

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Нугуманова Раушана Римовича «Совершенствование привода жерновой мельницы применением плоского линейного асинхронного двигателя»

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук в диссертационный совет Д220.061.03 на базе ФГБОУ ВО «Саратовский

государственный аграрный университет

имени Н.И.Вавилова» по специальности

05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве

1. Актуальность темы исследования

Повышение энергетической эффективности электрооборудования технологических машин агропромышленного комплекса представляет собой одну из ветвей стратегического направления деятельности правительства России. Это подтверждается поставленной правительством Российской Федерации государственной программой «Развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы»: шифр 01.05 «Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие».

Недостатки, вносимые в электропривод передаточными механизмами и устройствами общеизвестны. Автор решает задачу автоматизации технологических установок АПК в новой постановке, используя безредукторный электропривод с линейными электродвигателями, интегрированными с исполнительным звеном привода жерновых мельниц. Отсутствие общих научно обоснованных подходов к проектированию таких приводов, открывающих пути значительного повышения энергетических характеристик и надежности привода и является проблемой, которую решает автор в рамках рецензируемой работы.

Основная цель работы – совершенствование электропривода жерновых мельниц решается за счет внедрения плоского линейного асинхронного двигателя (ЛАД). Практическая новизна разработки подтверждается полученными патентами РФ на изобретения.

Совершенствование технологических машин, с целью повышения энергетических показателей, несомненно представляет собой актуальную задачу, как в связи с неуклонным ростом стоимости электроэнергии, так и с точки зрения продовольственной безопасности страны.

Задачи исследования, сформулированные и решенные автором, действительно позволили продвинуться в решении основной цели работы. Полученные результаты позволили разработать инженерные методики расчета электропривода с плоским ЛАД и внедрить его в действующие предприятия АПК Республики Башкортостан.

2. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основная идея диссертации состоит в разработке нового типа электропривода для мукомольных жерновых мельниц на основе плоских линейных асинхронных двигателей. Такой подход обладает оригинальностью и соответствует основным тенденциям в развитии современного электропривода, направленным на ресурс- и энергосбережение и тесную интеграцию компонентов электропривода, ориентированную на создание мехатронных систем.

К наиболее значимым результатам диссертационного исследования следует отнести новый подход к построению привода жерновых мельниц и созданную математическую модель жерновой мельницы на основе привода с плоским ЛАД для расчета его производительности с учетом совместного действия электромагнитных и механических сил.

Новыми научными результатами, полученными автором, являются:

1. Усовершенствованная методика расчета электромагнитных сил, действующих на вторичный элемент плоского ЛАД;
2. Математическая модель мельницы с новым типом привода жерновов, учитывающая совместное действие электромагнитных и механических сил и свойства перерабатываемого материала;
3. Выявленные закономерности влияния на производительность жерновых мельниц параметров и характеристик линейного двигателя ЛАД и механической части установки.

Достоверность полученных результатов подтверждается:

1. Корректным обоснованием принятого математического аппарата для построения и анализа математических моделей плоской линейной асинхронной машины и привода жерновой мельницы на ее основе;
2. Сопоставимостью полученных результатов моделирования процессов в асинхронном электроприводе жерновой мельницы на предлагаемых моделях с результатами экспериментальных исследований на созданной автором экспериментальной установке жерновой мельницы с линейным приводом.

В диссертации сформулированы пять выводов, составленных в соответствии с задачами исследования. Они подтверждены значительным объемом исследований как экспериментального, так и теоретического характера, обладают новизной, что документально подтверждается государственной патентной экспертизой.

Вывод 1. Подтверждает решение задачи о разработке усовершенствованного электропривода для жерновых мельниц путем применения плоского ЛАД. Содержит информацию о техническом усовершенствовании – получении, плавном регулировании частоты вращения жерновов мельницы и предотвращении залипания муки в рабочей зоне при помоле. Доказывает повышение функциональных возможностей электропривода с предлагаемым дви-

гателем. Новизна и достоверность вывода подтверждена двумя патентами РФ на изобретение.

Вывод 2. Составлена конструктивно-технологическая схема электропривода, по которой разработана математическая модель. Математическая модель позволяет исследовать электропривод жерновой мельницы с учетом особенностей конструкции плоского ЛАД на основе его схемы замещения в среде объектно – визуального моделирования Matlab (приложение Simulink) и силы вязкого и сухого трения аналитическими методами в отдельности. Вывод является обоснованным, новым и достоверным.

Вывод 3. Является результатом теоретического исследования электропривода жерновой мельницы с плоским ЛАД. Содержит информацию об анализе влияния сил сопротивлений в рабочей зоне; продольном краевом эффекте в двигателе, его распределении и скорости распространения, зависимости от числа пар полюсов на основе параметров конкретного двигателя; механических характеристиках электропривода; производительности мельницы в зависимости от частоты вращения рабочего органа. Вывод является обоснованным и учитывает специфику рассматриваемого технологического процесса.

Вывод 4. Представлена программа экспериментальных исследований, на основе которой разработан экспериментальный образец жерновой мельницы с линейным электроприводом, проведены лабораторные испытания помола яровой пшеницы «Омская-36», результаты которых с достаточной точностью соответствуют данным теоретических исследований. Достоверность вывода подтверждена результатами экспериментальных исследований.

Вывод 5. Высокие эксплуатационные характеристики, надежность плоских ЛАД и технико-экономическая эффективность внедрения электропривода подтверждаются расчетами, испытаниями и актами внедрения в производство. Вывод считаю достоверным.

3. Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов по работе, списка использованных источников и приложений и содержит 118 страниц, 56 рисунков и 132 наименования используемой литературы.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Работа написана технически грамотным языком, хотя иногда встречаются погрешности стилистического плана (например, с. 27 последний абзац, первый абзац раздела 4.2), которых практически трудно избежать при написании подобной рукописи.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи исследования работы, научная новизна и основные положения, выносимые на защиту. Определена практическая ценность полученных результатов.

В первой главе рассмотрено современное состояние технологического оборудования для измельчения зерна. Показана перспективность применения в приводе жерновых мельниц плоских линейных асинхронных двигателей (ЛАД). Рассмотрены варианты технических решений жерновой мельницы с линейным электроприводом (ЛЭП) и предложен ряд конструктивных схем жерновых мельниц с линейным приводом.

Во второй главе на основе Т-образной схемы замещения получены аналитические выражения для расчета сил, развиваемых ЛАД, в том числе с учетом продольного краевого эффекта. На основе данных выражений составлена математическая модель привода ЖМ на базе плоского ЛАД позволяющая учесть силу вязкого (внутреннего) и сухого (внешнего) трения. Без учета ПКЭ показана возможность решения аналитическими методами. Для оценки влияния ПКЭ в приводе с ЛАД разработана математическая модель ЖМ в среде объектно-визуального моделирования Matlab (приложение Simulink).

В третьей главе проведено исследование взаимного влияния характеристик ЛАД, конструктивных параметров привода и технологических факторов на работу жерновой мельницы.

В четвёртой главе приводится описание экспериментальной жерновой мельницы с линейным электроприводом, разработанной с участием автора. Приведены программа и методика экспериментальных исследований, а также важнейшие результаты исследований.

Сопоставление теоретических и экспериментальных зависимостей показало, что их расхождение не превышает 7.32%, что позволяет использовать разработанные математические модели в практических расчетах и считать их адекватно отражающими физические процессы.

В пятой главе проведен расчет технико-экономической эффективности от внедрения жерновой мельницы с приводом на базе линейного асинхронного двигателя.

4. Значение полученных результатов для науки и практики

Ценность диссертационной работы для науки заключается в следующем:

1. Разработаны и защищены патентами РФ на изобретение варианты компоновки жерновой мельницы с плоским ЛАД, упрощающие конструкцию привода.

2. Впервые для предотвращения залипания муки в жерновых мельницах применен продольный краевой эффект, проявляющийся на концах магнитопровода в плоском ЛАД.

3. Проведен анализ сил сопротивлений, возникающих в рабочей зоне жерновов (сила вязкого и сухого трения), который позволяет определить производительность жерновой мельницы с линейным электроприводом при помоле разных зерновых культур.

Практическая значимость рассматриваемой диссертационной работы определяется проведенными исследованиями математической модели, позволившими дать рекомендации по проектированию приводов с плоскими ЛАД с ограниченным числом полюсов. Установленные закономерности могут быть использованы при инженерных расчетах не только жерновых мельниц, но и послужить методологической основой проектирования других аналогичных технологических машин в АПК. Это подтверждается практическим внедрением результатов диссертационной работы на предприятиях АПК: ОАО «Уфимский хлебозавод №7» и ООО «ИЛИШ – АГРО» Илишевского района Республики Башкортостан.

5. Полнота публикаций научных результатов

По теме диссертации автором опубликовано 10 статей, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК, получены два патента РФ на изобретения.

6. Замечания и вопросы по диссертационной работе

1. Неудачно сформулирован объект исследования: регулирование частоты и момента вращения двигателя служит для реализации требуемого технологического процесса. Объектом исследования является привод жерновой мельницы на основе плоского ЛАД и его характеристики.

2. В основу математической модели для определения силы, развиваемой ЛАД без учета краевых эффектов, положено уравнение 2.11. Что дает принятое упрощение и где вывод коэффициентов B_0 , B_1 и B_2 данного уравнения. Для линейных двигателей критическое скольжение часто > 0.5 , будет ли работать модель в этом случае? Сопротивление γ_2 определено выражениями (2.7) и (2.12). Какое использовано в модели и чем это обусловлено?

3. Графики рис. 3.1 и 3.2 не вполне соответствуют цели, поставленной в разделе.

4. На чем основано утверждение (с. 72) об отсутствии достоверного обоснования зависимости ПКЭ от числа пар полюсов ЛАД? Очевидно, что чем больше число пар полюсов, тем слабее проявление ПКЭ. На основании каких аналитических выражений построены зависимости рис. 3.13?

5. По формуле 3.2 амплитуда плотности первичного тока пропорциональна квадрату тока, как это получилось? Для чего построены кривые рис. 3.4 – 3.6, где их анализ, что из них следует?

6. На рисунках 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12 изображены механические характеристики в зависимости от перемещения индукторов ЛАД к оси жерновой мельницы – R , м. Более правильно было бы сказать, что они характеризуют их зависимость от положения индукторов ЛАД относительно оси жерновой мельницы – R , м. Для упрощения анализа рис. 3.8-3.12 следовало бы разместить на одном рисунке.

Раздел 4.1 определяет программу, но не методику экспериментальных исследований. Раздел 4.2 определяет не методику

проведения экспериментальных исследований, а требования к возможностям экспериментальной установки.

7. Заключение

Отмеченные замечания не снижают общей значимости проведенных автором работы исследований. По актуальности темы, научной новизне и результатам, их теоретической и практической значимости работа заслуживает в целом положительной оценки.

Диссертация Нугуманова Раушана Римовича соответствует паспорту специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение важной народно-хозяйственной задачи, направленной на повышение энергоэффективности и надежности жерновых мельниц путём внедрения линейных асинхронных электропроводов. Решение поставленной задачи существенно обогащает возможности технологических машин АПК.

Диссертация соответствует требованиям п.9 "Положения о порядке присуждения учёных степеней" постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Нугуманов Раушан Римович достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Профессор кафедры «Электротехника
и электроника» ФГБОУ ВО
«Новосибирский государственный
технический университет»,
д.т.н., профессор

Сапсалева Анатолий
Васильевич

«23» ноября 2016 г.

Подпись Сапсалева А.В. заверяю



Юридический адрес организации:
Россия, 630073, г. Новосибирск,
проспект К. Маркса, 20
Телефон: +7 909 532 3216
E-mail: sapsalevav@ngs.ru