

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента Бакирова Сергея Мударисовича на диссертационную работу Васильева Даниила Александровича «Повышение энергоэффективности сушки зерна за счет обоснования режимов работы электропривода», представленную в диссертационный совет 35.2.043.03 на базе ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса

Актуальность темы исследования

Решение производственных и научных задач по обеспечению продовольственной безопасности имеет особое значения для Российской Федерации. Одним из нестабильных, высокотехнологических и энергоемких процесса переработки сельскохозяйственной продукции является сушка зерна. Определение оптимальных и энергоэффективных режимов сушки, а именно электропривода зерносушильных агрегатов, является актуальной темой научного исследования. Научно обоснованные решения приведенные в работе соискателя позволяют снижать общее энергопотребление в зерносушильных установках.

Работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательской работы ФГБОУ ВО Удмуртского ГАУ на тему «Повышение эффективности работы технологических энергоустановок в сельском хозяйстве Удмуртской Республики», рег. №11601151005, и сонаправлена со стратегией устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года и с государственной программой Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики» в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 30 декабря 2017 г. № 1709, что подтверждает важность проводимых исследований.

Новизна исследования и полученных результатов диссертации

Научная новизна работы представлена обширным теоретическим обоснованием взаимосвязи параметров электропривода, направленных на повышение энергоэффективности, а именно:

- усовершенствована математическая модель изменения момента на валу при изменении частоты напряжения на зажимах и скольжения электродвигателя;
- математическая модель изменения скольжения, характеризующая качество преобразования электрической энергии в механическую, от активного и реактивного сопротивления обмоток статора и ротора асинхронного двигателя (АД);
- усовершенствована математическая модель изменения КПД от проводимостей статора и ротора асинхронного электродвигателя.

Новизна полученных результатов подтверждается: количественной зависимостью полной проводимостью одной фазы асинхронного электродвигателя от скольжения ротора, по которой можно оценить возможность снижения энергопотребления при изменении скольжения ротора за счет изменения частоты в диапазоне от 40 до 60 Гц и амплитуды напряжения на зажимах электродвигателя; разработанными алгоритмами расчетов параметров АД, выраженных через проводимости статора и ротора, для дальнейшего использования в системах автоматического управления частотой вращения; цифровой моделью асинхронного электродвигателя, позволяющей исследовать влияние различных параметров на энергоэффективность преобразования электрической энергии в механическую энергию вращательного движения; количественными зависимостями проводимостями (активной, индуктивной) от загрузки электродвигателей от 25 % до 125 % разной мощности от 1,1 до 11,0 кВт, позволяющей в дальнейшем определять оптимальные параметры работы АД.

Значимость для науки и практики полученных результатов

Полученные зависимости активных и реактивных составляющих мощности асинхронного двигателя в функции скольжения расширяют область знаний по оптимизации работы асинхронных электродвигателей с конкретной нагрузкой в рабочих машинах зерносушилки и могут быть использованы проектными организациями для выбора закона частотного управления при проектировании систем автоматического управления асинхронного электропривода. Результаты

исследования, проведенного соискателем, могут быть полезны для сельскохозяйственного производства с целью повышения энергетической эффективности и надёжности работы электропривода, а также для совершенствования учебного процесса при ведении дисциплин «Электрические машины» и «Электропривод».

Оценка содержания диссертации, ее завершенности в целом, и полноты изложения автореферата

В первой главе диссертации представлена информация о состоянии зерносушильной техники в регионе. Оценен уровень износа оборудования, его эффективность и необходимость модернизации. Рассмотрены способы и технические средства частотного регулируемых асинхронных электродвигателей, применяемых в зерносушильных агрегатах. Сформулированы основные научные и технические направления исследования.

По первой главе есть ряд замечаний:

1. В параграфе 1.2 не представлена количественная оценка способов сушки (стр. 25).
2. Заявленный вывод параграфа 1.3 о снижении КПД на 2-3 % не раскрыт в тексте.
3. Опечатка в выражении функции регулирования напряжения на зажимах электродвигателя $U_1=U(f, M)$.
4. На рисунках 1.6 и 1.7 не подписаны блоки (стр. 30).
5. На странице 33 диссертации указана не частота, а относительное значение частот f и f_1 .
6. Параграф 1.5 назван не корректно «Обоснование проблемы...», хотя в нем совсем нет обоснования.
7. При формулировании вывода 5 первой главы не учтены материалы достижений зарубежных авторов.

Во второй главе соискателем представлено теоретическое исследование параметров асинхронных электродвигателей с частотным регулированием.

Представлена цифровая модель и алгоритм определения параметров АД на основании схем замещения. Обоснована целесообразность развития теории асинхронных двигателей в условиях изменения частоты напряжения на зажимах электродвигателя; разработана математическая модель асинхронного двигателя по схеме замещения; разработан алгоритм определения параметров схемы замещения асинхронного двигателя; предложен способ оценки эффективности работы асинхронного двигателя на основе энергетического коэффициента полезного действия; описан способ частотного управления асинхронным двигателем.

По второй главе есть ряд замечаний:

1. На стр. 38 приведенный ток ротора и вторичный ток обозначены как одно и то же, хотя это не верно.
2. Скольжение ротора в первой главе обозначено буквой β , а во второй главе – s .
3. На странице 41, на рисунке 2.4 представлено не корректное название «Модель АД...» - либо это схема замещения, либо схема управления АД.
4. На странице 44 идет ссылка на рисунок 2.9, который показан на странице 57 и совсем не относится к рисунку.
5. Опечатка в названии параграфа 2.4.
6. Название параграфа 2.5 «Постановка задачи...» не корректно, так как все задачи, а именно диссертационной работы, поставлены еще в 1 главе.
7. На страницах 82 и 83 представлены 3-хмерные графики зависимостей $\cos \varphi$ и η от скольжения, а выражений не приведено.
8. На рисунке 2.30 указаны диапазоны моментов механической характеристики вентилятора, требующие пояснения.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований, подтверждающие эффективность метода повышения энергетической эффективности асинхронного двигателя. Описан метод перераспределения активных и реактивных составляющих токов в пределах номинального значения тока фазы. Разработаны алгоритм и способ косвенного контроля электромагнитного момента и угловой скорости асинхронного двигателя,

позволяющие проводить контроль этих параметров с достаточной точностью.

Замечание по третьей главе – на рисунке 3.1 (стр. 98) представлен явно не асинхронный двигатель серии АИР.

В четвертой главе получено уравнение для определения параметров агента сушки пшеницы в кипящем слое. Разработана модель электропривода для имитации процесса сушки зерна в кипящем слое. Проведены лабораторные исследования тепловой обработки зерна в кипящем слое. Представлена технико-экономическая оценка эффективности модернизации существующего комплекса послеуборочной тепловой обработки зернового материала путём применения предлагаемого способа частотного управления асинхронным электроприводом.

Замечания по четвертой главе:

1. Название параграфа 4.1 не корректное.

2. По рисунку 4.18 видно, что активная мощность при разных способах регулирования не изменилась и поэтому нельзя по данному графику проследить снижение энергопотребления процесса сушки зерна.

На основании анализа материала исследований можно сделать вывод, что они в целом соответствуют содержанию диссертационной работы. Направление исследований соответствует п. 5 паспорта специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса - «Электрооборудование, системы электроснабжения, автоматизированный электропривод, автоматизированный контроль и управление для мобильных установок, беспилотных аппаратов, технологических машин и поточных линий в АПК».

Автореферат в целом достаточно полно отражает выполненные исследования и полученные результаты.

В диссертации подробно раскрыты положения, выносимые на защиту. Предложенные решения представляются новыми и достаточно аргументированы. Структура диссертации в целом обладает внутренним единством, текст написан грамотным языком и качественно оформлен.

Обоснованность и достоверность основных положений, результатов и выводов диссертации

В работе достаточно полно использованы научные методы исследования, включая теоретические и экспериментальные подходы, математическое и физическое моделирование, а также использование компьютерной техники и статистический анализ экспериментальных данных.

Достоверность результатов теоретических исследований обусловлена использованием поверенных средств измерений и испытательного оборудования, имеющих сертификат об утверждении типа средств измерений Госстандарта РФ.

В работе сформулированы пять выводов, каждый из которых обоснован и обладает теоретической или практической значимостью. Первый вывод свидетельствует о возможности представления математической модели асинхронного двигателя с усовершенствованным набором переменных (проводимостей) состояния асинхронной машины. Второй вывод касается выбора энергоэффективных режимов работы электропривода. Третий вывод учитывает снижение перепада давления в слое при уменьшении веса пшеницы в процессе сушки, физико-механические свойства зерна и свойства агента сушки. Четвёртый вывод обоснован снижением энергоёмкости сушки зерна и интенсификации процесса сушки при реализации управляющих программ на основе целевых функций и результатов экспериментальных исследований. Пятый вывод основан на результатах испытания в СПК «Свобода» Увинского района Удмуртской Республики и расчётах эффективности внедрения предлагаемого оборудования.

Предложенные рекомендации и направления дальнейших исследований имеют как теоретическую значимость для развития научного знания, так и практическую ценность для предприятий, на которых может быть применено предлагаемый способ управления АД. Основные положения и научные результаты, полученные лично автором, отвечают критериям оценки диссертаций по новизне.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

По теме диссертации автором опубликовано двадцать четыре печатных работы, из которых восемь представлены в журналах из перечня ВАК, две работы индексируются в международной базе Scopus. Апробация основных положений диссертационной работы подтверждена на всероссийских и отраслевых конференциях. Также автором получено два свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания по диссертации и автореферату

1. Присутствует опечатка в названии научной специальности 4.3.2.
2. Нет связи параграфов первой главы между собой и перехода на 2 главу.
3. На страницах 52-55 в теоретическом исследовании представлены расчеты конкретных значений, снижающие важность теоретических данных.
4. В параграфе 2.3 на рисунках и в описании представлена цифровая модель нежелезнодорожная математическая.
5. В выводах по 2 главе не представлена количественная оценка энергоэффективности.
6. Какова цель разработки параграфов 4.1-4.4? Задача по расчету сушки зерна не стояла – зачем ее решать?
7. На странице 156 представлен «тариф на реактивную мощность... 0,6 руб./кВАр*ч», который к потребителю электрической энергии по сушке зерна не относится. Следовало бы рассчитать снижение потерь электроэнергии за счет снижения полного тока в питающей линии.

Несмотря высказанные замечания, работа соискателя не теряет своей актуальности и значимости, поэтому заслуживает положительной оценки.

Заключение

На основании анализа материала диссертации и автореферата работа является законченным научно-техническим исследованием и соответствует требованиям пп. 9-14 раздела II «Положения о присуждении ученых степеней»,

утвержденного Правительством Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 25.01.2024 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Васильев Даниил Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент

Бакиров Сергей Мударисович

доктор технических наук (05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве, 2021 г.)

Доцент

Заведующий кафедрой «Электрооборудование, энергоснабжение и роботизация»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологий и инженерии имени Н. И. Вавилова» (ФГБОУ ВО Вавиловский университет)

Россия, 410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3

Телефон: 8 (8452) 23-32-92

E-mail: rector@vavilovsar.ru; s.m.bakirov@vavilovsar.ru

Подпись Бакирова С.М. заверяю

Ученый секретарь ученого совета

ФГБОУ ВО Вавиловский университет



Марадудин А.М.

06.06.2024 г.