

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук **Краснова Ивана Николаевича** на диссертационную работу **Голованова Александра Александровича** на тему «Параметры и режимы работы безредукторного электропривода сепаратора молока», представленную в диссертационный совет 35.2.019.03 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский аграрный университет имени И.Т. Трубилина» к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Актуальность темы диссертации

Увеличение производства молока в России и повышение эффективности производственных процессов способствуют продовольственной безопасности и независимости страны, правительством которой в этом направлении принят ряд проектов по развитию АПК. В них большая роль отводится технологиям получения, первичной обработки и переработки молока, а также совершенствованию технических средств их реализации.

Молочное скотоводство представляет одну из самых сложных отраслей сельского хозяйства, в котором большая часть производимого молока подвергается переработке, в том числе в Краснодарском крае, на основе хозяйств которого проведена значительная часть исследований соискателя. Повсеместно на молочных фермах и комплексах, а также на специализированных предприятиях по переработке молока используется процесс сепарации его, в основу которого заложен метод центробежного разделения молока на сливки и обрат. Используемые для этого сепараторы-сливкоотделители энергоёмки и имеют сложный механический привод.

Несмотря на значительные успехи отдельных отечественных и зарубежных учёных и научных коллективов в решении разных вопросов функционирования сепараторов молока, всё ещё далеки от совершенства многие технологические и энергетические вопросы совершенствования их, в том числе касающихся привода сепаратора и теплообменных процессов в нём.

В связи с изложенным, разработки соискателя по безредукторному электроприводу сепаратора молока и обоснованию его параметров применительно к условиям хозяйств АПК представляются весьма важной для науки и

практики страны актуальной задачей, имеющей существенное значение для молочной отрасли и энергетики АПК.

**Степень обоснованности научных положений, выводов
и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе,
их научная новизна и достоверность**

Анализируя сформулированные автором положения и выводы по диссертационной работе, необходимо отметить, что получены они соискателем на основе анализа и систематизации предшествующих исследований по исследуемому научному вопросу, а также производства собственных аналитических и экспериментальных исследований, выполненных в лабораторных и производственных условиях на достаточно высоком уровне с использованием современного измерительного оборудования.

Общие выводы соискателем сформулированы по результатам анализа содержания основных глав диссертации.

Первый вывод вытекает из обзора предшествующих исследований рассматриваемого вопроса, анализа существующих решений повышения энергоэффективности переработки молока сепарированием. Он решает первую задачу исследований. Вывод обоснован материалами первой глав, новизна его заключается в разработке усовершенствованного безредукторного электропривода сепаратора молока и его конструкции с возможностью дополнительного подогрева сепарируемого молока теплом от электродвигателя. Однако в выводе не указано хотя бы удельное его количество.

Второй вывод содержит перечень рекомендуемых параметров безредукторного электропривода сепараторов молока номинальной мощности 4 и 7,5 кВт, достоверно подтверждённый материалами исследований, изложенными во второй и третьей главах диссертационной работы. Вывод является в принципе решением третьей задачи исследований.

В третьем и четвёртом выводах отмечен достоверный факт модернизации математической модели безредукторного электропривода сепаратора молока на базе теории обобщённого электромеханического преобразователя энергии и теории теплопередачи в соответствии со второй задачей исследований, а также показана возможность с её помощью повышения показателей энергоэффективности такого привода в части КПД и удельной материалоёмкости, предусмотренных третьей поставленной задачей.

Пятым выводом решаются также аспекты работы безредукторного электропривода сепаратора молока и обоснования его параметров, преду-

смотренных третьей задачей исследований. Вывод содержит новые научные данные по мощностным показателям привода с поддержанием номинальной частоты вращения барабана сепаратора производительностью 3 т/ч. Вывод достоверно подтверждён материалами второй и третьей глав диссертации, однако оптимальность этой производительности для условий молочных хозяйств в работе непосредственно не обоснована.

Шестой вывод решает предпоследнюю четвертую задачу исследований по проведению физического эксперимента на образце сепаратора с безредукторным электроприводом и сравнению их с теоретическими данными в части степени влияния его на подогрев сепарируемого молока, частоты вращения ротора, КПД установки и мощности привода. Вывод нов и достоверно подтверждён результатами исследований, изложенными в третьей главе.

В седьмом выводе приведены сведения об экономической эффективности использования предложенных соискателем технологических и технических решения и разработок в условиях фермерских и малых хозяйственных образований, однако в нём не указано, для какого количества сепараторов относится указанный экономический эффект.

Следует отметить, что формулировка выводов в диссертационной работе соответствует таковой в автореферате.

Достоверность и новизна результатов исследований

Результаты работы, проведенной соискателем, достоверно подтверждены данными теоретических и экспериментальных исследований, имеют научное и практическое значение в решении вопроса повышения эффективности переработки молока сепарированием путём совершенствования его безредукторного электропривода. Теоретические исследования выполнены с применением основных законов механики, электротехники, гидравлики, теплотехники и теории планирования эксперимента.

Экспериментальные исследования включали наряду с математическим моделированием безредукторного электропривода сепаратора молока проведение опытов на усовершенствованных конструкциях сепараторов с мощностью такого привода 4 и 7,5 кВт. Их результаты обработаны методами статистики, проверены в хозяйственных условиях. Получены графические зависимости исследуемых параметров, оценены погрешности их определения. Обоснованы оптимальные условия работы исследуемого безредукторного электропривода на сепараторах производительностью 3 т/ч.

Соискатель предложил решение рассматриваемого вопроса общей проблемы энергозатрат при переработке молока за счет замены в сепараторе механического привода на безредукторный с использованием получаемого в электропитании тепла на подогрев сепарируемого молока в условиях производства его малыми хозяйственными образованиями.

Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, общих выводов в виде заключения по работе, списка литературы и приложений, сброшюрованных в едином томе. Работа изложена на 204 страницах машинописного текста, из которых основной текст содержит 155 страниц. Список литературы включает 119 наименований, в том числе 10 на иностранных языках.

Приложения включают таблицы обработки результатов экспериментов, промежуточные расчёты и выводы, программные материалы, акты внедрения результатов исследований и патенты на изобретения.

Изложена и оформлена диссертация достаточно грамотно; выводы, суждения и предложения производству аргументированы.

Основное содержание диссертации соответствует требованиям ВАК. Она имеет все компоненты кандидатской работы, является вполне завершённой по решению важного народнохозяйственного вопроса повышения энергоэффективности сепараторной установки для переработки молока в хозяйствах. Оформлена диссертация, в основном, в соответствии с современными требованиями, однако имеется и ряд редакционных неточностей.

Во **введении** обоснована актуальность изучаемого вопроса, сформулирована цель исследований, практическая значимость работы и положения, выносимые на защиту. Даны также научная новизна, сведения по реализации результатов исследований, апробации работы и публикаций по ней.

Однако в нём нет поглавного обзора и анализа материалов диссертационной работы, а характеристика признаков работы дана реферативно.

В **первой главе «Состояние вопроса и постановка задачи исследования»** представлены данные о состоянии развития молочного животноводства за последнее время и дан прогноз на ближайшее время в части дальнейшего роста производства молока, в том числе в малых и средних фермерских хозяйствах, что вызывает необходимость расширения мощностей по переработке молока на основе его сепарирования. Дан обзор и анализ состояния исследуемого вопроса по результатам публикаций исследований и технологическим разработкам сепарирования молока в хозяйствах различных катего-

рий, а также применяемых в них электрических приводов. Отмечены недостатки существующих редукторных приводов. Показана перспективность безредукторного электропривода сепаратора молока, его дальнейшего совершенствования. Представлены доказательства необходимости разработки математических моделей такого привода сепараторов молока с учётом возможности передачи получаемого при этом тепла непосредственно молоку в процессах обязательного нагрева его перед сепарацией. Выявлены основные возможные направления, позволяющие обеспечить энергосбережение при переработке молока. Сформулированы цель и задачи исследований.

Задачи исследований поставлены в достаточной мере для решения поставленного вопроса, их решение раскрыто в последующих главах работы

Текст главы соответствует установленным требованиям по его оформлению, однако выводы по ней представляются лишними. Само же название главы недостаточно точно отражает тему диссертационной работы, в том числе и по количеству решаемых задач.

Во второй главе «Теоретические исследования и моделирование работы безредукторного электропривода сепаратора молока» в качестве объекта представлена усовершенствованная конструкция сепаратора молока на базе безредукторного электропривода, в котором молоко сначала подогревается теплом обмотки и магнитопровода статора в роли корпуса сепаратора, охлаждая их и повышая удельную мощность сепаратора. Подогрев молока продолжен и в барабане сепаратора, выполняющего функции ротора электропривода. Разработана математическая модель безредукторного электропривода сепаратора молока на основе теории обобщённого электромеханического преобразователя энергии. В диссертации она представлена в трёхфазной системе координат (α , β и γ) в виде системы дифференциальных уравнений, в свою очередь разбитых на несколько подсистем для расчёта электромагнитных, электромеханических и тепловых характеристик. Далее для протекающего молока через полости статора и ротора электропривода сепаратора получены уравнения, описывающие изменение температуры и теплового состояния их за время Δt .

Решение полученных уравнений дано алгоритмами программной среды MatLAB с определением функциональных зависимостей между электромагнитными и энергетическими параметрами безредукторного электропривода. Исследована работа привода в режиме пуска сепаратора, установившегося режима с отбором тепла молоком и режима торможения. Получены характеристики переходных процессов и функциональных связей между исследуе-

мыми параметрами при различных значениях воздушного зазора между статором и ротором. Для оценки эффективности применения сепаратора с безредукторным электроприводом получена зависимость для определения его КПД. Определены номинальные входные параметры электропривода сепараторов мощностью 4 и 7,5 кВт.

В третьей главе «Методика и результаты экспериментальных исследований» представлены материалы, касающиеся вычислительного эксперимента и исследований натурального образца усовершенствованного сепаратора. Для решения задач вычислительного эксперимента автором диссертации применён метод его планирования. В нём в качестве переменных факторов приняты величина амплитуды напряжения сети (U , В); частота напряжения сети (f , Гц); плотность сепарируемой жидкости (J , кг/м³) и активное сопротивление ротора-барабана R_2 . Обработка результатов экспериментов предусмотрена применением компьютерных программ. На основании расчетов системы уравнений, приведенных во второй главе, получены графические зависимости вращающего момента, скорости вращения барабана сепаратора, энергетических показателей (КПД, $\cos \varphi_1$), температур нагрева молока в статоре и барабане-роторе от принятых в эксперименте факторов. Показана степень их влияния на исследуемые показатели.

Здесь же изложены и результаты исследований натурального образца исследуемого сепаратора, в котором использован безредукторный электропривод мощностью 4 кВт. На нём экспериментально подтверждена работоспособность такого привода сепаратора, определены энергетические и электро-механические параметры его, построены регулировочные и рабочие характеристики, представлены данные по сравнению параметров и характеристик сепараторной установки на базе безредукторного электропривода с классической (редукторной) сепараторной установкой, установлены КПД сепараторной установки обоих вариантов исполнения. Адекватность модели и результатов математических экспериментов оценена с применением программного комплекса «Statistika».

Предложенные технико-технологические решения защищены патентом на изобретение, могут быть использованы проектными организациями и предприятиями сельхозмашиностроения при разработке стратегий развития АПК и молочной отрасли животноводства.

В четвёртой главе «Технико-экономическое обоснование безредукторного электропривода сепаратора молока» приведены результаты расчёта стоимости модернизации сепараторной установки для переработки

молока при организации её серийного производства в сравнении с сепаратором марки «Сепаратор-сливкоотделитель Г9ОСП-3» мощностью 4 кВт и производительностью 3 т/ч применительно к фермерским хозяйствам. Установлена возможность получения существенной прибыли в расчёте на 100 сепараторов при сроке окупаемости инвестиций в проект около 3 лет.

Материалы диссертационной работы достаточно полно опубликованы соискателем в открытой печати. Им опубликовано 12 научных работ, в том числе 4 статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Новизна технических решений защищена патентом на изобретение РФ.

Автореферат в достаточной мере отражает структуру и основное содержание диссертации.

Замечания по диссертационной работе

1. Недостаточно чётко во введении изложена научная проблема, в состав которой входит изучаемый соискателем вопрос.
2. По шестому выводу 1-й главы диссертации не совсем ясно, с чем связана привязка исследуемого сепаратора к производительности 3 т/ч.
3. Допущение на странице 47 о неподвижности молока относительно барабана сепаратора сомнительно из-за конической формы его разделительных тарелок.
4. Характеристики части энергетических показателей исследуемых сепарационных установок во второй главе приведены в табличной форме (табл. 2.4, 2.5) и продублированы почему-то графиками на рисунке 2.14 (а и б).
5. Внутренняя сторона расширенной части барабана сепаратора – это грязевое пространство его. Как на ней расположен слой в соответствии с рисунком 2.15 с токопроводящими короткозамкнутыми ферромагнитными кольцами, чтобы не было контакта с молоком?
6. Название главы 3 недостаточно полно отражает тему диссертационной работы.
7. В таблице 3.1 необходимо было бы дать название варьируемых параметров наряду с их буквенными обозначениями. При этом колебания плотности молока в реальных условиях производства не существенны, и этим параметром в опытах можно было пренебречь, что подтверждают и данные рисунка 3.6.
8. Почему изменение мощности на нагрев молока по данным рисунка 3.5 б в какой-то мере значительны, а по рисунку 3.5 а изменение температу-

ры молока при этом практически нулевое? К тому же шкалы по осям ординат на них и на рисунке 3.5 g в принципе не верны.

9. Не ясен и способ определения температура нагрева молока с учётом сотых и даже тысячных долей градуса (шкалы ординат рисунков 3.5, 3.9, 3.14 и 3.31).

10. Откуда появилась ив рисунках 3.29 и 3.30 не реальная плотность молока $\rho = 0,5 \text{ кг/м}^3$?

11. В основном тексте диссертации нет анализа полученных результатов в соответствии с рисунками 3.20 — 3.22, что они дают в практике разработки и эксплуатации усовершенствованного сепаратора молока, для чего они служат?

12. В третьем и четвёртом выводах по главе 3 изменение температуры молока представлено в процентах в сравнении с базой сравнения. Однако фактическое изменение её составляет по данным соискателя сотые и даже тысячные доли одного градуса. Какое практическое значение это имеет?

13. На странице 128 не представлено, по каким данным принята длительность работы сепаратора молока 3 часа в день.

14. Молоко при использовании предлагаемого безредукторного привода сепаратора подвергается электромагнитному воздействию, однако в диссертационной работе почему-то нет сведений о влиянии его на качественные показатели и свойства продуктов сепарации.

Вместе с этим необходимо отметить, что замечания по выполненной работе не снижают её научно-практическую значимость и могут быть учтены при дальнейшей работе в исследуемом направлении.

Заключение

Диссертационная работа Голованова Александра Александровича на тему «Параметры и режимы работы безредукторного электропривода сепаратора молока» представляет собой завершённое им исследование, представляющее весьма важную для науки и практики страны задачу, имеющую существенное значение для молочной отрасли и энергетики АПК. В ней научно обоснованы технические и технологические решения, использование которых вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса в области электрификации сельскохозяйственного производства.

Работа соответствует требованиям действующего положения о порядке присуждения учёных степеней и паспорта специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса по пунктам 1, 3 и 5.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа Голованова Александра Александровича заслуживает одобрения, а соискатель – присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент, доктор
технических наук, профессор
кафедры «Технологии и средства
механизации агропромышленного
комплекса» Азово-Черноморского
инженерного института ФГБОУ ВО
Донской ГАУ



Краснов И.Н.

Должность, учёную степень,
учёное звание и подпись Краснова И.Н.

УДОСТОВЕРЯЮ:

Учёный секретарь совета
Азово-Черноморского инженерного
института – филиала ФГБОУ ВО «Донской
государственный аграрный университет
в г. Зернограде, кандидат экономических
наук, доцент



Гужвина Н.С.

Адрес института:

347740, Ростовская область,
г. Зерноград, ул. Ленина, 21, АЧИИ
тел. 8(86359)41-3-65
E-mail: achgaa@achgaa.ru

28 января 2026 г.

Создан официальный оппонент
Голованов А.А.
05.02.2026г.

Председателю диссертационного совета
35.2.019.03 на базе
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ
проф. С.В. Оськину

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Голованова Александра Александровича на тему «Параметры и режимы работы безредукторного электропривода сепаратора молока», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Фамилия, Имя, Отчество	Краснов Иван Николаевич
Ученая степень	Доктор технических наук, 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства
Наименование диссертации	Механико-технологическое обоснование процесса машинного доения коров
Ученое звание	Профессор
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления отзыва	Азово-Черноморский инженерный институт- филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Донской государственный аграрный университет" в г. Зернограде
Наименование подразделения	Кафедра «Технологии и средства механизации агропромышленного комплекса»
Должность	Профессор
Адрес организации места работы	347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 21
Телефон и официальный сайт организации места работы	+7 (886359) 43-3-80 achgaa@achgaa.ru
Основные публикации официального оппонента, затрагивающие сферу диссертационного исследования соискателя	
1. Совершенствование аппарата для доения коров с различной степенью развития долей вымени / И. Н. Краснов, А. Ю. Краснова, В. В. Мирошникова, А. Г. Немцев // Вестник аграрной науки Дона. – 2024. – Т. 17, № 3(67). – С. 19-33. – DOI 10.55618/20756704_2024_17_3_19-33.	

2. Краснов, И. Н. Основные проблемы машинного доения коров / И. Н. Краснов, А. Ю. Краснова, В. В. Мирошникова // Вестник аграрной науки Дона. – 2023. – Т. 16, № 3(63). – С. 58-70. – DOI 10.55618/20756704_2023_16_3_58-70.
3. Обоснование конструктивных параметров вакуумного пресса / Н. Н. Должикова, Д. А. Лебедько, И. Н. Краснов, И. В. Назаров // Вестник аграрной науки Дона. – 2022. – № 1(57). – С. 24-31. – DOI 10.55618/20756704_2022_15_1_24-31.
4. Глобин, А. Н. Результаты исследований бункера-питателя грубых и сочных кормов ПЗМ-1,5 с модернизированными рабочими органами / А. Н. Глобин, И. Н. Краснов // Вестник аграрной науки Дона. – 2021. – № 3(55). – С. 63-68.
5. Динамика пневмопривода устройств для массажа вымени животных / А. Ю. Краснова, Ю. И. Краснов, И. Н. Краснов, В. В. Мирошникова // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 8. – С. 95-99. – DOI 10.28983/asj.y2021i8pp95-99.
6. Влияние зазора между ротором и корпусом на производительность пластинчатого вакуумного насоса / И. Н. Краснов, А. Ю. Краснова, И. В. Капустин [и др.] // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК : Сборник научных трудов инженерно-технологического факультета по материалам 18 Международной научно-практической конференции, Ставрополь, 01–31 мая 2022 года. – Ставрополь: Издательство "АГРУС", 2022. – С. 20-25.
7. Глобин, А. Н. Результаты исследований бункера-питателя грубых и сочных кормов ПЗМ-1,5 с модернизированными рабочими органами / А. Н. Глобин, И. Н. Краснов // Вестник аграрной науки Дона. – 2021. – № 3(55). – С. 63-68.
8. Основные параметры горизонтального шнека с U-образным кожухом / Д. Ю. Глазков, А. Н. Глобин, И. Н. Краснов, А. В. Касьяненко // Вестник аграрной науки Дона. – 2024. – Т. 17, № 1(65). – С. 48-55. – DOI 10.55618/20756704_2024_17_1_48-55.

Доктор технических наук по специальности 05.20.01, профессор, профессор кафедры «Технологии и средства механизации агропромышленного комплекса», Азово-Черноморский инженерный институт-филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Донской государственный аграрный университет" в г. Зернограде

«12» декабря 2025 г.

Подпись Краснова И.Н.
заведующий
учреждением



(Handwritten signature)

Краснов И. Н.

(Handwritten signature)

Григорьев Н.С.

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента Баракина Николая Сергеевича на диссертационную работу Голованова Александра Александровича «Параметры и режимы работы безредукторного электропривода сепаратора молока», представленную к защите в диссертационный совет по защите докторских и кандидатских диссертаций 35.2.019.03, созданного на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса

1. Актуальность диссертационной работы

В современных условиях обеспечение продовольственной безопасности и технологического суверенитета агропромышленного комплекса (АПК) является задачей национального масштаба. Развитие молочной отрасли, особенно её сегмента малых и средних хозяйств, напрямую зависит от доступности высокоэффективного и надёжного оборудования.

Рост производственных мощностей обостряет проблемы, связанные с энергоэффективностью и нагрузкой на сети. Процесс сепарирования молока относится к числу энергозатратных операций в переработке. Высокое удельное энергопотребление существующих сепараторов не только увеличивает себестоимость продукции, но и упирается в ограниченные возможности сельских распределительных сетей, создавая барьер для дальнейшего роста.

В современном научном аппарате отсутствуют комплексные математические модели, способные адекватно описывать и связывать в единую систему электромагнитные, электромеханические и тепловые процессы, протекающие в безредукторном электроприводе молока. Недостаточно изучен вопрос целенаправленного отбора и полезного использования тепла, выделяющегося в статоре и роторе электродвигателя, — области, где сосредоточены основные потери. Отсутствие таких моделей и методик расчёта не позволяет обоснованно проектировать установки с использованием потерь для подогрева молока, что сдерживает появление новых, энергосберегающих сепараторных установок.

Таким образом, актуальность диссертационной работы обусловлена практической потребностью отрасли в ресурсосберегающих технологиях. Решение задачи создания энергоэффективного БЭСМ за счёт использования тепловых потерь для подогрева молока направлено одновременно на снижение эксплуатационных затрат предприятий АПК, уменьшение нагрузки на инфраструктуру и формирование нового научно-методического подхода для отечественного машиностроения.

2. Структура диссертации и ее оценка в целом

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, рекомендаций производству, перспектив дальнейшего использования, списка литературы и приложений. Работа изложена на 204 странице, включает 155 страниц основного текста и 8 приложений. Библиографический список состоит из 119 наименований научных, технических и специальных работ отечественных и зарубежных авторов.

Во введении представлена краткая характеристика состояния вопроса, обоснована актуальность рассматриваемой темы и степень ее разработанности; сформулированы цель и задачи исследований; определены объект и предмет исследования; перечислены: научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы; изложены основные научные положения, выносимые на защиту; определен личный вклад автора; представлены данные о реализации результатов исследований на производстве и в учебном процессе, а также представлен материал отражающий вопросы апробации работы. Введение оформлено в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.11-2011 и содержит все перечисленные в нем основные структурные элементы.

В первой главе представлен обзор современного состояния молочной отрасли России. Наблюдается рост производства молока как в малых и средних фермерских хозяйствах, так и в крупных агрокомплексах. В итоге делается вывод о назревшей необходимости модернизации перерабатывающих мощностей, включая замену устаревшего и энергозатратного оборудования (такого как сепараторы) на энергоэффективное, для удовлетворения растущих объёмов производства и повышения общей эффективности отрасли. Ключевым неисследованным направлением для повышения энергоэффективности является разработка безредукторного привода с системой использования тепловых потерь от статора и ротора для подогрева сепарируемой жидкости.

Во второй главе разработана конструктивно-технологическая схема и рассмотрено математическое описание процессов, протекающих в БЭСМ, предложена математическая модель и ее описание в среде MatLab. Подробно приведены расчеты на основе дифференциальных уравнений, описывающих электромагнитные и электромеханические процессы в БЭСМ, тепловые процессы описываются уравнениями теплового баланса для сосредоточенных параметров. С помощью полученной математической модели БЭСМ автор проводит вычислительный эксперимент, чтобы получить динамические, регулировочные и энергетические характеристики БЭСМ, а также количественно оценить передачу тепла от потерь в статоре и роторе к сепарируемому молоку. Глава логически заканчивается выводами.

В третьей главе изложены программа и методики экспериментальных исследований и представлены показатели планирования эксперимента объекта

исследования. Экспериментальные исследования были проведены в два этапа: вычислительный эксперимент и исследование натурного образца, по результатам которых были получены регулировочные характеристики и механические характеристики. Рассчитаны энергетические показатели БЭСМ и серийной сепараторной установки, полученные в ходе вычислительного эксперимента и эксперимента на натуральных образцах. Адекватность математической модели и результатов математического эксперимента оценивалось с применением программного комплекса «Statistica». Глава логически заканчивается выводами.

В четвертой главе произведено технико-экономическое обоснование разработки конструкторского характера при постановке на серийное производство. Экономический эффект достигается за счет дополнительного подогрева продукта сепарирования в статоре и ротор-барабане за счет тепловых потерь и использования БЭСМ с улучшенными масса-габаритными показателями. Рассмотренные анализ и расчет экономической эффективности являются логической основой для выводов по главе.

Заключение содержит основные выводы по диссертационной работе.

Первый вывод соответствует первой поставленной задаче и свидетельствует о разработке технологической схемы сепарирования молока с безредукторным электроприводом сепаратора молока и его конструкции.

Второй вывод соответствует первой задаче и уточняет параметры безредукторного электропривода сепаратора молока мощностью 4 кВт.

Третий вывод соответствует второй поставленной задаче и констатирует о её решении в виде разработки математической модели безредукторного электропривода сепаратора молока, описывающая совместно протекающие электромагнитные, электромеханические и тепловые процессы.

Четвертый вывод соответствует третьей поставленной задаче, фиксирует результаты проведения компьютерного моделирования в программном комплексе MATLAB безредукторного электропривода сепаратора молока для исследования эффекта охлаждения статора жидкостью.

Пятый вывод соответствует третьей поставленной задаче, дополняет результаты компьютерного моделирования. Обоснованы параметры и режимы безредукторного электропривода сепаратора молока. Полученные результаты моделирования имеют экспериментальное подтверждение.

Шестой вывод соответствует четвертой поставленной задаче констатирует об изготовлении экспериментального образца безредукторного электропривода сепаратора молока. Полученные регулировочные и энергетические характеристики свидетельствуют о повышении КПД сепараторной установки за счет предварительный подогрева сепарируемого продукта (молока) путем отбора тепла от статора и ротора-барабана БЭСМ. Вывод достоверен, адекватность

подтверждается сравнением экспериментально полученными характеристиками с расчетными (относительная погрешность не превышает 5%).

Седьмой вывод соответствует пятой поставленной задаче, констатирует о проведении технико-экономических расчетов безредукторного электропривода сепаратора молока, результаты которого показали положительный результат. Вывод достоверен и подтверждается актами производственных испытаний и внедрения результатов диссертационной работы.

В **приложениях** вынесены следующие методики и документы: расчет параметров различных двигателей безредукторного электропривода сепаратора молока; расчет параметров исследуемой БЭСМ; скриншоты программы расчёта математической модели БЭСМ; фрагмент использования программного комплекса «Statistica» для определения расхождения результатов вычислительного эксперимента и эксперимента на натурном образце; зависимости момента БЭСМ от плотности продукта сепарирования; документы подтверждающие результаты внедрения.

3. Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации, подтверждена совпадением результатов теоретических и экспериментальных исследований, выполненных с использованием современных приборов, прошедших своевременную поверку. При обработке экспериментальных данных использованы методы математической статистики, а адекватность математической модели и результатов экспериментов оценивалась с применением пакета математических программ «Statistica».

Основные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы, представленные в заключении, являются новыми, и они полностью соответствуют представленным в диссертации результатам исследований.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований были использованы для проектирования безредукторного электропривода сепаратора молока, применение которого может повысить энергоэффективность объектов АПК.

4. Основные результаты исследований и их значимость для науки и производства

Новизна технического решения, изобретательский уровень и промышленная применимость технических подходов для реализации технологических операций подтверждены патентом РФ на изобретение №2776987 «Двигатель сепаратор совмещенной конструкции».

Результаты исследований внедрены в КФХ «АЛЕКС» (акт производственных испытаний от 30.06.2023 г., акт внедрения от 30.06.2023 г.).

Результаты научно-исследовательской работы используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» при обучении студентов по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Результаты исследований получены автором лично, что подтверждается 13 научной работой, в том числе 4 – в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ.

Основные положения работы доложены, обсуждены на международных, всероссийских и региональных научно-практических конференциях.

5. Степень завершенности диссертации и качество оформления

Материалы, изложенные в диссертации логически взаимосвязаны. В разделах раскрыты поставленные задачи, отражены и обоснованы результаты, и выводы. Содержание диссертации изложено в опубликованных в открытой печати статьях и апробировано на российских и международных конференциях.

Цель и задачи исследований реализованы автором в полном объеме. Научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации являются обоснованными.

В целом диссертационная работа содержит все необходимые для кандидатской диссертации составляющие, результаты исследований грамотно интерпретированы, выводы аргументированы и последовательны.

Автореферат в достаточной мере отражает материал диссертационной работы, её основные положения и научные результаты. Содержит выводы, соответствующие защищаемым положениям диссертации.

6. Замечания по диссертационной работе

1. В первой главе автор справедливо указывает, что современное управление сепаратором происходит преобразователем частоты. Однако при исследовании математической модели БЭСМ рассматривается только прямой пуск на две частоты тока 50 и 114,6 Гц. Не учитывается возможность использования функции плавного пуска.

2. С одной стороны, автор утверждает, что потери мощности идут на нагрев молока с другой стороны рекомендует конструкцию БЭСМ с уменьшенным воздушным зазором между статором и ротором, при которой эти потери уменьшаются. Возникает противоречие, так как с уменьшением потерь мощности уменьшается мощность идущая на нагрев молока.

3. Во второй главе следовало бы по результатам математического моделирования БЭСМ определить регулировочные характеристики, которые

приведены в главе 3, чтобы сравнить теоретические и практические результаты, в частности характеристику температуры нагрева сепарируемой жидкости в статоре и барабане-роторе БЭСМ в зависимости от других параметров.

4. Использование средневзвешенных значений тепловыделений в частях БЭСМ дает лишь общую интегральную оценку тепловых потерь. При разработке новой конструкции БЭСМ с применением данного метода игнорируются вероятные локальные места возникновения перегрева, следовательно, возможного термического пробоя изоляции.

5. В третьей главе согласно полученным регулировочным характеристикам, изображенным на рисунках 3.5 и 3.14 изменение температуры не превышает 1 °С. Вызывает сомнение в существенном влиянии дополнительного нагрева молока за счет потерь мощности БЭСМ.

6. Вывод 4 необходимо пояснить с чем именно идет сравнение - «БЭСМ по сравнению с серийной сепараторной установкой на базе электроприводов классической конструкции имеет КПД на 1,46% выше (при мощности приводного электродвигателя 4 кВт), $\cos\varphi$ на 13,1 %, и на 3,53 % выше (при мощности приводного электродвигателя 7,5 кВт)». Если с «серийной установкой классической конструкции (с редуктором/зубчатой передачей)», то рост КПД на 1,46% кажется скромным, а рост $\cos\varphi$ на 13,1% - очень значительным.

7. В 6 выводе заключения утверждается что время достижения номинальной скорости вращения БЭСМ в сравнении с серийной сепараторной установкой сокращено на 85 %. Это значение требует обоснования в разделе, посвященном динамике. Каков был базовый показатель и за счет чего он сократился?

7. Заключение

Диссертация Голованова Александра Александровича представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную автором самостоятельно на актуальную для агропромышленного комплекса страны тему. Исследования проведены на высоком научно-методическом уровне и с применением современных компьютерных технологий и систем. Полученные автором результаты содержат новые научно обоснованные технические решения по обоснованию параметров безредукторных сепараторов молока, имеющие существенное значение для развития страны.

Диссертационная работа Голованова Александра Александровича «Параметры и режимы работы безредукторного электропривода сепаратора молока» соответствует критериям актуальности темы, новизны и достоверности результатов, отвечает требованиям п. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским

диссертациям, а ее автор Голованов Александр Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент

Кандидат технических наук по специальности 05.20.02, доцент, доцент кафедры «Электрических машин и электропривода» федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина»

«ИТ» января 2026 г.



Баракин Н.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» (ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ)

350044, Краснодарский край, город Краснодар, улица им. Калинина, дом 13
тел. +7 (861) 221-59-02 E-mail: e1-mash@kubsau.ru

ПОДПИСЬ
ЗАВЕДУЮЩЕГО
КАФЕДРОЙ



С отзывом официального оппонента ознакомлен

Голованов А.А.

05.02.2026 г.

Председателю диссертационного совета
35.2.019.03 на базе
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ
проф. С.В. Оськину

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Голованова Александра Александровича на тему «Параметры и режимы работы безредукторного электропривода сепаратора молока», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Фамилия, Имя, Отчество	Баракин Николай Сергеевич
Ученая степень	Кандидат технических наук, 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве
Наименование диссертации	Параметры обмотки статора и режимы асинхронного генератора, повышающие качество электроэнергии для питания электрооборудования почвенно-экологической лаборатории
Ученое звание	Доцент
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления отзыва	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина»
Наименование подразделения	Кафедра «Электрических машин и электропривода»
Должность	Доцент
Адрес организации места работы	350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13
Телефон и официальный сайт организации места работы	+7 (861) 221-59-42 https://kubsau.ru
Основные публикации официального оппонента, затрагивающие сферу диссертационного исследования соискателя	
1. Моделирование солнечной электростанции для электроснабжения доильной установки / Н. С. Баракин, В. С. Афанасьева, Е. И. Рубцова, А. А. Яновский // Сельский механизатор. – 2025. – № 4. – С. 28-30. – DOI 10.47336/0131-7393-2025-4-28-29-30. – EDN EGLNGU.	

2. Стрижков, И. Г. Годограф тока синхронной машины с токовым компаундированием / И. Г. Стрижков, Н. С. Баракин, Е. Н. Чеснюк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 203. – С. 121-128. – DOI 10.21515/1990-4665-203-012. – EDN TNJYYS.
3. Оськин, С. В. Компьютерное моделирование на базе SimInTech асинхронного генератора дождевальных машин / С. В. Оськин, Н. С. Баракин, М. С. Христофоров // АПК России. – 2023. – Т. 30, № 3. – С. 388-392. – DOI 10.55934/10.55934/2587-8824-2023-30-3-388-392. – EDN WJKCJV.
4. Оськин, С. В. Исследование электрических потерь при электроснабжении дождевальных машин / С. В. Оськин, Н. С. Баракин, А. А. Кумейко // Сельский механизатор. – 2022. – № 7. – С. 34. – EDN FGMYAI.
5. Оськин, С. В. Компенсация потерь в линии электроснабжения дождевальных машин / С. В. Оськин, Н. С. Баракин, А. А. Кумейко // Сельский механизатор. – 2022. – № 1. – С. 46-47. – EDN GNJWNM.
6. Устройство для отбора образцов почвы с ненарушенным сложением / Н. С. Баракин, В. П. Власенко, Е. Е. Баракина, А. А. Кошеваров // Сельский механизатор. – 2022. – № 10. – С. 10-11. – EDN NVPHVZ.
7. Баракин, Н. С. Автономный источник электропитания для ручных электроприводов электрифицированных машин / Н. С. Баракин // Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2024 год : Сборник трудов конференции, Краснодар, 05 февраля 2025 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. – С. 803-804. – EDN JLDTOG.
8. Баракин, Н. С. Рациональный электропривод пробоотборника почвы для оценки ее плодородия / Н. С. Баракин, А. А. Кошеваров // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии : Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022 г., Краснодар, 12 мая 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 820-821. – EDN DPCFJJ.

Кандидат технических наук
по специальности 05.20.02, доцент,
доцент кафедры «Электрических
машин и электропривода»
федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный
аграрный университет им. И.Т.
Трубилина»

«12» января 2025 г.



Баракин Н.С.