ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Ле Динь Хиеу на тему **«Разработка алгоритмов управления забойными скребковыми конвейерами на основе мягких вычислительных моделей»**, представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности **05.13.06 - «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)»** и состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 15 октября 2021г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 28.06.2021г., протокол №29; и повторно, в связи необходимостью замены выбывшего члена ЭК, 16.09.2021, протокол №31

Диссертация выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» на кафедре «Автоматизированных систем управления» института Информационных технологий и компьютерных наук.

Научный руководитель – Темкин Игорь Олегович, доктор технических наук, заведующий кафедры автоматизированных систем управления Национального исследовательского технологического университета «МИСиС».

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол №31 от 16.09.2021г.) в составе:

1. Кривоножко Владимир Егорович – профессор, д.ф.-м.н., профессор кафедры «Автоматизированных систем управления» НИТУ «МИСиС», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»;
2. Краснова Светлана Анатольевна, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории № 37 «Систем с разрывными управлениями» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук.
3. Кубрин Сергей Сергеевич, д.т.н., заведующий лабораторией, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В.Мельникова Российской академии наук» (ИПКОН РАН).

4. Певзнер Леонид Давидович, д.т.н., профессор, профессор кафедры автоматических систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет».
5. Соколов Сергей Михайлович, д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук».

В качестве ведущей организации утверждено Общество с ограниченной ответственностью «Промышленные технологии» (ООО «ПРОМТЕХ»), г. Москва.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Разработана двухэтапная процедура запуска приводов скребкового конвейера, с использованием анти S – образной схемы пуска («анти – S»), которая позволяет существенно снизить ударные нагрузки на конвейерную цепь за счет использования нечеткого регулятора натяжения цепи на приводах.
- Разработан алгоритм стабилизации натяжения цепи в условиях неравномерной нагрузки на приводы, который учитывает данные, полученные с помощью наблюдателя крутящего момента нагрузки в скользящем режиме в комбинации с НЛ-ПИД регулятором скорости движения цепи, позволяющий оперативно изменять параметры ПИД-регулятора, обеспечивая ошибку в пределах 2%.
- Разработан алгоритм управления скоростью и моментом двигателя «СДПМ», в котором впервые используется сочетание НЛ-ПИД регулятора и методов эволюционной оптимизации, обеспечивающих оперативную адаптацию параметров ПИД-регулятора при изменении нагрузки.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- На основе модели, имитирующей движение скребкового конвейера, проведены исследования способов запуска синхронного двигателя с постоянными магнитами, позволившие выбрать оптимальную схему запуска, способную в сочетании с использованием нечеткого регулятора натяжения цепи на приводах о беспечить снижение ударных нагрузок на скребковый конвейер.
- Построена математическая модель и разработан алгоритм управления натяжением цепи скребкового конвейера в процессе эксплуатации, основанный на управлении скоростью вращения двигателя СДПМ с использованием мягких вычислительных моделей, объединяющих нечеткие логические регуляторы и эволюционные методы: МРЧ-ПИД, ОСБ-МРЧ-ПИД оптимизации параметров регулятора.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

1. Проведены лабораторные исследования разработанных алгоритмов с использованием программного инструмента Matlab-Simulink 2018b-Control Desk dSPACE 2020, который объединяет центральную систему обработки dSPACE с PLC Siemens Simatic S7-317 и соответствующими датчиками, которые показали, что эти алгоритмы эффективны при различных условиях установки скребкового конвейера в шахтах Вьетнама.
2. Основные научные результаты данной работы приняты к использованию Ханойским институтом горной науки и технологий (ХИГНиТ) для разработки проектной документации на реализацию разработанных автором алгоритмов управления скребковым конвейером в подземных угольных шахтах провинции Куангнинь (Республика Вьетнам).

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

1. В работе корректно используются методы теории дифференциальных уравнений и теория автоматического управления, нечеткие логические системы, а также методы эволюционной оптимизации.
2. Использование «мягких вычислительных моделей» для управления работой скребкового конвейера обосновано согласованностью теоретических выводов с результатами экспериментальной проверки работоспособности моделей, алгоритмов и программ с использованием современных технологий моделирования.

3. Основные результаты диссертации опубликованы в реферируемых изданиях, а также докладывались на различных российских и международных специализированных научных конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном изучении и анализе объекта управления, в формулировании задач исследования и формировании принципиального подхода к их решению, в разработке имитационных моделей и получении основных научных результатов, обработке и интерпретации результатов компьютерных экспериментов, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Соискатель представил 5 научных работ, из которых 2 – в изданиях, входящих в рекомендуемый перечень ВАК РФ (по специальности диссертационной работы) и в базы Web of Science, Scopus.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени кандидата технических наук НИТУ «МИСиС» соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Ле Динь Хиеу соответствует критериям п.2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней, на основании выполненных автором исследований решена научно-техническая задача, заключающаяся в разработке системы автоматизации работы скребкового конвейера и соответствующих алгоритмов управления, которые должны функционировать в условиях неравномерной нагрузки и с учетом различных вариантов установки конвейерного желоба в шахтах Республики Вьетнам, конечная цель которых, заключается в повышении эксплуатационных характеристик конвейеров, достигается за счет стабилизации скорости перемещения и силы натяжения конвейерной цепи, а также оптимизации процесса запуска скребкового конвейера с использованием мягких вычислительных моделей.

Научная специальность полностью соответствует паспорту специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)» (пункты 3, 4, 15).

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Ле Динь Хиеу ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.13.06 - «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)»

Результаты голосования

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 (четырех) человек, участвовавших в заседании из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала:

за - 4 (четыре),

против – нет,

недействительных бюллетеней - нет .

Председатель Экспертной комиссии
Д.ф-м.н., профессор кафедры
«Автоматизированных систем управления» НИТУ «МИСиС»
Кривоножко В.Е.

«18» октября 2021г.