

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Черкасов Степан Сергеевич



**Разработка и исследование взаимосвязанных электроприводов
непрерывных сортовых прокатных станов**

Направление подготовки

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

Никитина
Елена Николаевна

Проверено

21.06.2024 Зачтено Библиотека

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель

кандидат технических наук,
доцент кафедры Дерюжкова Нелли
Егоровна

Рецензент

кандидат технических наук,
Бакаев Виктор Викторович

Защита состоится «20» июня 2024 года в 09 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 104/3.

Автореферат разослан _____ 2024 г.

Секретарь ГЭК

А.В. Бузикаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы.

В настоящее время, с целью повышения конкурентной способности, перед каждым предприятием поставлены задачи по повышению качества и увеличения производительности, расширению сортамента готовой продукции, улучшению условий труда на основе применения современных достижений науки и техники, создания непрерывных, безотходных или малоотходных производственных процессов, полной механизации автоматизации технологических операций. Особое применение автоматическое управление нашло в металлургии. С помощью известных законов управления осуществляется плавление металла в электродуговых печах, разливка металла на машинах непрерывного литья заготовок, прокатка металла и т.д.

Одним из наиболее важных обстоятельств, влияющих на объем производства проката, является скорость прокатки. При увеличении скорости прокатки будет расти и способность предприятия к изготовлению большего количества продукции.

В связи с возросшими скоростями прокатки и повышенными требованиями к качеству продукции, в последнее время применяется автоматическое управление скоростным режимом прокатки. При этом наилучшие показатели по качеству выходной продукции и надежности работы имеют системы косвенного измерения и регулирования величины образуемой петли по изменяющимся энергосиловым параметрам привода предыдущей клетки. На практике опыт применения этих систем управления пока достаточно мал, поэтому существует спрос на разработку таких систем.

Цель работы.

Целью данной работы является разработка и исследование взаимосвязанных электроприводов непрерывных сортовых прокатных станов. Для этого необходимо выполнить следующие задачи:

1. Разработка частотно-регулируемого взаимосвязанного

электропривода клеток чистовой группы.

2. Расчёт мощности и выбор типа прокатных двигателей смежных клеток чистовой группы.

3. Разработка системы регулирования скорости взаимосвязанного электропривода смежных клеток чистовой группы.

4. Разработка системы регулирования скорости взаимосвязанного электропривода в режиме петлеобразования.

5. Разработка математической модели взаимосвязанного электропривода смежных клеток с учётом упругой деформации и связи через металл.

6. Исследование динамических характеристик с учётом упругой деформации и связи через металл.

Объектом исследования в работе выступает чистовая группа клеток мелкосортно-проволочного стана 320/150.

Методы исследований.

В качестве решения поставленных задач было выбран метод:

1. Моделирование в среде MatLab.

К защите предоставляются следующие основные положения:

1. Разработка системы частотно-регулируемого взаимосвязанного электропривода клеток чистовой группы.

2. Результаты исследования динамических характеристик системы частотно-регулируемого взаимосвязанного электропривода клеток чистовой группы.

3. Модель взаимосвязанного частотно-регулируемого электропривода чистовой группы клеток при прокатке с петлёй.

4. Результаты исследования динамических характеристик с учётом упругой деформации и связи через металл.

Научная новизна.

Разработка математической модели взаимосвязанного частотно-регулируемого электропривода смежных клеток с учётом упругой деформации и связи через металл.

Практическая ценность работы заключается:

В повышении надёжности системы управления электропривода клеток чистовой группы за счёт отсутствия в исполнительном двигателе щеточно-коллекторного узла, а также в снижении эксплуатационных расходов.

Публикации.

Основные содержания диссертационной работы опубликованы в материалах статей «Студенческий научный журнал СибАК»

Апробация результатов.

Результаты исследований, включённые в работу, докладывались в международном научном журнале «Студенческий научный журнал СибАК выпуск №23(277) (Новосибирск 2024 г.)

Структура и объем работы.

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы из 29 наименований. Работа изложена на 78 страницах, содержит 27 рисунков и 9 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и задачи исследования.

В первой главе В первой главе были раскрыты особенности технологического процесса прокатки с петлей на мелкосортно-проволочном стане 320/150 ООО «Амурсталь». Дана техническая характеристика прокатного оборудования, а также установлены требования, предъявленные к взаимосвязанным электроприводам.

Во второй главе предложен вариант усовершенствования существующей системы управления электроприводами клетей. Основным методом, который способствовал улучшению системы управления, является внедрение асинхронного взаимосвязанного электропривода клетей с векторным методом управления.

Частотный способ является одним из наиболее широко используемых в настоящее время способов регулирования скорости АД. Этот способ обеспечивает плавное регулирование в широком диапазоне, получаемые характеристики обладают высокой жесткостью. Частотный способ к тому же отличается и еще одним весьма важным свойством: при регулировании скорости АД не происходит увеличения его скольжения, как это имеет место, например, при реостатном регулировании. Поэтому при этом способе регулирования потери скольжения, оказываются небольшими, в связи, с чем частотный способ наиболее экономичен.

Упрощенная математическая модель асинхронного двигателя:

$$\begin{aligned}\overline{U}_S &= R_S \cdot \overline{I}_S + \frac{d\overline{\Psi}_S}{dt} + j\omega_{0эл} \cdot \overline{\Psi}_S; \\ \overline{U}_R &= R_R \cdot \overline{i}_R + \frac{d\overline{\Psi}_R}{dt} + j(\omega_{0эл} - p_{II} \cdot \omega) \cdot \overline{\Psi}_R; \\ \overline{\Psi}_S &= L_S \cdot \overline{I}_S + L_m \cdot \overline{i}_R; \\ \overline{\Psi}_R &= L_m \cdot \overline{I}_S + L_R \cdot \overline{i}_R;\end{aligned}$$

Разработана система регулирования скорости главного привода клетки. Реализована система регулирования скорости клетями. Выполнен расчёт параметров системы регулирования и настройка регуляторов. Имитационная модель системы регулирования скорости 17 клетки изображена на рисунке 1. Динамические характеристики тока и скорости 17 клетки приведены на рисунках 2,3.

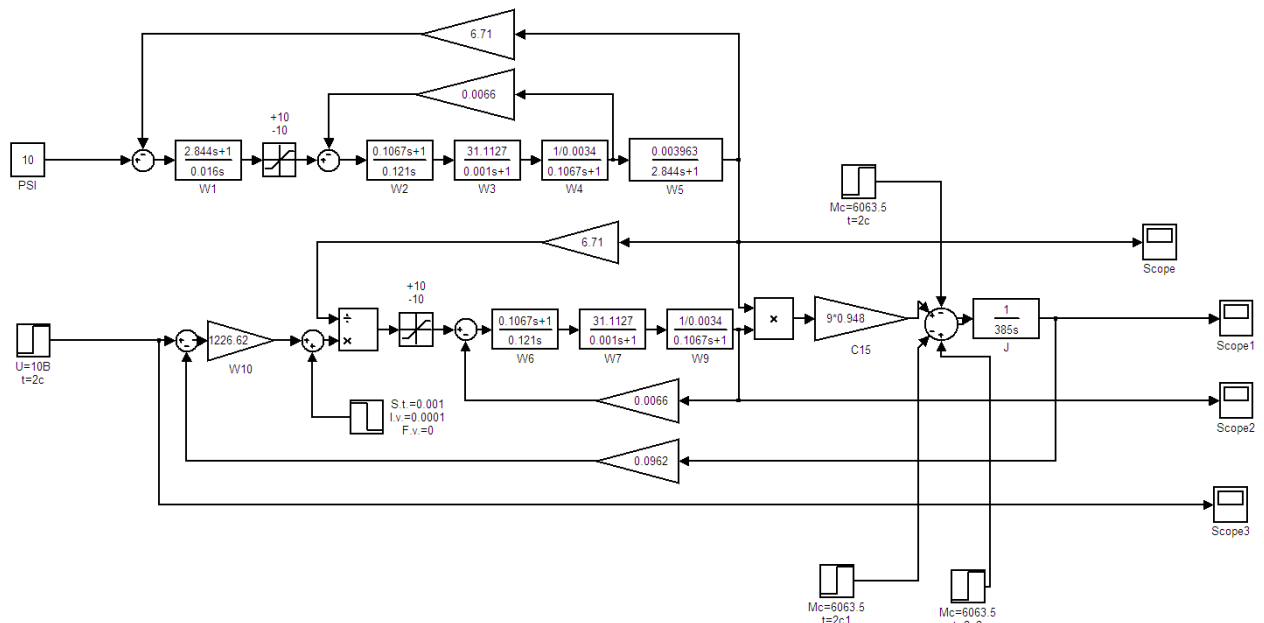


Рисунок 1 – Имитационная модель электропривода 17 клетки с векторным способом управления

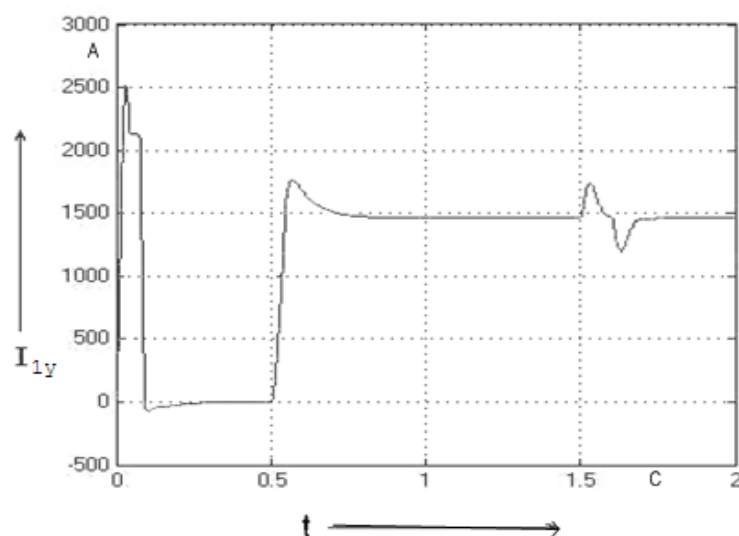


Рисунок 2 – Зависимость тока статора (I_{1y}) двигателя 17 клетки от времени с ограничением, возмущающим воздействием, набросом нагрузки

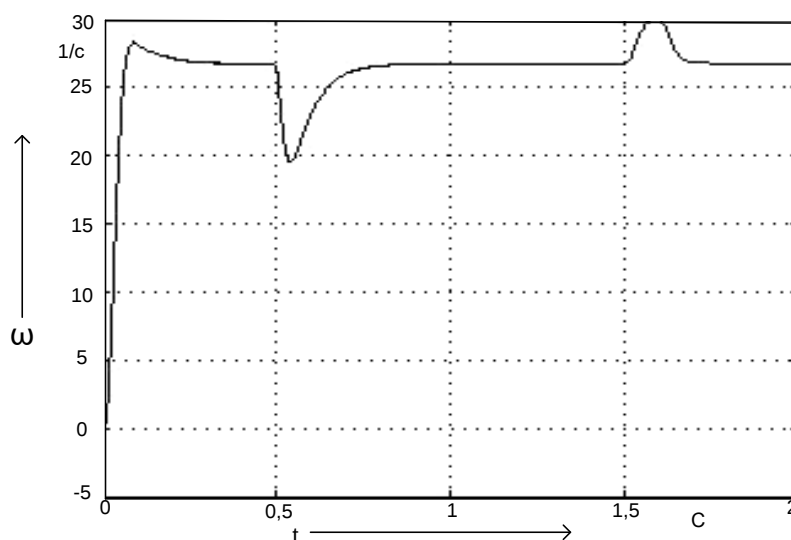
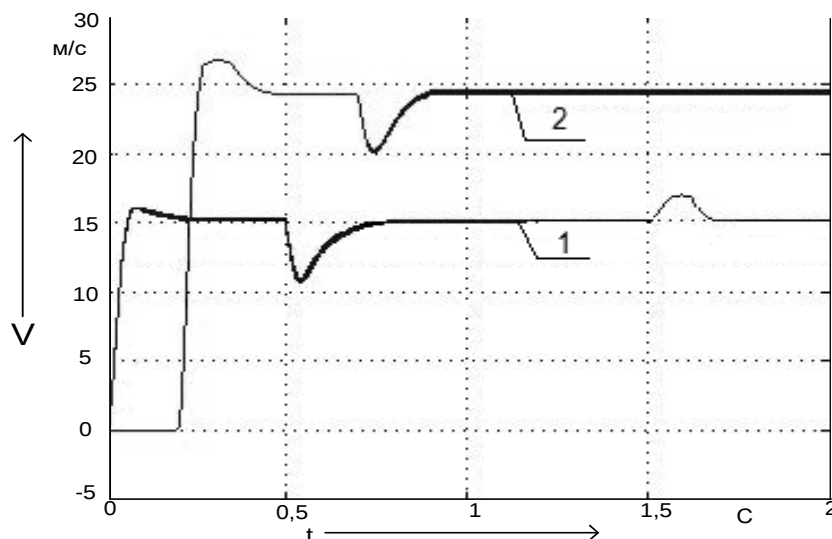


Рисунок 3 – Зависимость скорости двигателя 17 клетки от времени с ограничением, возмущающим воздействием, набросом нагрузки

Произведён проверочный расчёт двигателя, позволивший выбрать комплектный электропривод SIMOVERT MASTERDRIVES VC 6SE7124-7TP50 фирмы Siemens.

В третьей главе произведена оптимизация параметров регуляторов. Осуществлена настройка скоростного режима работы стана в режиме прокатки с петлеобразованием. Разработана математическая модель взаимосвязанных электроприводов двух смежных клеток при прокатке с петлеобразованием (рис.4).





1- Зависимость линейной скорости 17 клетки от времени с ограничением, возмущающим воздействием, набросом нагрузки; 2 - Зависимость линейной скорости 18 клетки от времени с ограничением, возмущающим воздействием, набросом нагрузки

Рисунок 5 – Динамические характеристики взаимосвязанных приводов 17 и 18 клеток при регулировании петли

На основании полученной математической модели исследованы динамические характеристики в режиме скоростной прокатки (рис.5). Анализ полученных графиков позволил сделать вывод о пригодности, рассчитанной системы (величина перерегулирования составила примерно 7,45%, время переходного процесса - примерно 0,43 с. статическая ошибка по скорости равна нулю).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты диссертационной работы заключаются в следующем:

1. Разработан частотно-регулируемый взаимосвязанный электропривод смежных клеток чистовой группы.
2. Разработана система регулирования скорости взаимосвязанного электропривода в режиме петлеобразования.
3. Разработана математическая модель частотно-регулируемого

взаимосвязанного электропривода смежных клеток с учётом упругой деформации и связи через металл.

4. Выполнено исследование динамических характеристик с учётом упругой деформации и связи через металл.

Основные публикации автора по теме диссертации:

1 Черкасов С.С.. Математическая модель двух смежных клеток сортопроволочного стана при прокатке с петлеобразованием/ Черкасов С.С., Н.Е. Дерюжкова. – Студенческий научный журнал СибАК июнь 2024г .: в 3 ч. С 8-10.