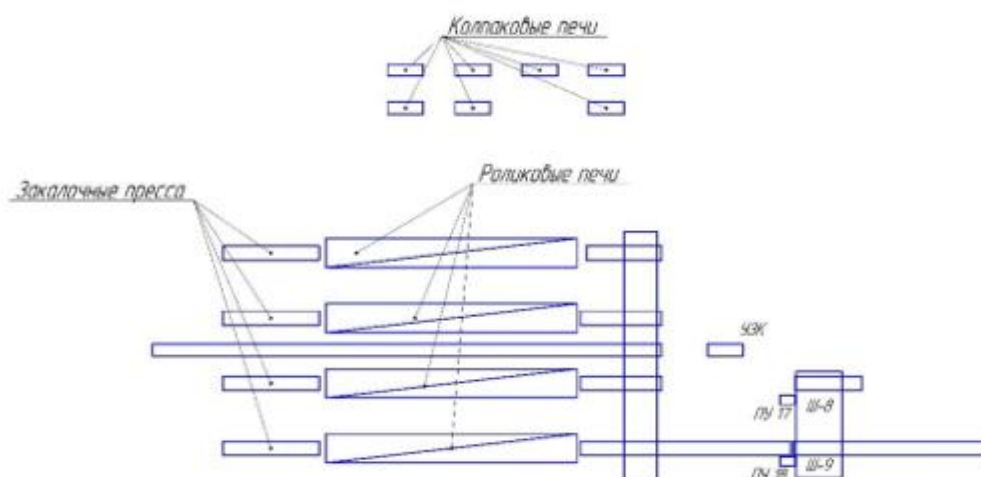
Функциональная схема механизма приведена на рисунке 1.1



**Рисунок. 1.1 – Функциональная схема механизма**

Термический участок, представленный на рисунке 1.2, играет важную роль в цикле производства стальных листов листопрокатного цеха. Задача

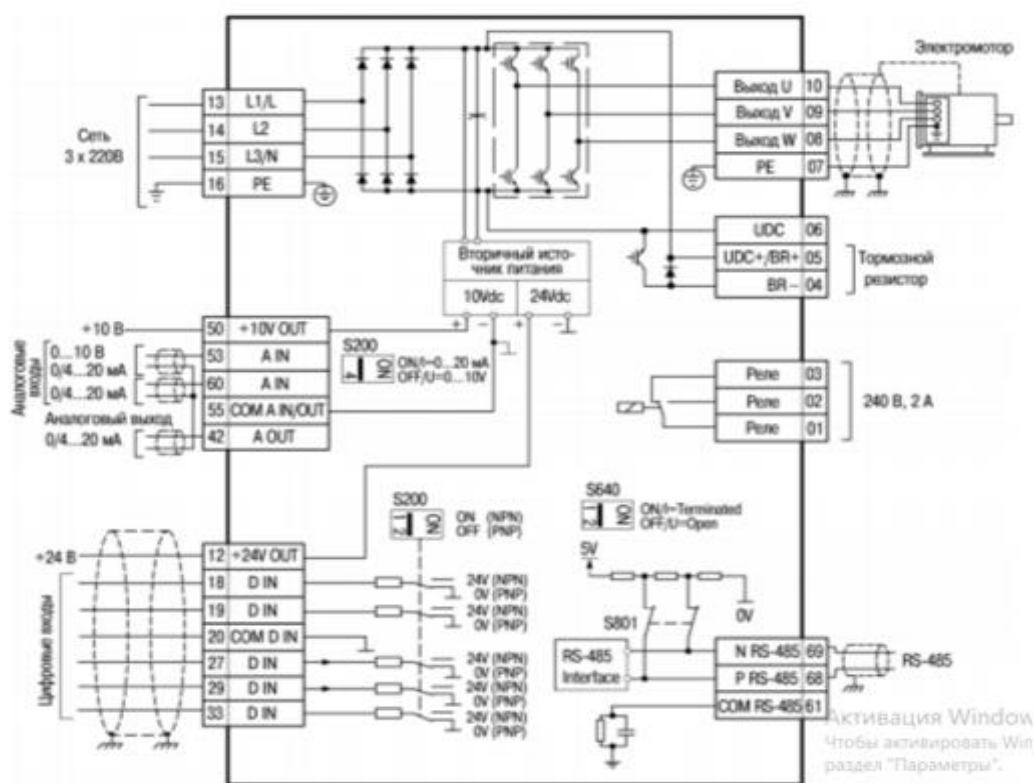
термического участка заключается в изменение свойств и структуры стали.



**Рисунок. 1.2 – Схема термического участка ЛПЦ**

### Модернизация

На рисунке 1.3 изображена схема подключения преобразователя частоты. Все клеммы для подсоединения кабелей управления расположены в клеммном отсеке, на передней панели ПЧВ, закрытом крышкой.



**Рисунок. 1.3 – Схема подключения преобразователя частоты**

Главная проблема при использовании этих печей для производства является деформация нижней поверхности листа, которая налипает на ролики окалиной. Модернизация данной установки представляет собой установку более нового и современного оборудования, то есть:

- установка нового двигателя;
- установка преобразователя частоты;
- автоматизация процесса нанесения защитного покрытия.

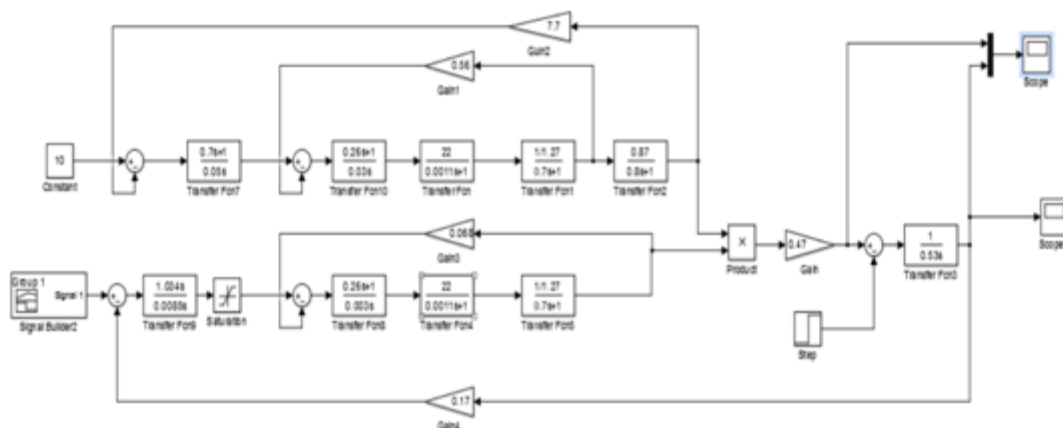
В настоящее время при управлении электропривода роллганга перед печью используется классическая релейно-контакторная схема оперативного управления, принципиальная электрическая схема. Выделяя основные недостатки действующей схемы нужно отметить следующее. При применении асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором главным недостатком является большое значение пусковых токов, и соответственно, пусковых моментов (в семь раз выше номинального). При получении ползучей (пониженной) скорости, используя метод введения ящиков сопротивлений в цепи статора (во все три фазы двигателя), электропривод работает на пониженном моменте, что приводит к увеличению скольжения двигателя, потерь в стали и нагреву обмоток двигателя. Также использование этого метода приводит к нагреву ящиков сопротивлений, что приводит к довольно частому их выходу из строя и дополнительным потерям энергии, которая выделяется в виде тепла от чугунных элементов ящиков [7].

Применение частотного регулирования позволяет получить плавный пуск и торможение электропривода, что приводит к точному позиционированию листа. Большое преимущество частотного регулирования – это возможность реализации высоких регулировочных свойств, не уступающих тиристорному электроприводу постоянного тока. Частотный контроль угловой скорости экономичен, поскольку управление двигателем совершается при небольших скольжениях. Помимо этого, в замкнутых системах можно управлять двигателем так, чтобы достичь минимума потерь в

нем либо минимума, потребляемого двигателем тока, потому что есть возможность регулировать напряжение в функции нагрузки [6]. Новый электропривод характеризуется установленным для регулирования скорости преобразователем частоты с векторным управлением. За счет него происходит экономия электроэнергии и и повышается надежность всей установки.

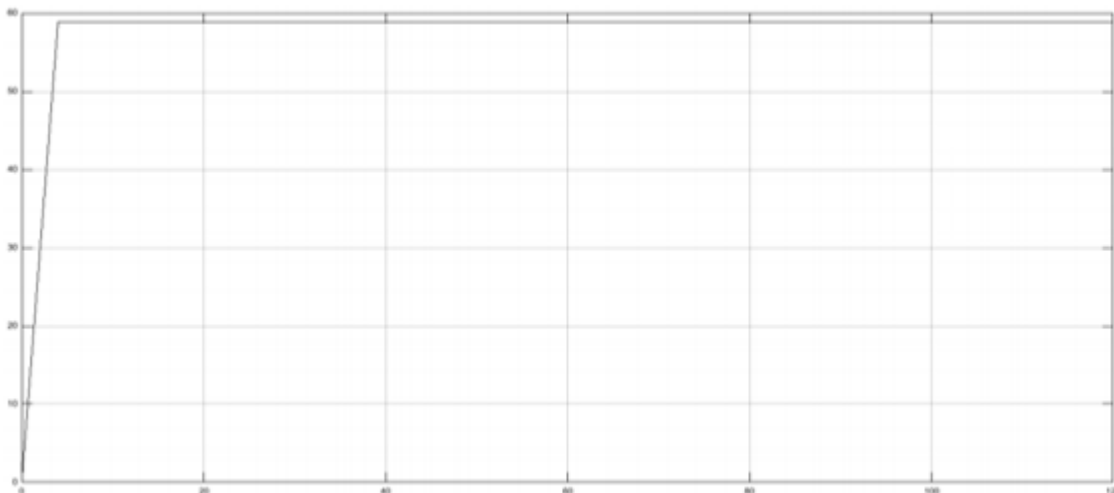
Универсальная линейка частотных преобразователей может использоваться для управления приводами на основе асинхронных двигателей в промышленности.

Модель упрощенной системы регулирования механизма загрузочного рольганга показана на рисунке 1.4

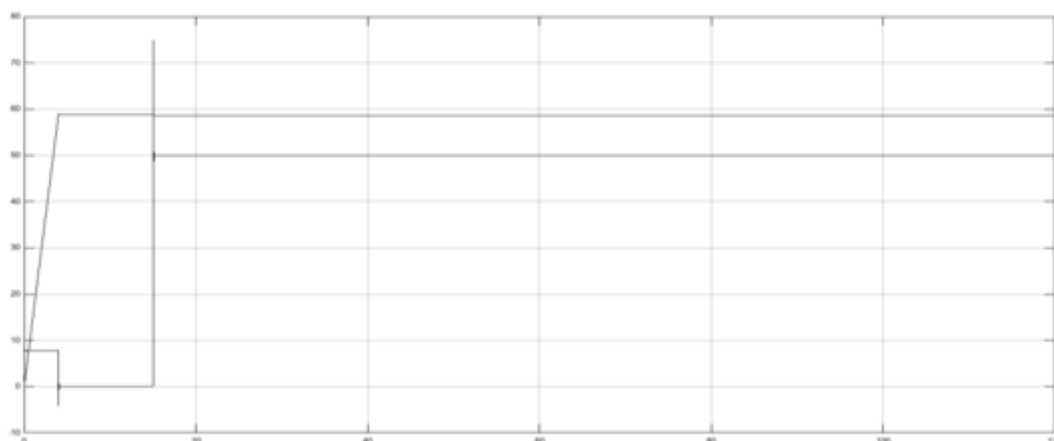


**Рисунок. 1.4 – Упрощенная математическая модель системы регулирования электропривода переменного тока для двигателя рольганга**

На рисунках 1.5 и 1.6 показаны сигналы на выходе без нагрузки и с приложенной нагрузкой соответственно.



**Рисунок. 1.5 – Сигнал на выходе упрощенной математической модели для двигателя рольганга**



**Рисунок. 1.6 – Сигнал на выходе упрощенной математической модели для двигателя рольганга с приложенной нагрузкой**

На рисунке 1.6 показано что, при приложении момента к двигателю, то есть когда лист кладут на загрузочный рольганг, электропривод полностью обрабатывает всю нагрузку. Точная настройка (параметрирование) преобразователей частоты для выбранных электродвигателей может проводиться на месте.

Установка перед входом листа в печь системы автоматизированного нанесения защитного покрытия на листовой прокат позволит значительно снизить вероятность возникновения таких деформаций. Алгоритм работы данной системы можно посмотреть на рисунке 1.7. Защитное покрытие выполняет функцию обмазки листа гашеной известью перед входом в печь. автоматизация процесса предполагает под собой:

- контроль выполнения последовательности действий;
- автоматическое включение и выключение устройства нанесения покрытия.



**Рисунок. 1.7 – Алгоритм работы системы нанесения защитного покрытия**

#### **Выводы:**

1. В проекте предусматриваются дополнительные капитальные затраты в сумме 1430,80 млн. руб., стоимость строительно-монтажных работ составит 1000,85 млн. руб. Предлагаемое техническое решение снижает



количество брака по методическим печам на 80%, брак по прокату на 75% состоит из брака по методическим печам. Предлагаемое техническое решение снижает объем расходов на передел на 40%. Срок окупаемости капитальных затрат равен- 5 лет

2. В данный момент на системе нанесения данного защитного покрытия используется примитивное оборудование для старых агрегатов, релейно-контакторные схемы. Данная схема имеет свои недостатки такие как, частое обслуживание, плохое срабатывание всех узлов агрегата механизма, в связи с этим появляется большое количество брака. Поэтому в данной работе предлагается установить более новое и современное оборудование которое требует более меньшего затрат времени на обслуживание и ремонт. Данное техническое решение влияет на себестоимость продукции посредством воздействия на снижение двух калькуляционных статей: количество брака и итого расходов по переделу [8]. В частности, внедрение предлагаемого решения по нанесению защитного покрытия в условиях листопрокатного цеха (ЛПЦ-1) АО «Уральская Сталь» позволит повысить выходного годного на 0,8% и снизит себестоимость продукции на 8,23 рубля/т. Таким образом, предлагаемое техническое решение является как актуальным, так и необходимым.

### **Список литературы:**

1. Андреев, В.В. Особенности и основные направления инвестиционной политики в металлургии во взаимосвязи с металлопотребляющими отраслями. Металлург. 2010. №9. М. 5 с.
2. Анучин А.С. Системы управления электроприводов. – М.: МЭИ, 2015. 373 с.
3. Драчев Г.И. Теория электропривода: Учебник пособие к курсовому проектированию. – Челябинск: ЮурГУ, 1998. 160 с.

4. Иванов И.Н., Бельгольский Б.П., Соломахин И.С. Технико-экономические расчеты по организации, планированию и управлению металлургическими предприятиями. – М.: Металлургия, 2007. 443 с.
5. Инструкция по использованию частотного преобразователя <https://owen.ru>
6. Кацман М.М. Электрические машины и электропривод автоматических устройств. – М.: Недра, 1989. 335 с.
7. Косматов В.И., Андросенко В.В. Проектирование тиристорных преобразователей. – Магнитогорск: МГТУ, 2002. 113 с.
8. Лифшиц А.Г. Себестоимость стали и пути её снижения. – М.: Металлургия, 1985. 64с.
9. Мальцева О.П., Удут Л.С., Кояин Н.В. Системы управления электроприводов. – Томск: ТПУ, 2007. 82 с.
10. Петухов С.В., Кришьянис М.В. Электропривод. – Архангельск: С(А)ФУ, 2015. 303 с.
11. Фотиев М.М. Электрооборудование прокатных и трубных цехов. – М.: Металлургия, 1995. 256 с.
12. Целиков А.И. Машины и агрегаты металлургических заводов. Том 1/А.И. Целиков П.И. Полухин, В.М. Гребенник и др. – М.: Металлургия, 1987. 440 с.
13. Электропривод типовых производственных механизмов: учеб. пособие для академического бакалавриата / Ю.Н. Дементьев, В.М. Завьялов, Н.В. Кояин, Л.С. Удут. – М.: Юрайт, 2018. 403 с.