

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Оренбургский госу-
дарственный аграрный университет»
кандидат биологических наук, доцент



Гончаров Алексей Геннадьевич

мас 2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет» 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. Сушка зерна является энергоемким процессом. В сельскохозяйственном производстве применяют разнообразное зерносушильное оборудование, которое отличается конструктивно-технологическими схемами исполнения. Общее регулирование потребляемой мощности сушки зависит от многих факторов, в том числе: от работы приточной системы, системы подачи топлива, газоочистного оборудования (циклоны, фильтры для конвективных сушилок), механической системы перемещения зерна в сушильных камерах, основным оборудованием которых является электропривод.

Использование автором научно-обоснованных алгоритмов управления и режимов работы электропривода в системах сушильного агрегата является эф-

фективным и инновационным решением, которое способствует снижению потерь энергии на 4-5%, увеличению производительности на 6-18% и сокращению энергопотребления на 1-4%.

Диссертация Васильева Д.А. актуальна, так как посвящена повышению энергоэффективности сушки зерна за счет обоснования режимов работы электропривода, что положительно сказывается на экономической эффективности сельскохозяйственных предприятий, но и способствует более эффективному использованию ресурсов и снижению негативного влияния на окружающую среду.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна. Соискателем проанализировано более 150 научных работ. На основании выявленных научных достижений по изучаемым вопросам и стоящих новых задачах автором разработана и реализована имитационная модель, позволяющая идентифицировать основные технологические параметры процесса сушки зерна в кипящем слое, исследовать энергетические характеристики и параметры электропривода, проведены лабораторные исследования, расчеты экономической и энергетической эффективности. Достоверность результатов теоретических исследований обусловлена использованием поверенных средств измерений и испытательного оборудования, имеющих сертификат об утверждении типа средств измерений Госстандарта РФ в региональном отделении ФБУ «Удмуртский ЦСМ». Результаты испытаний пшеницы соответствии ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия» получены в испытательной лаборатории «Гранум». Для обеспечения достоверности полученных результатов в работе применяются общепринятые теоретические положения и методы.

Научная новизна и практическая значимость работы заключается в исследовании энергетических характеристик асинхронного двигателя на предложенной схеме замещения, выраженной через проводимости статора и ротора. Разработанная математическая модель процесса сушки в кипящем слое позво-

ляет выполнять расчёт параметров процесса сушки в зависимости от свойств зерна и агента сушки, дополняя методики расчетов режимов и параметров работы зерносушильного оборудования. Разработанная автором математическая модель позволяет оптимизировать процесс сушки зерна в кипящем слое. Модель учитывает свойства зерна и позволяет рассчитать необходимые параметры процесса сушки, снижая неравномерность сушки и уменьшая энергозатраты.

Оценка структуры и содержания работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы из 153 наименований. Работа изложена на 211 страницах, на которых приведены 22 таблицы, 71 рисунок и 7 приложений.

Во введении автором приведены актуальность темы, цель, задачи, отражены научная новизна и практическая значимость работы, предмет, объект и методы исследования, обозначены основные положения, выносимые на защиту, практическая и теоретическая значимость работы, степень достоверности и личное участие автора.

В первой главе автором представлен аналитический обзор условий функционирования объектов послеуборочной обработки зерна в Удмуртской Республике, характерными особенностями которых является короткий период уборки и повышенные значения влажности зернового вороха, достигающей 30 %.

Во второй главе автором рассмотрена теория и практика частотно-регулируемых АД, методы их расчета. Используя формулы, известные в электротехнике для преобразования в электрических цепях выполнения перехода от Г-образной схемы замещения, содержащей активные и индуктивные сопротивления, к эквивалентной схеме замещения одной фазы асинхронного двигателя, содержащей активные и индуктивные проводимости. При этом не вводились какие-либо дополнительные зависимости или коэффициенты, в результате чего преобразование является абсолютно эквивалентным, а все допущения, которые принимаются для схем замещения двигателя, относятся к новой схеме замеще-

ния. На этой основе обоснована и предложена схема замещения одной фазы асинхронного двигателя, выраженная через проводимости статора и ротора. По найденным аналитическим зависимостям проводимостей для предложенной схемы замещения, можно рассчитать соответствующие им токи и мощности электрической цепи. Представленная математическая модель в целом позволяет исследовать процессы, происходящие в двигателе и анализировать энергетические характеристики в установившихся режимах работы. По результатам теоретических и экспериментальных исследований энергетических процессов в АД установлено, что при обосновании энергоэффективных режимов частотно-регулируемых АД необходимо учитывать не только коэффициент полезного действия, но и коэффициент мощности. В качестве показателя эффективности работы АД в установившихся режимах работы предлагается использовать энергетический КПД, выраженный в относительных единицах (ξ , о.е.), равный отношению произведения активной проводимости цепи ротора q_{2s} и полной активной проводимости фазы q к полной проводимости u .

В третьей главе автор разработал и создал лабораторный стенд для исследования асинхронного двигателя АИР100S4. Провел экспериментальные исследования, которые подтверждают гипотезу, полученную при теоретическом исследовании: в АД имеется возможность изменять соотношение между активной и индуктивной составляющими мощности, путем одновременного воздействия частотой сети, подведенной к фазе, и амплитудой напряжения, и, как следствие – изменять энергетические характеристики АД. На основании результатов проведенного анализа АД также сделал вывод, что двигатель будет работать с минимальными потерями, если изменять амплитуду напряжения питания так, чтобы скольжение АД было равно критическому значению s_{ξ} для заданной частоты. Для исследуемого двигателя АИР100S4 критическое значение равно $s_{\xi}=0,061$ при частоте сети 50Гц.

В четвертой главе автором была разработана имитационная модель процесса сушки пшеницы в кипящем слое, позволяющая идентифицировать основ-

ные технологические параметры процесса сушки зерна в кипящем слое, исследовать энергетические характеристики и параметры электропривода. С целью установления адекватности предложенной модели проведены опыты в специально созданной экспериментальной сушильной установке. Разработанная имитационная модель сушильной установки позволяет исследовать энергетические характеристики и параметры процесса сушки зерна, учитывая физико-механические свойства зернового вороха. Годовой экономический эффект от предложенной системы управления асинхронным электроприводом при тепловой обработке зерна составляет свыше 36 тысяч рублей. Срок окупаемости капитальных вложений составит 3 года.

В заключении сформулированы основные результаты проведенных исследований.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Предложенные автором рекомендации по управлению и режимам работы электропривода в системах сушильного агрегата является эффективным и инновационным решением, которое способствует снижению потерь энергии на 4-5%, увеличению производительности на 6-18%. Результаты исследований целесообразно использовать при подготовке кадров по направлению «Агроинженерия» и повышения квалификации специалистов и руководителей сельскохозяйственных предприятий.

Представленная диссертационная работа выполнена соискателем на достаточном научном уровне и имеет завершённый характер. Содержание основных выводов по работе соответствует поставленным задачам, решение которых позволило достигнуть цели исследования. Результаты исследования подтверждены протоколом и актом о внедрении результатов научных исследований.

Оценивая работу в целом положительно, считаем необходимым высказать ряд вопросов и замечаний частного характера:

1. Как можно оценить возможность применения результатов работы на асинхронные машины серий 4А, 5А, 6А или специальных серий, если исследо-

вания проводились для асинхронных машин серии АИР (стр. 76, приложение Г диссертации)?

2. Почему в качестве критерий эффективности сушки зерна принято значение удельной мощности, обычно это энергоемкость.

3. Многие экспериментальные графики в работе приведены без указания доверительных интервалов и соответствующих пояснений этому. Кроме того, было бы целесообразно привести в диссертации более подробное описание использовавшихся при проведении такого рода исследований экспериментальных установок.

4. Рисунок 5 автореферата – это рабочие ветви механической характеристики асинхронного ЭД серии АИР, причем их можно описать простейшим уравнением прямой, коэффициентом аппроксимации 0,99. С какой целью они представлены в автореферате?

5. Из текста диссертации непонятно, как выполнено масштабирование результатов, полученных на экспериментальной установке к промышленной сушилке.

Соответствие диссертации и автореферата предъявляемым требованиям. Диссертация и автореферат соответствуют предъявляемым требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Автореферат согласуется с диссертацией по всем разделам.

По теме диссертационного исследования опубликовано 24 научных работы, в том числе 8 научных статей в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК по группе научных специальностей диссертационного исследования, две научные статьи – в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных Scopus. По результатам исследований получены 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

Диссертация и автореферат соответствуют паспорту специальности 4.3.2. «Электротехнологии, электрооборудование и электроснабжение агропромышленного комплекса» следующего раздела «Электрооборудование, системы

электроснабжения, автоматизированный электропривод, автоматизированный контроль и управление для мобильных установок, беспилотных аппаратов, технологических машин и поточных линий в АПК».

Заключение

Диссертация Васильева Даниила Александровича на тему «Повышение энергоэффективности сушки зерна за счет обоснования режимов работы электропривода» соответствует паспорту специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и электроснабжение агропромышленного комплекса, имеет внутреннее единство и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований, содержатся решения задач повышения энергоэффективности сушки зерна за счет обоснования режимов работы электропривода, и содержащей совокупность результатов, представляющих новое решение актуальной научно-технической задачи, имеющей существенное значение при проектировании новых и совершенствовании существующих способов применения электротехнологий и электрооборудования в сельском хозяйстве.

Представленная к защите диссертация соответствует требованиям п. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам автор Васильев Даниил Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и электроснабжение агропромышленного комплекса.

Отзыв рассмотрен и одобрен на расширенном заседании кафедры «Электротехнологии и электрооборудование» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет» от 15.05.2024 г., протокол №9.

Заведующий кафедрой

«Электротехнологии и электрооборудование»

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Рахимжанова Ильмира Агзамовна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет»,
460014, Приволжский федеральный округ, Оренбургская область, г. Оренбург,
ул. Челюскинцев, д. 18.

Телефон: 77-48-74, 77-52-30

E-mail: rector@orensau.ru

Подпись, ученую степень, ученое звание и должность И.А. Рахимжановой и заверяю

Заместитель начальника

по кадровым вопросам управления

правового и кадрового обеспечения



Н.В. Бибко