

Стенограма
(ідентична за змістом із фонограмою)
засідання спеціалізованої вченої ради Д 11.052.02
Державного вищого навчального закладу
“Донецький національний технічний університет”

м. Донецьк

Протокол № 14
27 червня 2013 р.

Присутні:

1. Сивокобиленко В.Ф. - д.т.н., спеціальність 05.09.01;
2. Гребченко М.В. - д.т.н., спеціальність 05.14.02;
3. Толочко О.І. - д.т.н., спеціальність 05.09.03;
4. Ларін А.М. - к.т.н., спеціальність 05.09.01;
5. Дзюбан В.С. - д.т.н., спеціальність 05.09.03;
6. Жежеленко І.В. - д.т.н., спеціальність 05.14.02;
7. Курінний Е.Г. - д.т.н., спеціальність 05.14.02;
8. Ковальов Є.Б. - д.т.н., спеціальність 05.09.01;
9. Ковальов О.П. - д.т.н., спеціальність 05.14.02;
10. Кондрахін В.П. - д.т.н., спеціальність 05.09.03;
11. Лущик В.Д. - д.т.н., спеціальність 05.09.01;
12. Саєнко Ю.Л. - д.т.н., спеціальність 05.14.02;
13. Федоров М.М. - д.т.н., спеціальність 05.09.01;
14. Чичикало Н.І. - д.т.н., спеціальність 05.09.03;
15. Шавьолкін О.О. - д.т.н., спеціальність 05.09.03

Головуючий на засіданні спеціалізованої вченої ради – доктор технічних наук, професор Сивокобиленко Віталій Федорович.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради – кандидат технічних наук, доцент Ларін Аркадій Михайлович.

Роздається проект висновку спеціалізованої вченої ради щодо дисертації Лютої Анастасії Володимирівни, підготовлений комісією спеціалізованої

вченої ради.

Головуючий на засіданні спеціалізованої вченої ради д.т.н., проф. Сивокобиленко В.Ф. відкриває засідання.

– Шановні члени спеціалізованої вченої ради. Я повинен вас проінформувати, що з 19 членів ради зареєструвалося 15 в тому числі 5 докторів по тій спеціальності, по якій планується захист дисертації – 05.09.03. Тому всі підстави для відкриття засідання маємо. На порядку денному одне питання – захист дисертації Лютої Анастасії Володимирівни.

Хто за те, щоб розпочати засідання ради з таким порядком денним, прошу голосувати. Одноголосно. Здобувач захист просить провести російською мовою.. Заперечень немає, так? Отже, кандидатська дисертація Лютої Анастасії Володимирівни на тему «Удосконалення систем управління приводом переміщення електродів дугових сталеплавильних печей» за спеціальністю 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи, виконана під науковим керівництвом покійного к. т. н., доцента Панкратова Анатолія Івановича (Донбаська державна машинобудівна академія) та завершена під керівництвом д. т. н., професора Толочко Ольги Іванівни.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор Паранчук Ярослав Степанович, Національний університет «Львівська політехніка», професор кафедри електроприводу та автоматизації промислових установок (м. Львів); кандидат технічних наук, професор Коцюбинський Віктор Семенович, Донбаський державний технічний університет, професор кафедри автоматизованих електромеханічних систем (м. Алчевськ) присутні на засіданні.

Для початку Аркадій Михайлович повідомить про документи, які є в атестаційній справі здобувача.

Далі робота спеціалізованої вченої ради ведеться російською мовою.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради Д11.052.02. – к.т.н., доц. Ларін А.М.:

– В деле соискателя Лютой Анастасии Владимировны имеется заявление с просьбой принять в нашем совете защиту её работы. К заявлению прилагаются все необходимые документы в соответствии с требованиями Министерства образования и науки Украины, а именно:

- копия паспорта;
- свидетельство о сдаче кандидатских экзаменов;
- копия диплома о присвоении квалификации магистра;
- заключения о научной новизне и практической значимости работы организаций, в которых выполнялась работа, ДГМА, ДВУЗ ДонНТУ;
- отзыв научного руководителя;
- все материалы по предварительному рассмотрению диссертации в нашем совете.

Все эти документы соответствуют требованиям, которые к ним предъявляются. Имеются в деле все материалы по предварительному рассмотрению её работы в нашем совете. Кроме того на автореферат в адрес совета поступило 11 положительных отзывов. Имеются в деле два положительных отзыва официальных оппонентов. Все документы удовлетворяют требованиям аттестационной комиссии Министерства образования и науки Украины.

Головуючий на засіданні спеціалізованої вченої ради д.т.н., проф. Сивокобиленко В.Ф.

– Вопросы к соискателю или к ученому секретарю? Есть? Нет. Спасибо.

Звертається до здобувача.

– Анастасия Владимировна, предоставляю Вам слово для изложения основных положений Вашей диссертации. 20 минут. Пожалуйста.

Здобувач доповідає суть й основні положення дисертації, використовуючи ілюстраційний матеріал, який представлений на 27 листах.

Здобувач Люта А.В.:

Спасибо.

Уважаемый председатель совета, уважаемый ученый секретарь, уважаемые члены совета и все присутствующие. Вашему вниманию представляется диссертационная работа на тему: “Усовершенствование систем управления приводом перемещения электродов дуговых сталеплавильных печей” (слайд 1).

Актуальность работы. Порядка 60% энергии во всем мире расходуется на производство стали. Период плавления шихты в ряде случаев составляет свыше половины продолжительности плавки. В этот период расходуется порядка 60-80 % энергии, потребляемой на плавку. Дуги при этом горят не устойчиво, может происходить до 200 эксплуатационных коротких замыканий, которые приводят к нарушению работы регуляторов перемещения электродов (слайд 2).

При эксплуатационных коротких замыканиях между гибкими кабелями трёх фаз возникают электродинамические усилия, что является толчком к возникновению колебаний гибких кабелей. При этом изменяются расстояния между гибкими кабелями, что приводит к изменениям взаимных индуктивностей. Это, в свою очередь, приводит к модуляциям также колебаний. Поскольку регуляторы перемещения электродов реагируют на любые изменения координат электрического режима, то электроды также начинают совершать продольные колебания, в связи с чем колеблются и длины дуг. Таким образом, процесс горения дуг является нестабильным.

Обзор источников отечественной и зарубежной литературы показал, что данный вопрос в полной мере не был исследован и что до сих пор на данный

момент не было разработано такого способа компенсации возмущающих воздействий, который бы гасил данные возмущения в длинах дуг.

Таким образом, разработка мер и средств, позволяющих повысить эффективность работы печи за счет усовершенствования систем управления приводом перемещения электродов, является актуальной научно-технической задачей.

Под эффективностью работы ДСП понимается повышение стабильности процесса плавки, снижение продолжительности расплавления металла и снижение энергопотребления.

Таким образом, целью работы является повышение эффективности работы печи за счет усовершенствования систем управления приводом перемещения электродов.

Для достижения поставленной цели в работе были решены следующие задачи (слайд 3):

- разработка математической модели электромеханической системы управления приводом перемещения электродов ДСП, учитывающей влияние колебаний гибких кабелей;

- анализ влияния показателей электромеханических колебаний гибких кабелей на изменения длин электрических дуг;

- подтверждение адекватности разработанной модели путем проведения экспериментальных исследований системы управления в производственных условиях;

- разработка системы управления приводом перемещения электродов, компенсирующей электромеханические колебания гибких кабелей и повышающей эффективность работы печи;

- разработка устройства защиты электродов при упоре в токонепроводящую шихту.

Объектом исследования являются процессы управления приводом перемещения электродов дуговых сталеплавильных печей.

Предметом исследования являются системы управления приводом перемещения электродов дуговых сталеплавильных печей.

Рассматриваемая электромеханическая система приводом перемещения электродов ДСП может быть представлена в виде трёх подсистем: электрическая цепь ДСП, система управления приводом перемещения электродов и электромеханическая система колебаний гибких кабелей, промоделировав которую можно получить зависимости изменения взаимных индуктивностей, которые учитывают колебания гибких кабелей и, таким образом, учесть их влияние на все координаты электрического режима (слайд 2).

Разрабатываемая модель отличается от известных тем, что помимо влияния колебаний гибких кабелей на изменения взаимных индуктивностей и фазных токов, также учитывает их влияние и на изменения длин электрических дуг, то есть учитывается привод перемещения электродов.

В работе исследования проводились для дуговой сталеплавильной печи с электрогидравлическим приводом перемещения электродов с импедансными регуляторами, в которых сигнал определяется путем деления напряжения на выходе печного трансформатора на ток дуги. Также в работе были проведены исследования и для дуговой сталеплавильной печи с дифференциальными регуляторами перемещения электродов, в которых сигнал формируется путем сравнения данных сигналов, то есть разности сигнала, эквивалентного напряжению и току фазы. Поскольку, в принципе, результаты были практически одинаковыми и отличались только количественными параметрами, то в дальнейшем приводятся результаты для ДСП с импедансными регуляторами.

При разработке моделей были приняты следующие **допущения** (слайд 4):

- гибкие кабели при колебаниях не сталкиваются и представляются в виде математических маятников;

- активные и реактивные фазные сопротивления всех элементов короткой сети без учета электрических дуг принимаются постоянными, не зависящими от токов и являются симметричными;
- проводимости электрических дуг зависят от токов и изменяются во времени в соответствии с уравнениями Касси;
- сеть считаем идеальным источником синусоидального напряжения.

Перейдем к моделированию.

Электрическую часть ДСП можно представить эквивалентной электрической схемой и составить систему нелинейных дифференциальных уравнений, которая, по сути, является математической моделью (слайд 5).

В данной системе уравнений учтены изменения взаимных индуктивностей, которые зависят от расстояний между отклоняющимися гибкими кабелями. Также нелинейность электрических дуг была учтена с помощью трех нелинейных дифференциальных уравнений Касси.

Математическая модель трехфазной электрической цепи ДСП была реализована в программной среде MatLab Simulink матричным методом (слайд 6).

Для того чтобы определить, каким же образом изменяются расстояния между отклоняющимися гибкими кабелями гибкие кабели были представлены в виде математических маятников. При этом воспользовались теоремой моментов относительно неподвижной точки подвеса. На каждый кабель фазы действует момент инерции, момент силы тяжести, момент вязкого трения и момент электродинамического усилия (слайд 7).

В данном уравнении неизвестными являются момент инерции, приведенные масса и длина маятника. Эти коэффициенты являются постоянными и для каждой печи их можно вычислить по разработанному в работе алгоритму (слайд 8). А моменты электродинамических усилий можно определить из трех приведенных выражений (слайд 9), в которых имеются вспомогательные углы альфа и бетта, которые расписаны, как определить, и

электродинамические усилия, которые можно определить из стандартной формулы. Как видим, электродинамические усилия между двумя проводниками зависят от токов, протекающих в данных проводниках и от расстояний между ними. Расстояния между отклоняющимися маятниками можно определить из данного выражения, которое получено путем анализа схемы представления гибких кабелей в виде маятников.

Математическая модель электромеханической системы колебаний гибких кабелей также была реализована в программной среде MatLab (слайд 10).

Была составлена модель системы управления приводом перемещения электродов, из которой можно получить графики изменения длин дуг и, таким образом, проследить влияние колебаний гибких кабелей также и на этот параметр (слайд 11).

В результате моделирования были получены следующие графики: график вольт-амперной характеристики дуги, график мгновенного значения напряжения дуги. Данные графики являются результатом применения уравнений Касси, которые используют в своих работах многие ученые (слайд 12).

На модели проводились эксперименты по имитации коротких замыканий в различных фазах в разные моменты времени. На слайде приведены результаты при имитации короткого замыкания в фазе С продолжительностью 1 с (слайд 13).

По графикам углов отклонения, изменения расстояний между отклоняющимися кабелями, изменения взаимных индуктивностей, фазных токов, действующих значений напряжений и длин дуг видно, что имеют место низкочастотные затухающие колебания. При этом частота этих колебаний по всем графикам прослеживается одинаково и составляет 0,18 Гц, что соответствует колебаниям гибких кабелей. Продолжительность колебаний по всем графикам также одинакова и составляет приблизительно 20 сек. По

графикам действующих значений токов фаз можно видеть, что имеет место резкое возрастание токов, что соответствует короткому замыканию. Также этот момент виден и по графикам изменения действующих значений напряжений дуг.

С целью подтверждения адекватности разработанной модели были проведены экспериментальные исследования на реальном объекте ДСП-50 Публичного акционерного общества «Новокраматорский машиностроительный завод» (слайд 14).

Эксперимент проводился следующим образом. При выключенном печном трансформаторе к одному из гибких кабелей фаз был привязан изолированный капроновый канат. После чего печь была включена, проводилась плавка и уже в периоде доводки, когда процесс плавления был наиболее стабилен, проводились эксперименты по отклонению гибкого кабеля на различные углы. То есть его отклоняли и отпускали. При этом с помощью видеокамеры наблюдения фиксировались количественные показатели колебаний гибких кабелей, а в конце плавки с сервера были взяты таблицы данных изменения фазных токов, напряжений и длин дуг с целью подтверждения влияния колебаний кабелей на данные координаты электрического режима.

После покадровой развертки видеоматериалов были получены графики изменения угла отклонения кабеля фазы С от вертикали, графики изменения расстояний между отклоняющимися гибкими кабелями (слайд 15).

На слайде приведены результаты при отклонении гибкого кабеля фазы С на угол 15 градусов.

Также после обработки таблиц данных, полученных с сервера и построения графиков и после моделирования той же ситуации с помощью разработанной модели, можно получить сравнение графиков действующих значений фазных токов, полученных экспериментально и при моделировании, фазных напряжений и длин дуг (слайды 15-16). По данным графикам видно

влияние колебаний гибких кабелей, также видно, что частота колебаний по всем графикам совпадает и составляет 0,18 Гц. Данная частота колебаний кабелей для каждой печи своя: эта частота зависит от длины гибкого кабеля. Также продолжительность колебаний по всем графикам совпадает.

Таким образом, разброс параметров экспериментальных данных и данных, полученных с помощью модели, не превышает 5 %, что свидетельствует о том, что разработанная модель адекватна процессу.

Таким образом, моделирование показало, что одной из причин возникновения колебаний в системе ДСП являются электродинамические усилия, возникающие при эксплуатационных коротких замыканиях, которые исключить не возможно и которые приводят к ухудшению эффективности работы печи.

Таким образом, необходимо разработать способ компенсации данных возмущений.

В работе в качестве метода оптимизации системы управления использовался метод минимизации дисперсии длин дуг (слайд 17).

В качестве метода компенсации колебаний предлагается использовать фаззи-корректоры сигналов рассогласования. В качестве входных сигналов используется сигнал рассогласования на выходе импедансного регулятора и производная этого сигнала. Фаззи-регулятор настраивается таким образом, что при наличии колебаний в сигнале рассогласования, которые связаны с колебаниями гибких кабелей, на выходе фаззи-регулятора формируется сигнал в противофазе сигналу рассогласования. Таким образом, после суммирования сигнала с выхода фаззи-регулятора и сигнала с выхода типового регулятора на привод перемещения электродов ошибка не поступает, поскольку колебания и возмущения компенсируются, что приводит к стабилизации длин дуг.

Разработанная модель позволила получить графики сигналов рассогласования и их производных, что позволило настроить фаззи-регуляторы, определить их интервалы варьирования (слайд 18).

Использование фаззи-регулятора в режиме параллельной коррекции позволяет отделить работу основных регуляторов при отработке ими коротких замыканий и других аварийных режимов от ситуаций, когда в сигнале рассогласования присутствуют возмущения, связанные с колебаниями гибких кабелей. Тогда включается фаззи-регулятор и компенсирует данные возмущения.

В результате использования фаззи-корректоров при имитации короткого замыкания было достигнуто сокращение дисперсий длин дуг на 95%, при имитации отклонения гибкого кабеля от вертикали – на 98 % (слайды 19, 20).

Также была проведена экономическая оценка ожидаемой эффективности внедрения результатов исследований, которая показала, что годовая эффективность составляет более 1,5 млн. грн. (слайд 21).

Также в работе было разработано устройство защиты электродов при упоре в токонепроводящую шихту, преимуществом которого является применение вместо инерционных датчиков давления датчика скорости изменения давления и вибродатчика, на выходе которого формируется сигнал, пропорциональный скорости перемещения электродов. Применение данных датчиков позволяет повысить быстродействие системы и повысить надежность работы электродов.

Таким образом, в диссертационной работе с помощью научных исследований были выполнены все поставленные задания и решена актуальная научно-техническая задача повышения эффективности работы печи за счет усовершенствования систем управления приводом перемещения электродов.

Научной новизной работы является то, что (слайд 22):

– получила дальнейшее развитие математическая модель электромеханической системы управления приводом перемещения электродов, которая отличается от известных тем, что учитывает влияние колебаний гибких кабелей на процесс изменения длин электрических дуг;

– впервые синтезированы фаззи-корректоры, которые осуществляют компенсацию электромеханических колебаний гибких кабелей и приводят к повышению эффективности работы печи.

Практическая значимость подтверждается актами внедрения в производство, в учебный процесс и патентами Украины, а именно (слайды 22, 23):

– разработана методика использования уточненной математической модели для установления взаимосвязи между колебаниями гибких кабелей и изменениями длин дуг ДСП;

– разработана методика экспериментальных исследований на ДСП-50, которая позволяет установить параметры электромеханических колебаний гибких кабелей;

– разработана методика оптимизации системы управления приводом перемещения электродов, которая позволяет уменьшить чувствительность системы управления к возмущениям, связанным с колебаниями гибких кабелей, что позволяет повысить стабильность процесса плавки за счет сокращения дисперсии длин дуг на 94-98 % и уменьшить энергопотребление на 5,3 % за счет сокращения продолжительности плавки на 3,2 %;

– разработано устройство защиты электродов при упоре в токонепроводящую шихту с целью повышения надежности работы.

Разработанные модели, алгоритмы, методики используются в учебном процессе, что подтверждается соответствующими актами.

Доклад завершен. Благодарю за внимание.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

– Спасибо. Переходим к вопросам. Пожалуйста, какие вопросы.

Д.т.н., професор Федоров М.М. (член ради, спеціальність 05.09.01):

Запитання: Собственно, хочу вникнуть в суть проблемы. Вы учитываете колебания гибких кабелей и в результате меняется взаимоиндуктивность. Как далеко можно расположить гибкие кабели, чтобы изменение взаимной индуктивности было минимальным? То есть они там вынужденно расположены рядом?

Відповідь: Они находятся друг от друга на расстоянии для печи ДСП-50 – 0,8 м.

Запитання: То есть это технологически и за эти пределы выйти нельзя?

Відповідь: Да.

Запитання: Допустим, произошло изменение взаимных индуктивностей, что при этом происходит? Что плохого при этом для печи и процесса плавки? Как влияет это изменение взаимной индуктивности на процесс?

Відповідь: Сейчас я покажу ещё раз по графикам. При колебании гибких кабелей вот, например, по данному графику мы можем видеть углы отклонения кабелей.

Запитання: Но угол же роли не играет. Главное – расстояния.

Відповідь: Вот график изменения расстояний между кабелями. То есть если было 0,8 м, при колебаниях кабелей произошел такой момент, что они отклонились и до двух метров между ними стало расстояние.

Запитання: Так это же хорошо. Нет взаимных индуктивностей.

Відповідь: Это как раз приводит к тому, что расстояния влияют на изменения взаимных индуктивностей по соответствующей формуле.

Запитання: Ну, так 2 метра. Нет взаимной индуктивности, практически равна нулю.

Відповідь: Взаимная индуктивность зависит от расстояния: чем больше расстояние, тем, соответственно, больше изменяется взаимная индуктивность.

Запитання: Я и спрашиваю: какое её влияние. Стало большое расстояние, нет взаимной индуктивности. Как это влияет на процесс плавки? Там токи тысячи ампер по всей вероятности?

Відповідь: Да, номинальный ток – 40 кА.

Запитання: Как влияют колебания взаимной индуктивности на величины токов? Следовательно, и дуга изменяется и все прочее.

Відповідь: По графикам действующих значений токов можно видеть влияние колебаний кабелей. Глубина модуляции токов составила 20 % при коротком замыкании.

Запитання: Ну, и что? Что ж неприятного для процесса плавки будет? Может, не следует этим и заниматься?

Відповідь: Это, соответственно, приводит к колебаниям длины дуги. Поскольку длина дуги колеблется, то происходит излишнее энергопотребление.

Запитання: Понятно. Нестабильность работы, наверное, более важна.

Відповідь: Да, нестабильность горения дуг.

Д.т.н., професор Лушик В.Д. (член ради, спеціальність 05.09.01):

Запитання: Таке запитання. Якщо коливання кабелів впливає на процес горіння дуги, не простіше було б натягнути ці кабелі так, щоб вони були нерухомі, відносно нерухомі. Може їх можна якось закріпити?

Відповідь: Дело в том, что техпроцесс устроен таким образом, что гибкие кабели должны быть гибкими для того, чтобы была возможность перемещаться электродам. То есть если мы их закрепим, то электроды не смогут перемещаться и, соответственно, мы нарушим процесс.

Запитання: Дякую. Ще одне запитання. В Стаханові є феросплавний завод, де відбувається плавка приблизно таким способом, який Ви дослідили. Можливо впровадження Вашої розробки на стахановському заводі?

Відповідь: Естественно. Моя разработка может быть внедрена на любых дуговых сталеплавильных печах трехфазных токов.

Запитання: А Ви спілкувались ьз заводом стахановським?

Відповідь: Со стахановским нет.

Запитання: А чому?

Відповідь: У нас в городе есть тоже завод. Там тоже есть такие проблемы. Вот я с ними общалась. Но я учту.

Д.т.н., професор Шавьолкін О.О. (член ради, спеціальність 05.09.03):

Запитання: А какова первопричина этих колебаний? Это ж не просто, что он сам по себе колеблется. Экспериментально Вы создавали возмущения. В автореферате я прочитал, может это опечатка: «...короткі замикання між гнучкими кабелями...». То есть когда происходит короткое замыкание? Когда они соприкасаются?

Відповідь: Короткое замыкание – это часть техпроцесса.

Запитання: Так это в печи? Между электродами? Когда дуги нет?

Відповідь: Короткое замыкание между электродом и шихтой. То есть для того, чтоб зажечь дугу.

Запитання: Это на странице автореферата нашел: «...короткі замикання між гнучкими кабелями...».

Відповідь: Нет. «...між гнучкими кабелями...» это относится к продолжению предложения.

Запитання: То есть это Вы некорректно выразились?

Відповідь: Нет, «...між гнучкими кабелями виникають електродинамічні зусилля...».

Запитання: Теперь понятно. Ну, а я посмотрел и скажу, что в автореферате хуже, чем в докладе было сказано. И ещё вопрос у меня. Привод у Вас совершает поступательное движение. То есть Вы корректируете привод. Штанги у Вас перемещаются и колебания у Вас идут в общем-то, как в

скалке. А за счет чего происходит стабилизация? Что Вы смещаете точку маятника? Или Вы снижаете чувствительность системы? Вы не гасите колебания?

Відповідь: Я снижаю именно чувствительность системы. Колебания самих гибких кабелей я погасить не могу.

Запитання: То есть положение электрода изменяем? Я понял. И вот там последний плакат по экономической эффективности. Мне интересно, как Вы ответите. У Вас приводится, что время плавления -3,2 %, а технологическая энергия -5,3 %.

Відповідь: Дело в том, что я рассматриваю возмущения, происходящие в периоде расплавления. Если в результате применения моих разработок период расплавления сократится на 5,3 %, то в результате вся плавка сократится на 3,2 %. То есть я оптимизирую именно период расплавления.

Запитання: Вы время сокращаете плавки?

Відповідь: Да.

Запитання: А 5,3 % – это у Вас экономия. «Зменшення енергоспоживання на 5,3 % за рахунок скорочення тривалості плавки на 3,2%». Вот я Вас прошу пояснить, почему сократили Вы на 3,2 %, а энергопотребление на 5,3 %. Вот как будущий кандидат, как Вы объясните разность этих цифр.

Відповідь: Период расплавления шихты составляет свыше половины продолжительности всей плавки. На 3,2 % сократилось общее время плавки. А если взять период расплавления, то он сократился на 5,3 %. Соответственно, если мы берем потребление энергии, то я его считаю для всей плавки.

Д.т.н., професор Саєнко Ю.Л. (член ради, спеціальність 05.14.02):

Запитання: Я с конца начну, чтоб продолжить этот же вопрос. Мне все-таки не совсем понятно, каким образом это время рассчитывалось? Время сокращения плавки. И почему Вы считаете, что сокращение именно времени

плавки будет пропорционально сокращению энергии? Вы изменяете режим плавки?

Відповідь: Режим плавки я не меняю.

Запитання: Не меняется вообще?

Відповідь: Нет.

Запитання: Хорошо. А горение дуги меняется?

Відповідь: Горение дуги стабилизируется.

Запитання: Значит, сопротивление дуги каким-то образом меняется и его вольт-амперная характеристика меняется. То есть Вы хотите сказать, что это на потребление энергии никак не повлияет?

Відповідь: Я имею в виду, что сократится энергопотребление, поскольку сократится продолжительность плавки.

Запитання: Ну, хорошо. Вопрос все-таки первый. Каким образом определено и рассчитано сокращение времени плавки. Вы рассчитали или это результат экспериментальных исследований?

Відповідь: Я проводила экспериментальные исследования на заводе. Это результат больше экспериментов.

Запитання: А может быть в другом эксперименте было бы совсем все по другому?

Відповідь: Все зависит от самих гибких кабелей.

Запитання: То есть на основании одного только эксперимента сделали вывод, что у Вас есть экономия по длительности плавки и, соответственно, по энергопотреблению.

Відповідь: Так как колебание гибкого кабеля для каждой печи в принципе одно и то же, достаточно провести несколько экспериментов, чтобы понять параметры колебаний кабелей, поскольку параметры кабеля не меняются в процессе плавки.

Запитання: Печь 50 тонн у Вас, мощность печного трансформатора у Вас сколько?

Відповідь: 40 мегавольт-ампер.

Запитання: Напряжение печного трансформатора, я вижу, 35 киловольт, скажите пожалуйста, какая мощность короткого замыкания была в точке подключения.

Відповідь: Мощность не рассчитывалась.

Запитання: А примерно в каком диапазоне она находится?

Відповідь: Так как есть максимальный ток 40 килоампер, мы его можем умножить.

Запитання: Думаю там 400, максимум 500 мегавольт к амперу будет мощность короткого замыкания, Вы хотите сказать, что при таком соотношении Вы можете считать источник бесконечной мощности? Синусоидальный источник, на шинах которого не будет не искажения кривой напряжения ни колебаний напряжений?

Відповідь: Именно этот момент я не учитывала, т. е. я занималась конкретно вопросом влияния колебаний на координаты электрического режима.

Запитання: Ну, там же повлияет серьезно на работу вашей печи.

Відповідь: Поскольку эксперимент подтвердил в принципе результаты, полученные с помощью модели, то можно считать их достаточными, на мой взгляд.

Запитання: И последний у меня к Вам вопрос: Вы рассчитывали изменение взаимной индуктивности между кабелями. Каким образом индуктивность рассчитывалась? Ведь расстояние то будет достаточно сложным образом меняться. По дуге изменяется, колеблется кабель, как рассчитывалась взаимная индукция? Расстояние между двумя кабелями вы считали неизменной величиной?

Відповідь: Конечно менялось! И вот был выведен закон изменения колебаний расстояний между двумя отклоняющимися кабелями.

Запитання: Расстояние между двумя кабелями, в каждой точке длины кабеля будут разные.

Відповідь: Поэтому я, в качестве допущения привела гибкие кабели к виду математических маятников.

Запитання: То есть Вы считали, что кабели натянуты по струнке и между собой изменяется расстояние? Такое Вы делали допущение? И к какой погрешности такое допущение приводит? Я просто к чему веду: Вы результат получили 3%, а тут столько допущений, ну, скажем, не учет мощности короткого замыкания, которые приведут, я думаю, процентам к 5-ти, как минимум, а то и 10-ти. Погрешность расчетов взаимной индуктивности примерно столько же, скорее всего, а результат у вас 3-5 % , Вам не кажется, что эти погрешности могут перекрыть тот результат, который Вы получили?

Відповідь: Дело в том, что сначала я тоже думала, что этого будет не достаточно, но проведенные экспериментальные исследования, в производственных условиях, показали что этого достаточно. Конечно, можно еще больше уточнять, я согласна.

Запитання: И вопрос к первой части. Все-таки длительность плавки, она разве не определяется технологом?

Відповідь: Конечно.

Запитання: Допустим, технолог сократил время плавки или как? Тогда за счет чего сокращение? Это ж технолог определяет, какая длительность будет расплавления, период плавк

Відповідь: Применение разработок может позволить сократить это время.

Запитання: Вы должны были дать какие-то указания технологу. Мне не совсем понятно, за счет чего и как изменилась длительность плавки?

Відповідь: Я передавала методику на завод, и они приняли ее к внедрению, сейчас как раз этим занимаются.

Д.т.н., професор Жежеленко І.В. (член ради, спеціальність 05.14.02):

Запитання: У меня такой вопрос: Ваши данные получены и подтверждены экспериментами на печи 50 тонн. Будьте добры, применительно к печам малой мощности 2-5 тонн и наоборот к печам большой мощности, скажем 200 тонн и т. д., какие коррективы в результатах исследования?

Відповідь: Для того, чтобы применять данный способ компенсации электромеханических колебаний на печах других мощностей не нужно проводить опять все те же исследования, поскольку в фази-регуляторе уже сформированы все лингвистические правила, единственное, что нужно будет подкорректировать – это только интервалы варьирования, для того, чтобы показать фази-регулятору, где происходит короткое замыкание, в каких интервалах, т. е. в эти интервалы он не должен реагировать, в этот момент работает основной регулятор, а в моменты, когда колебания сигналов рассогласования связаны с колебаниями гибких кабелей, включается фази-регулятор и гасит данные возмущения.

К.т.н., доцент Ларін А.М. (член ради, спеціальність 05.09.01):

Запитання: Скажите, пожалуйста, время эксплуатационного короткого замыкания какое?

Відповідь: Оно может быть от одной до нескольких секунд.

Запитання: В это время работает Ваша система управления или нет?

Відповідь: Система управления работает, но в этот момент не включается фази-регулятор, он не реагирует именно на короткие замыкания.

Запитання: Ваша система, которая компенсирует колебания, уже начинает работать, когда загорелась дуга, да?

Відповідь: Да, конечно.

Запитання: Девятый слайд, пожалуйста, откройте: формула, по которой Вы рассчитываете электродинамические усилия. Что за длину кабеля я должен сюда подставлять?

Відповідь: Это полная длина гибкого кабеля, которая составляет 10 м для данной печи.

Запитання: Ну, а теперь рисунок седьмой, например. Кабель провисает. Электрод сгорел чуть-чуть, что происходит с кабелем? Он будет натягиваться или нет? Длина провеса уменьшится или нет?

Відповідь: Не намного.

Запитання: Что значит не на много? Электрод должен опуститься, за счет чего? За счет того, что кабель натянется, такова технология. Как учитывается это? Или Вы приняли, что кабель вот такой длины для электрода, а на самом деле, когда электрод уже на дне находится – это длина совсем уже будет другой. Вы это учитывали или нет?

Відповідь: Я об этом не рассказывала, но в патенте учитывается обгорание электродов по определенной формуле.

Запитання: В этой формуле длина должна учитываться, и как ее учитывать? Где я буду этот параметр определять? Это случайный процесс, я не знаю, в какой момент произошло замыкание, при какой длине кабеля, это у вас где-нибудь учитывается?

Відповідь: Дело в том, что длина кабеля не меняется: было 10 метров, столько и осталось.

Запитання: Тогда идея: закрепите кабели, чтоб они не перемещались относительно друг друга.

Відповідь: Если закрепить гибкие кабели, установить клицы или распорки, то вот эти электродинамические усилия, которые возникают и зависят от токов, настолько велики, что приводят к стираниям рукавов водоохлаждения и пробоям изоляции.

Запитання: Откройте рисунок печи. Электрод опустился более глубоко, он стал короче, опустился, что происходит с провисанием кабелей?

Відповідь: Да, он будет тоже перемещаться.

Запитання: Кабель будет перемещаться и его провес будет меньше, так?

Відповідь: Да, будет меняться.

Запитання: Опять девятый рисунок. Что за ток сюда я должен подставлять?

Відповідь: Это токи дуг, то есть фазные токи в одной и другой фазе.

Запитання: Это электродинамические усилия, которые заставляют кабель отталкиваться, а это токи коротких замыканий? В этом режиме, если горит дуга, кабели колеблются.

Відповідь: Если токи не изменяются, то, соответственно, и электродинамические усилия действуют постоянно.

Запитання: Извините, пожалуйста... Это ж переменный ток? За один период он совершает 50 колебаний, из-за чего кабель должен постоянно перемещаться...

Відповідь: Да, он вибрирует.

Запитання: Но Вы же не эту вибрацию учитываете? Вы учитываете отклонения, когда короткие замыкания, когда токи большие и когда кабель ушел.

Відповідь: Да.

Запитання: Так вот, как я буду эти усилия считать? Я же должен их считать по токам короткого либо токам дуги?

Відповідь: Здесь мгновенное значение токов, если изменяется ток, т. е. происходит скачек, естественно это фиксируется в этом уравнении.

Запитання: В какой момент времени я должен эти токи сюда использовать? Кабель отклонился, но короткое замыкание, Вы говорите, порядка одной-двух секунд, к моменту отключения уже кабель имеет какую-то совсем другую фазу, не понятно, что я должен сюда подставлять, чтобы определить эти усилия?

Відповідь: Эти токи можно считать постоянно. Сюда подставляются не определенные значения, сюда подставляется функция, т. е. постоянно можно

рассчитывать эти усилия, и если происходят скачки токов, – это фиксируется в графиках.

Запитання: Но скачки тока могут быть абсолютно разные, это случайный процесс. Кабели могут в момент короткого расходиться или наоборот сближаться, а Вы подставляете сюда одну и ту же зависимость, я что-то этого не пойму.

Відповідь: Зависимость изменения электродинамических усилий между кабелями двух фаз: берется ток фазы А и ток фазы В, и расстояние между ними.

Запитання: Какой ток я сюда должен подставлять?

Відповідь: Мгновенные значения токов.

Запитання: В какой момент?

Відповідь: В любой момент, это функция, т. е. не определенное число, в модели получаются графики.

Репліка Толочко О.І.: Она же моделирует, токи получает из уравнений.

Запитання: Вы меня простите, моделировать можно все, что угодно, тем более Вы моделировали не реально короткое замыкание, а оператор оттягивал кабель, а меня интересует нормальный процесс, идет плавка, вдруг произошло короткое замыкание, какой ток был в этом случае? Вы не знаете ни фазу включения.

Відповідь: Короткое замыкание я имитировала путем обнуления напряжения на дуге.

Запитання: Но это моделирование, а вот теперь идет реальный процесс, идет процесс плавки, Вы смоделировали, исследовали и показали, а теперь Вы создали систему управления, идет процесс плавки, произошло короткое замыкание, кабели начинают отклоняться, как Вы определили, на сколько они начинают отклоняться?

Відповідь: Я проводила видеонаблюдение, и после этого покадровая развертка показала, насколько они отклоняются.

Запитання: Но вы покадровую развертку проводили, когда оператор просто кабель оттянул и все, это не короткое замыкание.

Відповідь: Конечно, короткое замыкание я не могла специально проводить, поскольку я бы снижала производительность.

Запитання: А эксперимент в режиме реальном, когда было короткое замыкание, Вы делали?

Відповідь: Когда было короткое, я не делала.

Запитання: Конечно, если оператор оттянул, закон известен и можете легко скомпенсировать, а реально теперь.

Відповідь: Если говорить реально, я анализировала графики, которые построила, после того, как взяла таблицы данных изменения фазных токов, напряжений и длин дуг, и в период расплавления по этим графикам можно было определить, когда были моменты коротких замыканий, т. е. такие исследования тоже проводила.

Запитання: Речь идет о том, что у Вас система функционирует на реальной печи, 200 коротких замыканий за одну плавку, а плавка получается два часа, Вы пишете, что у вас вся плавка 200 коротких замыканий, это в минуту несколько раз коротких замыканий, как этот кабель начинает колебаться? А вы заложили какую-то закономерность от времени на основании исследований.

Відповідь: Закономерность от времени я закладывала только, что касается токов напряжений, когда я говорю о взаимных индуктивностях, то я рассматриваю их воздействие в зависимости от изменения расстояний. Т.е. я не описываю их специально.

Звпитання: А как мне в реальной ситуации увидеть это расстояние? Опять же, вот рисунок, где кабели провисают, электрод опустился, стрела провисания уменьшилась, амплитуда колебаний будет уже совсем другая.

Відповідь: Не на много.

Запитання: Ну, что значит не на много? Частота колебаний будет другая. Струну натяните, и будет совсем другой звук, как это все учитывается?

Відповідь: Этот момент в работе не учитывался.

Д.т.н., професор Гребченко М.В. (член ради, спеціальність 05.14.02):

Запитання: Я хотел бы уточнить, вот у Вас допущение, которое Вы приняли, и здесь написано, что активные и реактивные фазные сопротивления всех элементов короткой сети без электрических дуг не зависят от токов и имеют постоянное значение, и симметричны. Но электрические дуги Вы все-таки каким-то образом моделировали и, насколько я понимаю, вот на 12-м плакате у Вас приведены некоторые данные. Как, все-таки, в модели это было использовано? И там известно, что нелинейность у Вас учтена.

Відповідь: Да, в математической модели трехфазной электрической цепи я привожу три уравнения нелинейных дифференциальных уравнений Касси, которые достаточно точно и адекватно описывают процессы, происходящие в электрических цепях.

Запитання: Но Вы пишете, что в зависимости от тока, а там зависимости от тока нет, все от времени.

Відповідь: Присутствуют и мгновенные значения токов.

Запитання: Ток зависит от времени, а где от тока зависимость?

Відповідь: Учитываются мгновенные значения тока, т. е. проводимости зависят и от них, а от действующих значений не зависят.

Запитання: Явной зависимости от тока Вы не использовали? В течение полупериода даже, токи изменяются, и характер токов и сопротивления все меняются.

Відповідь: Но поскольку токи входят в уравнение для определения проводимости, то конечно зависят.

Запитання: Вы как бы сделали заявку, что Вы собираетесь учесть здесь, я так понял правильнее, более точно.

Відповідь: Более точно, да.

Запитання: Но Вы косвенно учили?

Д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф. (член ради, спеціальність 05.09.01):

Запитання: Дело вот в чем, у Вас в исходных уравнениях, конечно, функция, вот, Вы записали здесь, функция индуктивности от чего?

Відповідь: От изменяющихся расстояний.

Запитання: Расстояние от чего зависит?

Відповідь: А расстояние зависит в свою очередь от многих параметров.

Запитання: Давайте от многих не надо, ну от времени.

Відповідь: От углов отклонения и координат.

Запитання: Поэтому на предварительной защите Вам говорил об этом.

Відповідь: Я учла.

Запитання: Не учли Вы! Вот эта индуктивность должна быть здесь и производная произведения двух переменных, которые зависят оба от времени.

Відповідь: Я поняла, что Вы имеете ввиду.

Запитання: Значит, надо одну производную и другую производную, а Вы ее выбросили, так?

Відповідь: Но поскольку я взяла в зависимости от расстояния, то получила произведение.

Запитання: А расстояние? Покажите, при каких формулах на расстояниях у Вас функция от времени. Ну, вот, функция от времени, а Вы ее учили там, как постоянную величину. В самой исходной модели, конечно, это не ошибка или надо было в допущениях указать.

Репліка Федорова М.М.: Она ссылается не на свою формулу, а на Касси, может там объяснение более полное.

Д.т.н., професор Дзюбан В.С. (член ради, спеціальність 05.09.03):

Запитання: У меня два вопроса. Первый: общеизвестно, что токи не синусоидальные, у Вас здесь везде синусоидальные, Вы этот вопрос как-то учитывали, когда принимали допущения, что все синусоидальное? Ведь главная задача энергетика сейчас, как только поставили печь, так сразу погасить гармоники потому, что энергоснабжающая организация может принять серьезные меры, т. е. это довольно серьезные величины. Вы этот вопрос как-то учитываете?

Відповідь: Применение уравнения Касси позволяет учесть эту нелинейность и у меня на слайдах не приведены графики мгновенных значений токов, но на самом деле там форма близка к синусоидальной, но имеются тоже всплески, т. е. они не идеально синусоидальны.

Запитання: Т. е. Вы этот вопрос не рассматривали?

Відповідь: С помощью уравнений Касси это было учтено.

Запитання: Ну, понимаете, уравнения Касси – это все правильно, а Вы берете, значит, эти токи и считаете их синусоидальными, хотя они не синусоидальные, и начинаете рассчитывать усилия, скорости расхождения, понимаете? Вот в Ваших всех формулах везде четко синусоидальные вещи.

Відповідь: Дело в том, что токи я получала в результате решения данной системы уравнений, т. е. я их не задавала, а получала в результате решения.

Репліка Федерова М.М.: А они могут быть не синусоидальными?

Відповідь: Конечно, они у меня и получались не синусоидальными.

Запитання: Один вопрос, если это синусоидальная, т.е. основная гармоника, а если там еще третья, пятая, седьмая, тридцать третья гармоника, их же надо было как-то учитывать. Или сказать: допускаем, что это все, скажем, не существенно. Второй вопрос: я посмотрел и считаю, что это в общем-то серьезное дело, сегодня спрашиваю главного инженера ДМЗ: «Послушайте, а у вас эти проблемы есть?» Он говорит: «Нет». «А почему нет?» «А потому что», говорит, «если бы эта проблема была, мы бы экраны

поставили да и закрыли вопрос». И в связи с этим вопрос: Вы изначально говорите, что кабели обязательно должны разбрасываться. Ну, поставьте между проводами экраны. И в связи с этим вопрос такой: Вы вот рассматривали изначально, а что люди делают?

Відповідь: Конечно, я пришла на производство и первое, что спросила: каким образом они пытались решать эту проблему? Пытались ли они закреплять, пытались ли устанавливать экран? Действительно, на нашем производстве, НКМЗ, все это пытались делать, но они сказали, что это все было не эффективно.

Запитання: А литературные источники? А что делается в Германии, что делается в Англии, к примеру?

Відповідь: Естественно так же литературные источники зарубежной литературы мы изучили.

Запитання: Т. е. никто этого не учитывал до Вас, не потому, что это не мешало, а потому, что этому никто не придавал значение или не мог это сделать, как вот Вы оцениваете? Почему никто раньше не делал?

Відповідь: Я изучала множество работ, посвященных именно попыткам компенсации данных возмущений, но работы сводились к тому, что проводились просто экспериментальные исследования, но толком методов компенсации возмущений, которые влияют на стабильность процесса горения дуг, так и не было предложено.

Запитання: Ну вот человек, которого я спрашивал, говорил, что «у нас нет этой проблемы по двум причинам: у нас современные регуляторы, которые развивают такие усилия, которым не мешают вот эти все внешние вещи и второй момент – мы жестко контролируем длину дуги, и если мы ее жестко контролируем, тогда нам ничего не мешает, больше там этих килограмм, меньше там этих килограмм, это не важно мы выставили и все». Вы как оцениваете такую ситуацию? Могут они реально это делать?

Відповідь: Надо пообщаться.

Д.т.н., професор Шавьолкін О.О. (член ради, спеціальність 05.09.03):

Запитання: Работа-то по приводу, вот плакат 17. Все-таки физически поясните процессы. Как Вы колебания с помощью привода здесь гасите, именно без формул и физики, ведь привод у вас плавно должен опускать электроды, да? Ну, и у вас возникли колебания, что же делает ваш регулятор?

Відповідь: Если в координатах электрического режима возникают колебания, т. е. токах или в напряжениях, то, соответственно, на выходе импедансного регулятора в сигнале рассогласования также имеются эти колебания, поэтому предлагается брать сигналы согласования и подавать на вход фазы-регулятора.

Запитання: А в чем эти рассогласования выражаются? У вас скорость опускания электродов чем задается? Ну, вот привод, у вас двигатель, он должен с постоянной скоростью опускать?

Відповідь: Он реагирует на любые изменения электрических параметров.

Запитання: Как? Ну, я понимаю, что у Вас плавка 2 часа, за два часа он должен опустить этот электрод и сжечь его.

Відповідь: Да, я рассматривала именно аварийные режимы, когда происходит колебание и дуга колеблется.

Запитання: В обычном режиме, не аварийном, как он работает? Просто с постоянной скоростью опускает?

Відповідь: Да, проплавляется ванна металла и опускается электрод.

Запитання: Возникло у Вас это короткое замыкание, начали болтаться эти провода, Бог с ними, к чему это приведет в существующей системе? Что, начинают дергаться электроды?

Відповідь: Да, начинают с той же частотой совершать продольные колебания электроды. Таким образом, это приводит к не стабильному процессу.

Запитання: Т. е. Вы вроде как ставите фильтр, который реагирует на эти колебания?

Відповідь: Нет, я устанавливаю не фильтр, а параллельно имеющимся регуляторам типовым я устанавливаю такие регуляторы, которые включаются в моменты последствий коротких замыканий, т. е. если говорить о коротких замыканиях, то их отрабатывают основные регуляторы, но если в сигнале рассогласования присутствуют возмущения, связанные с колебаниями гибких кабелей, что настраивается в интервалах варьирования, то включается фазо-регулятор, формирует сигнал в противофазе сигналу рассогласования, и после суммирования получаем компенсацию колебаний.

Запитання: А если напряжение на входе меняется, то что происходит с системой?

Відповідь: Изменение напряжения так же, как и тока, приводит к изменению сигнала рассогласования.

Запитання: А что в задатчике сопротивления задается?

Відповідь: Задается полное сопротивление дуги, так называемый импеданс.

Запитання: Только дуги?

Відповідь: Да, для каждой фазы. Значит, если у нас происходит деление напряжения на выходе печного трансформатора, где устанавливается датчик напряжения, на сигнал, пропорциональный току дуги, в результате мы можем получить сигнал, так называемого импеданса.

Запитання: Колебания кабеля где здесь учитываются?

Відповідь: Поскольку изменяются напряжения и токи – они реагируют на колебания гибких кабелей, т. е. в них начинаются возмущения.

Запитання: Просто изменяются токи и напряжения, да?

Відповідь: Да.

Запитання: Тогда зачем нам вообще модель вот этих вот колебаний? Вообще не пойму. Т. е. изменяются напряжения, токи, Вы их компенсируете и все?

Репліка Толочко О.І.: Там же изменяются функции этих сигналов. Они же изменяются не сами по себе.

Відповідь: Да, они изменяются, происходит деление сигналов, в результате сигнал рассогласования также имеет колебания, что приводит в результате к колебаниям электродов той же частоты, а для того, чтоб компенсировать эти колебания, предлагается фази-коррекция, т. е. параллельно для того, чтоб их скомпенсировать, и чтобы длины дуг стабилизировать.

Д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф. (член ради, спеціальність 05.09.01):

Запитання: Ну, понятно, конечно, тут меняется импеданс, это уже другой подход. В принципе можно было бы реагировать на отклонение производной. Она постоянная и на этом разобрать все.

Відповідь: По сути, так и есть.

Запитання: Ну, оно не совсем так, потому что все-таки сопротивление содержит и активную и индуктивную составляющую, а Вы рассчитываете только индуктивную, в принципе было бы правильно взять производную.

Головуючий на засіданні спеціалізованої вченої ради д.т.н., проф. Сивокобиленко В.Ф.:

Ну, хорошо, я думаю, что вопросов уже достаточно. Спасибо, отдохните.

Слово предоставляется научному руководителю Толочко Ольге Ивановне.

Науковий керівник, д.т.н., професор Толочко О.І. (член ради, спеціальність 05.09.03):

Висвітлює позитивний відгук з висновком про те, що Люта Анастасія Володимирівна підготувала добротну наукову роботу і заслуговує на присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук.

(Відгук наукового керівника додається).

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

Спасибо. Слово предоставляется ученому секретарю совета Ларину Аркадию Михайловичу для оглашения заключений организаций, где была выполнена работа (Донбасская государственная машиностроительная академия, ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»), и отзывов на автореферат, которые поступили в адрес совета.

Вчений секретар, к.т.н., доцент Ларін А.М. зачитує:

Висновок Донбаської державної машинобудівної академії, де була виконана дисертація, і ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», де була завершена робота над дисертацією, про наукову та практичну цінності дисертаційної роботи.

(Висновки додаються.)

Крім того, на адресу ради надійшло 11 позитивних відгуків на автореферат.

У тому числі:

- від вищих навчальних закладів - 9;
- від науково-дослідних і проектних установ - 1;
- від підприємств - 1.

Є зауваження.

1. ПАТ «Новокраматорський машинобудівний завод». Начальник КПЦ «НКМЗ – Автоматика» В. П. Верешко дав позитивний відгук без зауважень.

2. Інститут прикладної математики та механіки НАН України. Завідувач відділом теорії керуючих систем, д.т.н., проф. В. Н. Ткаченко дав позитивний відгук без зауважень.

3. Запорізька державна інженерна академія. Завідувач кафедри гідроенергетики, д.т.н., проф. А. В. Волков дав позитивний відгук із зауваженнями:

– на с. 2 автореферату вказана мала кількість (всього два) пунктів наукової новизни отриманих результатів в дисертаційній роботі, але як впливає зі змісту на с. 8 автореферату та патентів [10, 11], в роботі фактично присутні й інші аспекти наукової новизни (наприклад, спосіб захисту електродів при упорі в струмонепровідну шихту, дослідження впливу положення датчика напруги на роботу імпедансного регулятора потужності);

– з автореферату неясно, чим обґрунтована та підтверджена допустимість представлення гнучких кабелів у вигляді математичних маятників при розрахунках електродинамічних зусиль в них;

– з автореферату не зрозуміло, яким чином було розроблено лінгвістичні правила для фази-регулятора.

4. Приазовський державний технічний університет. Завідувач кафедри теплофізики та теплоенергетики металургійного виробництва, д.т.н., проф. В. А. Маслов дав позитивний відгук із зауваженнями:

– теоретичні та експериментальні дослідження проводились для ДСП-50 ПАТ НКМЗ. Бажані були б більш узагальнені практичні рекомендації для ДСП інших потужностей і продуктивностей.

5. Науково-технічний центр магнетизму технічних об'єктів Національної академії наук України. Зав. відділом проблем управління

магнітним полем, д.т.н., проф. Б. І. Кузнєцов дав позитивний відгук із зауваженнями:

– теорія синтезу оптимальних стохастичних систем керування, мінімізуючих дисперсію, є добре розробленою на сьогоднішній день. У рефераті доцільно було б навести порівняння дисперсії оптимальної стохастичної системи та синтезованої у роботі системи на основі фазі-коректорів;

– у авторефераті не наведено механізм налаштування параметрів фазі-коректорів, за допомогою яких мінімізується дисперсія довжини дуги електромеханічної системи керування приводом переміщення електродів дугових сталеплавильних печей.

6. Інститут електродинаміки Національної академії наук України. Заступник завідувача відділу перетворення та стабілізації електромагнітних процесів, д. т. н., проф. В. М. Михальський та старший науковий співробітник, к.т.н. І. А. Шаповал дали позитивний відгук із зауваженнями:

– наукові результати, на новизну яких претендує здобувачка, представлені занадто компактно і вузько, мабуть варто було б постаратися представити оптимізацію системи керування приводом переміщення електродів ДСП у вигляді третього пункту новизни;

– з тексту автореферату не зрозуміло, який привод переміщення електродів ДСП використовувався для дослідження – електро- чи гідропривод;

– оскільки привод переміщення електродів входить до складу самостійного агрегату ДСП – регулятора потужності печі, то з тексту автореферату не зрозуміло, як узгоджується вдосконалена система керування приводом переміщення електродів з регулятором потужності печі.

7. Одеський національний політехнічний університет. Завідувач кафедри електромеханічних систем з комп'ютерним управлінням, д.т.н., проф. В. А. Водічев дав позитивний відгук із зауваженнями:

– в авторефераті не пояснюється, яким чином встановлено, що розроблена методика оптимізації системи управління електроприводом переміщення електродів дозволяє зменшити енергоспоживання на 5,3 % і скоротити тривалість плавки на 3,2 %;

– на с. 12 стверджується, що результати розробки способу компенсації електромеханічних збурень можуть бути використані для будь-яких ДСП змінного струму ... на базі діючих мікропроцесорних систем управління. Чи слід це розуміти таким чином, що всі діючі ДСП мають мікропроцесорні системи управління, які здатні реалізувати функції фази-регуляторів?

8. НТУУ «Київський політехнічний інститут». Завідувач кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу, д.т.н., проф. С. М. Пересада та доцент тієї ж кафедри, к.т.н., доц. Б. І. Приймак дали позитивний відгук із зауваженнями:

– доцільно було б розглянути питання стійкості замкненої САР переміщення електродів печі з паралельним фазі-корегуванням. Адже, як відомо, фазі-логіка за своєю природою є суттєво нелінійною;

– з автореферату неясно чи існують достатні підстави для застосування апарату нечіткої логіки при розв'язанні задачі паралельного корегування. Адже ці системи більш складні в реалізації на відміну від класичних лінійних корегувальних пристроїв.

9. Українська державна академія залізничного транспорту. Завідувач кафедри автоматизованих систем електричного транспорту, д.т.н., проф. Я. В. Щербак та доцент тієї ж кафедри, к.т.н., доц. С. Г. Буряковський дали позитивний відгук із зауваженнями:

– з автореферату незрозуміло, як імітувалися короткі замикання на математичній моделі та в промислових умовах;

– аналогічні скалярні рівняння для різних фаз при математичному описі перехідних процесів варто було б об'єднати у векторно-матричні;

– в авторефераті мало уваги приділено синтезу фази-коректора;

- рисунок 5 скоріше відображає функціональну схему, ніж структурну.

10. ДВНЗ «Криворізький національний університет». Професор кафедри автоматизованого електроприводу, д.т.н., проф. А. П. Сінолиций дав позитивний відгук із зауваженнями:

- у авторефераті було б доцільно навести розроблену модель електротехнічної системи дугової сталеплавильної печі;
- у другому розділі відзначається, що під час плавлення піч працює із залишковим витрачанням електроенергії. Тому було б доцільно навести кількісні показники або відповідні графіки спожитої енергії;
- з тексту автореферату незрозуміло, як запропонована вдосконалена система управління приводу переміщення електродів буде реагувати на збурення з боку мережі живлення.

11. Запорізький національний технічний університет. Професор кафедри електроприводу та автоматизації промислових установок, д.т.н., доц. І. А. Орловський та доцент цієї ж кафедри, к.т.н., доц. Ю. А. Крисан дали позитивний відгук із зауваженнями:

- не має пояснень, як вибиралися або розраховувалися параметри фазі-коректора (як нелінійної ланки) для мінімізації дисперсії довжини дуги;
- у другому пункті наукової новизни не розкрито, для якої координати об'єкту синтезовано фазі-коректор;
- не пояснено, що позначено літерою m в рівнянні на стор. 11;
- з автореферату не зрозуміло, яким чином враховуються у системі керування параметри електромеханічної частини при зміні маси електродів.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

- Спасибо, Аркадій Михайлович. Анастасія Владимировна, Вам слово для ответов на замечания.

Здобувач Люта А.В.:

Я бы хотела дать пояснения по некоторым из отмеченных замечаний:

– по второму замечанию профессора Водичева В. А., хотелось бы сказать, что на современных ДСП, оснащенных микропроцессорными системами управления, уже имеются блоки фази-логики, поэтому применение данных разработок может быть использовано без дополнительных капитальных затрат;

– по первому замечанию профессора Щербака Я. В. и доцента Буряковского С. Г., хотела бы сказать, что короткие замыкания имитировались только в модели, во время эксперимента специально коротких замыканий не производилось, но исследовались графики, полученные после плавки в период расплавления металла, по которым также были видны моменты коротких замыканий и их последствия.

В принципе, на остальные замечания я ответила уже в ходе доклада и в ходе ответов на вопросы членов совета. С замечаниями редакционного характера – согласна.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

Есть вопросы по поводу ответов на замечания? Нет. Тогда перейдем к выступлениям официальных оппонентов. Слово предоставляется доктору технических наук, профессору **Паранчуку Ярославу Степановичу**, Национального университета «Львовская политехника», профессору кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок.

Офіційний опонент, д.т.н., професор Паранчук Я. С.:

Зачитує позитивний відгук (відгук додається) із зауваженнями:

1. Не приведено результати досліджень запропонованих рішень при дії **випадкових** збурень за довжиною дуги в одно- і **трифазній** цифровій моделях об'єкта керування. Випадкові збурення за довжиною дуги є основними у

плавильному просторі і силовому колі дугової печі. Тому проведення досліджень для отримання оцінок ефективності запропонованих у роботу рішень при відпрацюванні **випадкових** збурень є необхідним та важливим для підтвердження їх ефективності.

2. Для оцінки якості динаміки відпрацювання **детермінованих збурень** за довжиною дуги і спричинюваних механічними коливаннями гнучких кабелів у роботі використано **дисперсію**, яка є інтегральним показником властивостей **випадкових процесів**. Для цих збурень треба було використати інтегральні показники якості регулювання детермінованих впливів, зокрема інтегральний критерій якості від квадратичної форми. А оцінку дисперсії випадкових процесів зміни координат електричного режиму треба було отримати, але дослідження динаміки **при дії випадкових збурень** у роботі **не проведено**.

3. У роботі **координати** електричного режиму (струми, напруги, потужності...) підмінено терміном **параметри** електричного режиму. Чому?

4. У роботі спочатку доказано адекватність створеної цифрової моделі, а потім наводяться дані і аналізується точність інформаційно-виміральної підсистеми існуючого регулятора потужності дуг. Від показника точності цієї підсистеми залежить оцінка адекватності розробленої моделі і висновок про її адекватність. Чому дослідження виконано у такій послідовності ?

5. У розділі 3.5.2 (формула 3.13) використовується значення градієнта напруг на дугах β . Але у роботі не розкрито модель (схему чи спосіб) його експлуатаційного контролю, що необхідно для реалізації запропонованих у роботі рішень.

6. У роботі не приведено значення власних і взаємних індуктивностей по фазах, що розраховуються за створеною математичною моделлю. Чи простежується їх асиметрія по фазах і чи спостерігатиметься ефект "дикої" і "мертвої" фази при моделюванні трифазних режимів відпрацювання збурень

за довжиною дуги на розробленій цифровій моделі з врахуванням електромеханічних впливів від коливань гірлянд гнучких кабелів?

7. Не проведено детального аналізу отриманих на цифровій моделі (рис.2.18, рис.4) часових залежностей струмів дуг, які є важливими з огляду аналізу ефективності розроблених у роботі рішень. Зокрема, з них випливає, що розроблена система з нечітким коректором є двотемповою. Чи це так?

8. Чому діапазони зміни сигналу керування (-10, -4)В і (4, 10)В на переміщення електродів у роботі віднесені як такі, що відповідають режимам коротких замикань, а не як режимам коротких замикань і обривів дуг (і близьких до них) відповідно?

9. Чому у декількох місцях роботи стверджується, що нечіткий коректор “вступає у роботу миттєво”? Адже він формує на своєму виході корегуючий сигнал **на основі сигналу** розузгодження імпедансного регулятора як і сам діючий регулятор АРДГ і подає його у ту ж саму точку прямого каналу регулювання довжини дуги, куди поступає і сигнал самого регулятора АРДГ. Що розуміється під висловом “вступає у роботу миттєво”?

10. На рис.3.6 і рис.3.7 масштаб часу вибрано неправильно. На більшості інтервалу експерименту наведені часові залежності не є інформативними і їх треба вилучити. Натомість на інтервалі відпрацювання (регулювання) короткого замикання масштаб треба ”розтягнути“, щоб наочно показати процес зміни напруг дуг $u_d(t)$ на рівні миттєвих значень і отримати можливість провести глибший і точніший аналіз досліджуваних процесів.

11. Часові залежності $i_A(t), i_B(t), i_C(t)$ на рис.3.3 не інформативні. Чому б не показати їх на окремих трьох діаграмах з відповідним масштабом за часом, а натомість показано темну смугу з незрозумілою амплітудною модуляцією?

12. Розділи 3 і 4 варто було б поміняти місцями, тобто результати експериментальних досліджень подати в останньому розділі.

13. Тема дисертації не конкретизує суть розглядуваної задачі і отриманих рішень. Вона є занадто загальною. Цій темі відповідають десятки захищених дисертацій з удосконалення системи управління приводами переміщення електродів дугових сталеплавильних печей.

14. В авторефераті є граматичні неточності. Наприклад некоректними є вислови: "...вплив електромеханічних коливань гнучких кабелів на зміни дуг" і "електрична динаміка дуг" (стор.5, перший абзац); "формули вираження електродинамічних зусиль" (стор.7, третій абзац знизу); "...піч працює нестабільно із залишковим витрачанням електроенергії" (стор.8, передостанній абзац); "...використовувався принцип мінімізації дисперсії з метою її стабілізації" (стор.10, третій знизу абзац); "...перетворення сигналів управління з виходів регулювальників" (стор.10, другий абзац знизу) тощо.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

Анастасія Владимировна, прошу Вас ответить на замечания официального оппонента.

Здобувач Люта А.В.:

С замечаниями Ярослава Степановича я согласна, по некоторым хотела бы дать пояснение:

– по второму замечанию, я хотела бы сказать, что такой показатель, как дисперсия длины дуги, был выбран в моей работе, поскольку я хотела показать влияние колебаний гибких кабелей в результате на изменении длин электрических дуг. Поскольку речь идет о стабильности процесса плавки и стабильности процесса плавления, и изменения длин дуг, то я считаю нужным, что такой показатель, как дисперсия как раз показывает меру отклонения значений от нормы;

– по поводу десятого замечания, хотелось бы отметить, что в диссертационной работе были приведены графики не масштабированных

мгновенных значений напряжений и токов дуг, для того, чтобы по ним можно было оценить общее представление и общее влияние колебаний кабелей на изменение данных параметров. Например, как приводится на слайде, график мгновенного напряжения дуги. Здесь приводится масштабированный график, т. е. в диапазоне от 0,32 секунды до 0,5 секунды, т. е. приблизительно 0,2 секунды. В этот период времени мы не сможем проследить влияние колебаний гибких кабелей, так как период их колебаний составляет 5,5 секунд. Однако этот график действительно ценен для того, чтобы проследить форму изменения напряжений дуг и увидеть работу применяемых уравнений Касси.

С остальными замечаниями я согласна и постараюсь все учесть в дальнейшей работе.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:
Ярослав Степанович, Вы удовлетворены ответом?

Офіційний опонент, д.т.н., професор Паранчук Я. С.:
Да.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:
Слово предоставляется официальному оппоненту, кандидату технических наук, профессору **Коцюбинскому Виктору Семеновичу**, Донбасского государственного технического университета, профессору кафедры автоматизированных электромеханических систем.

Офіційний опонент, д.т.н., професор Коцюбинський В. С.

Висвітлює позитивний відгук (відгук додається) із зауваженнями:

1. У першому розділі зайву увагу було приділено конструктивним особливостям механізмів переміщення електродів ДСП.

2. Експериментальні дослідження виконані для об'єкта керування у сукупності з роботою регулятора потужності дуг. Це затрудняє оцінку впливу відхилень гнучких кабелів на процеси зміни струмів дуг без функціонування регулятора.

3. Фіксація переміщень гнучких струмопроводів за допомогою відеокамери навряд чи може забезпечити достатню точність вимірів.

4. При виведенні рівнянь, що описують провисання кабелів та законів їх коливань не сформульовані прийняті при цьому припущення. На мій погляд в дослідженнях слід було б врахувати пружні властивості гнучких кабелів. До того ж частину математичних перетворень з цього розділу доцільно було б винести в додаток.

5. В роботі відсутні пояснення щодо вибору частоти зрізу фільтрації сигналу розузгодження імпедансного регулятора.

6. У роботі велику увагу було приділено розгляду наслідків експлуатаційних коротких замикань. Однак не був розглянутий такий аварійний режим, як обрив дуги. Що було б у цьому випадку?

7. В роботі зустрічаються некоректні вирази, наприклад, «вільні загасаючі коливання» замість «повільно загасаючі коливання», «нестійкі режими роботи можуть тривати десятки хвилин», «мінімізація дисперсії з метою її стабілізації», «перехресні взаємовпливи», тощо.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

Ваши ответы на замечания официального оппонента.

Здобувач Люта А.В.:

С замечаниями Виктора Семеновича согласна и хотела бы по некоторым тоже дать пояснения:

– по поводу второго замечания хотела отметить, что экспериментальные исследования проводились на реальной печи в производственных условиях,

которая работала в совокупности с регуляторами мощности, и проводить исследования без влияния данных регуляторов, у меня не представлялось возможным. К тому же эксперимент подтвердил адекватность разработанной модели, что свидетельствует о том, что данные исследования, в принципе, можно считать достаточными;

– по поводу шестого замечания тоже хотела отметить, что действительно, в работе были проведены исследования при имитации коротких замыканий, а о таких режимах, как обрывы дуг, я не говорила. Но поскольку если при коротком замыкании происходит возрастание токов и снижение напряжений дуг, то при обрывах дуг происходит обратная ситуация и, таким образом, любые изменения токов приводят к изменению и электродинамических усилий. Поэтому в любом из данных случаев будут происходить колебания гибких кабелей.

С остальными замечаниями я согласна и учту.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:
Виктор Семенович, Вы согласны с ответом?

Офіційний опонент, д.т.н., професор Коцюбинський В.С.:
- Удовлетворён.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:
Переходим к обсуждению работы. Итак, у нас есть 5 докторов наук по этой специальности. Поэтому каждый может высказать свое мнение, оценку работы. Слово Дзюбану В. С.

Д.т.н., професор Дзюбан В.С. (член ради, спеціальність 05.09.03):

Я хочу сказать, что достойный соискатель. На мой взгляд, работа достаточно сложная с точки зрения того, что какие-то проблемы можно

решать по-разному, например, методами электроники, методами моделирования. И поставленная задача действительно достаточно сложная, и соискатель показала, что она в состоянии решать достаточно сложные технические задачи и в этой части, на мой взгляд, она достойна присуждения ученой степени. Ну, а недостатки может быть связаны с тем, что один руководитель ушел из жизни, а второй руководитель, может быть, слишком быстро пытался включиться в эту достаточно сложную работу. Ну, и главный недостаток, это конечно, что мы так и не услышали все-таки, что же делают другие ученые. То есть было ли это явление незамеченным или это пытались делать, но не смогли, потому что это достаточно сложно. То есть, первую главу, конечно, надо было бы более основательно проработать. Но в целом я считаю, что работа заслуживает нашего одобрения и её автор – ученой степени кандидата технических наук.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

Спасибо, Виталий Серафимович. И следующий по списку – Кондрахин В.П.

Д.т.н., професор Кондрахін В.П. (член ради, спеціальність 05.09.03):

Уважаемые коллеги, на меня работа произвела очень хорошее впечатление, особенно поразило, можно сказать, то, что давно мы не видели в кандидатских работах в последнее время то, что экспериментальная часть выполнена на натурном образце, причем на таком мощном объекте, как 50-ти тонная дуговая печь промышленная. Это действительно большой плюс работы. Задача решаемая очень сложная. Современная технология работы этих печей такая, что они используются в основном только для расплавления. Рафинирование, легирование уже в печь-ковшах происходит. Поэтому задача – как можно быстрее расплавить, причем происходит по несколько завалок в

процессе и фактически эти печи работают не тогда, когда уже расплавлен материал, как нарисовано, а когда там шихта, причем качество металлолома достаточно плохое. И дуга может гореть и горизонтально, и вертикально – как угодно. Это все, конечно, усложняет и на самом деле все намного сложнее. Но то, что у неё получился результат на 3 % сокращение времени плавки, это для производства колоссальный результат. Цикл плавки – 50-60 минут и каждая минута это живые деньги, это производительность печи. Поэтому я считаю, что это очень хорошая работа и буду голосовать «за».

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

Спасибо. Чичикало Н.И.

Д.т.н., професор Чичикало Н.І. (член ради, спеціальність 05.09.03):

Я оценивала работу с инженерной точки зрения. На мой взгляд, её можно было так сложно не решать. Все эти провисания и расстояния между кабелями являются постоянными и не меняются от одной плавки к другой. Поэтому их можно было просто экспериментально определить и учитывать потом в дальнейшем. Сделать базу данных. Поэтому в этом плане мне, как инженеру, задача показалась усложненной. Кроме того здесь что ещё не сделано: работа нагромождена дополнительными вычислительными процессами, точность которых несет определенные погрешности и, на мой взгляд, после экспериментальных исследований, нужно было основное внимание уделить процессу опускания электродов. Но, тем не менее, работу поддерживаю. Как выступающие сказали, вариантов решения задачи много. Я буду голосовать «за».

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

Спасибо. Член совета Шавьолкін О.О.

Д.т.н., професор Шавьолкін О.О. (член ради, спеціальність 05.09.03):

Я считаю, что как квалификационная работа, она все атрибуты содержит, включая и эксперимент. Но как замечание: автореферат и выступление существенно различаются. Автореферат такое впечатление у меня произвел, что не понятно, о чем вообще речь, что за кабели. А вот в докладе уже хорошо было все изложено. И хорошо докладывалась и отбивалась от докторов хорошо, нормально. Поэтому я тоже поддерживаю коллег в том, что Анастасия Владимировна заслуживает степени кандидата технических наук.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

Спасибо. Желаящие выступить ещё есть? Нет. Я думаю, мы уже можем оценить работу, долго слушали самого диссертанта, вопросы задавали, выступили члены совета по специальности. Поэтому есть предложение прекратить обсуждение. Хорошо. Тогда предоставим заключительное слово соискателю.

Здобувач, Люта А.В.:

Я хотела всех поблагодарить за то, что рассмотрели мою работу. Я постараюсь учесть все замечания в дальнейшем. Мне будет очень интересно продолжать сотрудничать с Ольгой Ивановной. Я хочу её поблагодарить за то, что она меня приняла. Поэтому я надеюсь на сотрудничество и в дальнейшем постараюсь учесть все замечания.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

Все у Вас?

Здобувач, Люта А.В.:

Да, спасибо.

Далі робота спеціалізованої вченої ради ведеться українською мовою.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

Оберемо лічильну комісію. Є пропозиція обрати лічильну комісію у складі 3 осіб: Саєнко Ю.Л., Гребченко М.В., Лущик В.Д. Є інші пропозиції? Є пропозиція проголосувати. Хто за такий склад лічильної комісії? Хто “проти”? Немає. Хто “утримався”? Немає. Приймається одногосно.

Оголошується перерва для таємного голосування.

(ПІСЛЯ ПЕРЕРВИ)

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

Заслухаємо голову лічильної комісії.

Голова лічильної комісії, член ради, д.т.н. Саєнко Ю. Л. оголошує протокол засідання лічильної комісії.

**ПРОТОКОЛ ЗАСІДАННЯ ЛІЧИЛЬНОЇ КОМІСІЇ,
ОБРАНОЇ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЮ ВЧЕНОЮ РАДОЮ Д 11.052.02
у Державному вищому навчальному закладі
«Донецький національний технічний університет»
Міністерства освіти і науки України**

«27» червня 2013 р.

Склад обраної комісії: Саєнко Юрій Леонідович;

Лущик В'ячеслав Данилович;

Гребченко Микола Васильович.

Комісія обрана для підрахунку голосів при таємному голосуванні щодо присудження Лютій Анастасії Володимирівні

наукового ступеня кандидата технічних наук.

Склад спеціалізованої вченої ради затверджений у кількості 19 осіб.

До складу спеціалізованої вченої ради додатково залучено _____ - _____

осіб з правом голосу.

Були присутні на засіданні 15 членів спеціалізованої вченої ради, зокрема 5 докторів наук за профілем розглянутої дисертації.

Роздано бюлетенів 15

Залишилось не розданих бюлетенів 4

Виявлено в урні бюлетенів 15

Результати голосування про присудження наукового ступеня кандидата технічних наук

Лютій Анастасії Володимирівні

подано голосів:

"За" - 14,

"Проти" - 1,

"Недійсних бюлетенів" - немає.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

– Запитання є? Немає. Хто за те, щоб затвердити протокол лічильної комісії – прошу голосувати. Хто «за»? «Проти»? Немає. «Утримався»? Немає. Прийнято одностайно.

Анастасія Володимирівна! Дозвольте мені від імені членів спеціалізованої ради привітати Вас з успішним захистом дисертації та присвоєнням звання кандидата технічних наук. Продовжуйте плавити метал якомога більше.

Ми повинні прийняти висновок спеціалізованої вченої ради Д11.052.02 щодо дисертаційної роботи Лютої Анастасії Володимирівни «Удосконалення систем управління приводом переміщення електродів дугових сталеплавильних печей», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи.

Звертаючись до членів ради:

Ви всі отримали проект висновку. Чи є зауваження щодо проекту висновку?

В обговоренні проекту висновку прийняли участь: члени ради д.т.н., професор Федоров М.М., д.т.н., професор Кондрахін В.П., д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф., д.т.н., професор Шавьолкін О.О., к.т.н. доцент Ларін А.М., д.т.н., професор Толочко О.І., д.т.н., професор Чичикало Н.І.

Після внесення до проекту висновку змін, він ставиться на відкрите голосування.

Головуючий на засіданні ради, д.т.н., професор Сивокобиленко В.Ф.:

– Отже, більш зауважень немає. Прошу проголосувати. Хто за таку редакцію висновку? Хто “За”? “Проти”? Висновок приймається одноголосно. На цьому ми закінчили свою роботу. Спасибі.

ВИСНОВОК

спеціалізованої вченої ради Д 11.052.02 при Державному вищому навчальному закладі “Донецький національний технічний університет” щодо дисертаційної роботи Лютої Анастасії Володимирівни “Удосконалення систем управління приводом переміщення електродів дугових сталеплавильних печей”, що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи.

Дисертаційна робота Лютої А. В. присвячена актуальній науково-прикладній задачі підвищення ефективності роботи дугових сталеплавильних печей за рахунок удосконалення систем управління приводом переміщення електродів шляхом компенсації електромеханічних коливань гнучких кабелів з використанням синтезованих нечітких коректорів.

Дисертаційна робота Лютої А. В. є завершеною науково-прикладною роботою, що виконана в Донбаській державній машинобудівній академії

згідно з планами наукових робіт кафедри автоматизації виробничих процесів по держбюджетним темам: Дк-06-2008 «Удосконалення енергозберігаючих технологій в автоматизованих системах машинобудування та металургії» (№ державної реєстрації 0108U010081), Дк-06-2011 «Підвищення ефективності автоматизації технологічних процесів металургії та машинобудування» (№ державної реєстрації 0111U007640).

1. Найбільш суттєві наукові результати, що отримані здобувачем, їх новизна:

– отримав подальший розвиток математичний опис електромеханічних процесів, що пов'язані з коливаннями гнучких кабелів живлення електродів дугових сталеплавильних печей в системах управління приводами переміщення, що дало змогу підвищити динамічну точність відпрацювання параметричних та координатних збурень у силовому колі живлення трифазних дуг;

– вперше за допомогою нечіткої логіки запропоновано корекцію сигналів управління типових електрогідравлічних регуляторів переміщення електродів, що дало змогу компенсувати коливання гнучких гірлянд та покращити стабільність процесу плавки.

2. Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій обумовлено експериментальними дослідженнями, виконаними на реальній ДСП-50 ПАТ НКМЗ, а також за допомогою статистичного аналізу даних з використанням М-критерію Барлетта. Розкид параметрів не перевищує 5 %, що вказує на те, що розроблена модель адекватна.

3. Значення роботи для теорії і практики.

Наукове значення роботи. Результатом дисертаційної роботи є удосконалення систем управління приводом переміщення електродів ДСП, що пов'язано з вирішенням питань відносно підвищення ефективності роботи

ДСП шляхом розвитку математичного опису електромеханічних збурень в силовому колі ДСП та розробки методів їх компенсації за рахунок використання сучасних методів фази-логіки.

Практична цінність роботи полягає в наступному:

– розроблена на основі створеної моделі електромеханічної системи управління приводом переміщення електродів ДСП методика розрахунку електричних параметрів силового кола та довжин дуг ДСП з урахуванням коливань гнучких кабелів;

– розроблена система управління приводом переміщення електродів ДСП, що дозволяє підвищити ефективність роботи ДСП за рахунок підвищення стабільності процесу плавки, зменшення витрат технологічної енергії та скорочення тривалості плавки, що підтверджується актом впровадження та патентом України;

– розроблено пристрій для захисту електродів від поломок з причини їх упору у струмонепровідну шихту, що підтверджується патентом України.

4. Рекомендації щодо використання результатів роботи.

Результати роботи можуть бути використані для удосконалення існуючих систем управління приводами переміщення електродів ДСП, а також у навчальному процесі.

5. Ступінь впровадження (використання) результатів дисертації на момент її захисту.

Розроблена система управління приводом переміщення електродів ДСП затверджена КПЦ «Автоматика» ПАТ НКМЗ і прийнята для промислового використання, що підтверджується відповідним актом.

Розроблені методики, алгоритми та моделі в дисертаційній роботі використовуються в начальному процесі, що підтверджується відповідними актами.

6. Рівень виконаних в дисертації розробок в порівнянні зі світовими.

Розроблений в дисертації спосіб компенсації електромеханічних коливань гірлянд гнучких кабелів на базі використання методу нечіткої логіки – фазі-коректорів сигналів управління регуляторів переміщення електродів відповідає рівню наукових досліджень у галузі електротехнічних комплексів та систем як у країнах СНД так і у зарубіжжі.

7. Мова та стиль викладення дисертації та автореферату відповідає вимогам встановленим до сучасних наукових публікацій.

8. Зміст дисертації відповідає спеціальності 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи та задовольняє вимогам МОН України, встановленим на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

9. Відповідність дисертації вимогам п.13 “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника” Кабінету Міністрів України.

Дисертаційна робота задовольняє вимогам щодо кандидатських дисертацій відповідно п. 13 “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника” Кабінету Міністрів України.

Дисертація Лютої А.В. є закінченою роботою, яка має нове рішення актуальної науково-прикладної задачі підвищення ефективності роботи дугової сталеплавильної печі за рахунок компенсації електромеханічних коливань гірлянд гнучких кабелів, що дозволяє зменшити чутливість системи управління приводом переміщення електродів дугових сталеплавильних печей до електродинамічного впливу коливань гнучких кабелів та має істотне значення для електроенергетичної галузі. Всі основні результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно.

На підставі результатів таємного голосування та прийнятого висновку Люта Анастасія Володимирівна заслуговує на присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи.

Головуючий на засіданні
спеціалізованої вченої
ради Д11.052.02, д.т.н., проф.

В.Ф. Сивокобиленко

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради Д11.052.02
к.т.н., доц.

А.М. Ларін

«27» червня 2013 р.