

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента доктора технических наук, профессора Шерязова Сакена Койшыбаевича на диссертационную работу Елисеева Сергея Сергеевича «Разработка автономной системы электроснабжения дождевальная машины кругового действия с солнечными и аккумуляторными батареями», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве**

### **Актуальность темы**

Повышение эффективности электроснабжения автономных потребителей является важной задачей в условиях роста затрат на энергоносители и в саму систему электроснабжения. Решению данной задачи посвящена представленная научная работа, предлагающая использовать солнечную энергию, как автономного источника для передвижения дождевальной машины кругового действия. Актуальность темы диссертационного исследования по энергосбережению и повышению энергоэффективности не вызывает сомнений.

В работе описаны особенности эксплуатации дождевальных машин кругового действия, связанные с удаленностью от централизованных систем электроснабжения. Рассмотрены имеющиеся в настоящее время источники электроснабжения и возможность использования солнечных батарей.

В работе указано, что применение солнечных электростанций проблематично для электроснабжения дождевальной машины по ряду причин, изложенных в диссертации. Особенности, описанные в актуальности данной работы, требуют проведения исследований, нацеленных на развитие автономной системы электроснабжения дождевальной машины кругового действия путем использования солнечных и аккумуляторных батарей (САБ), и являются важной научной задачей.

В связи с этим диссертация Елисеева Сергея Сергеевича, в которой рассматривается проблема обеспечения рабочего цикла электропривода секции

применением источника с солнечными и аккумуляторными батареями, представляется актуальной и важной для развития сельского хозяйства.

### **Степень достоверности и обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации**

Достоверность и обоснованность результатов исследований и выводов обусловлены теоретическими и экспериментальными исследованиями, использованием современных приборов и оборудования. Автором сформулированы пять выводов.

**Вывод первый** сформулирован исходя из анализа литературных источников, патентного поиска и научных исследований в области электроснабжения электрифицированных дождевальных машин кругового действия, результатов применения солнечных батарей и представляется достоверным и новым.

**Второй вывод** о разработке математической модели изменения параметров источника с солнечными и аккумуляторными батареями, а также об обеспечении рабочего цикла электропривода секции дождевальной машины при параметрах автономного источника электроснабжения с солнечными батареями и аккумуляторной батареей в соответствии с вариантами коммутации элементов системы электроснабжения и нагрузки достоверен, и базируется на основе данных теоретических основ электротехники.

**Третий вывод** о целесообразности комплектования ДМ дополнительной площадью достоверен и новизна теоретических исследований подтверждается производственными испытаниями.

**Вывод четвертый** обобщает полученные результаты экспериментальных исследований, проведенных для установления продолжительности работы электропривода секции ДМ при определенных параметрах автономной системы электроснабжения ДМ на стенде, оснащенный современными техническими средствами измерения и обработки. Вывод отражает методику проведения

эксперимента, результаты экспериментов подтверждаются актами производственных испытаний.

**В пятом выводе** представлены результаты расчетов технико-экономической эффективности при разработке дождевальнoй машины круговoгo действия с автономной системой электроснабжения с солнечными и аккумуляторными батареями. Вывод обладает практической значимостью. Достоверность вывода подтверждена.

### **Оценка новизны и значимости полученных результатов для науки и практики**

Научная ценность работы состоит в разработке математической модели изменения параметров источника с солнечными и аккумуляторными батареями в функции продолжительности работы электропривода опорной тележки секции дождевальнoй машины круговoгo действия; развитии автономных систем электроснабжения с солнечными и аккумуляторными батареями для передвижной сельскохозяйственной техники (а именно – дождевальнoй машины круговoгo действия), которое заключается в обосновании влияния совокупности параметров источника с солнечными и аккумуляторными батареями на характеристики рабочего цикла электропривода опорной тележки секции дождевальнoй машины круговoгo действия; обосновании способа технической эксплуатации дождевальнoй машины круговoгo действия с автономной системой электроснабжения.

Практическая ценность заключается в создании технических средств управления движением электрифицированных дождевальнoх машин; в разработке усовершенствованной конструкции секции дождевальнoх машин с аккумуляторным источником питания, расширяющими области эффективного использования оросительных систем в технологиях искусственного орошения.

## Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 134 наименований, 37 из которых на иностранном языке. Материал работы изложен на 155 страницах машинописного текста, включает в себя 62 рисунка, 36 таблиц и 2 приложения.

В автореферате кратко изложен материал диссертации в последовательности, представленной в основной работе; формулировки положений и выводов соответствуют приведенным в диссертации.

Во введении раскрыта актуальность проблемы, научная новизна и практическое значение работы, представлены выносимые на защиту научные положения.

В первой главе **«Анализ условий применения автономной системы электроснабжения с солнечными и аккумуляторными батареями для дождевальная машины кругового действия»** проанализированы особенности эксплуатации электрифицированной дождевальной машины кругового действия, рассмотрены условия применения солнечных батарей в Саратовской области, выявлены особенности вентильно-индукторного электродвигателя и описаны режимы орошения электрифицированными дождевальными машинами кругового действия. Материал главы изложен логично, последовательно и обладает достаточной полнотой. Актуальность описана подробно, цели и задачи поставлены.

### Замечания по первой главе.

В работе не представлены особенности процесса орошения. При этом важно определить время работы ДМ. Согласно существующей технологии, ДМ должны работать вечером. Тогда условия работы солнечной батареи и аккумулятора должны учитывать эти особенности.

В работе следовало показать необходимость использования солнечной энергии. Какова мировая практика в этой области? Вызывает сомнения данные по загрязненности СБ (табл.1.13), поскольку не приведено состояние загрязненности поверхности и не всегда ожидается снижение мощности на 27%.

Следовало рассмотреть возможность использования АБ с зарядкой от сети в ночное время. Не ясно, насколько приведенные графики полива обоснованы и являются ли типовыми (рис.12 и табл.1.16).

В целях работы следовало подчеркнуть «автономность электро-снабжения». В задачах исследования следовало решить задачи, связанные с взаимосвязью электропривода и источника.

Во второй главе «Обоснование автономной системы электроснабжения секции дождевальной машины кругового действия с солнечными и аккумуляторными батареями» представлена структура автономной системы электроснабжения секции дождевальной машины; обоснованы зависимость продолжительности работы электропривода секции дождевальной машины кругового действия от параметров источника на САБ, условия электроснабжения секции дождевальной машины от солнечных и аккумуляторных батарей и условия обслуживания СБ. Полученные зависимости обобщают результаты аналитического исследования и имеют практическую значимость при выборе необходимых параметров солнечных и аккумуляторных батарей перед вводом в эксплуатацию дождевальной машины в поливной сезон.

#### Замечания по второй главе.

Время работы каждой секции взаимосвязано и происходит синхронное вращение (передвижение) каждой секции. В этом случае почему время работы секций отличаются?

Вызывает сомнение равенство потребляемой мощности электродвигателями каждой секции. Нет обоснования мощности каждой секции.

Каждая секция должна потреблять определенную энергию, соответственно потребуются свой источник СБ и АБ. В работе следовало бы их обосновать и привести в выводах по 2 главе.

В расчете тока по формуле (2.8) через активную мощность необходимо было учитывать коэффициент мощности.

Рис. 2.9 не показывает энергетическую эффективность ДМ, является показателем энергетической эффективности системы электроснабжения.

При этом следовало определить суммарные потери электрической энергии при передаче ее и энергоэффективность системы электроснабжения в условиях автономного электроснабжения.

В целом следовало бы исследовать зависимости параметров электроснабжения или энергетической эффективности от параметров источников электроэнергии, которые позволили бы оптимизировать режимы работы и выбор самих источников энергии. Необходимо было установить потребную энергию для каждой секции и параметры СБ и АБ.

В третьей главе «Экспериментальные исследования автономной системы электроснабжения электропривода секции дождевальная машины кругового действия с солнечными и аккумуляторными батареями» описана методика проведения экспериментов, представлены установки для проверки параметров автономной системы электроснабжения секции ДМ, а также полученные результаты экспериментальных исследований в полевых условиях на сельскохозяйственных предприятиях Саратовской области.

Экспериментальная проверка результатов была осуществлена на полноразмерной физической модели – одной опорной тележке секции ЭДМКД с использованием современного контрольно – измерительного оборудования. В ходе экспериментальных исследований было получено подтверждение теоретических зависимостей с допустимыми отклонениями.

#### Замечания по третьей главе.

В методике нет конкретных условий проведения эксперимента, а именно какие теоретические значения следует проверить опытным путем. Не ясно назначение лабораторных исследований, методы и приборы измерения параметров. Важно было установить взаимосвязь между параметрами электропривода для движения и источниками энергии СБ и АБ.

Не ясно, что требуется установить в условиях производственного испытания. Важно было установить взаимосвязь между исследуемыми параметрами электропривода и источниками питания.

В работе не показаны условия работы ДМ в полевых испытаниях по данным поступающей солнечной энергии. Приводятся  $U_{СБ}$  и  $I_{СБ}$ , которые являются мгновенными значениями, и неизвестно в какое время их следует

ожидать. В течение дня эти параметры не остаются постоянными, тогда как обеспечивается движение ДМ только от СБ (табл. 3.3). При этом не ясно была ли зарядка АБ.

Также не ясно условия работы ДМ в полевых испытаниях при питании только от АБ. Почему сокращается время работы ДМ, из-за нехватки электрической энергии от АБ или по другим показателям?

Ведется оценка достоверности продолжительности работы по теоретическим и опытным данным без учета определяющих факторов, а именно поступления солнечной энергии и условия зарядки и разрядки АБ.

В работе следовало бы привести условия работы ДМ в полевых испытаниях при питании от СБ и АБ.

Отсутствуют зависимости установленные экспериментальным путем для выбора источников энергии и определения режимов их работы.

В четвертой главе «Обоснование экономической эффективности предложенных решений» выполнен расчет экономической эффективности внедрения усовершенствованной автономной системы электроснабжения дождевальная машины кругового действия.

Представлена экономическая эффективность применения автономной системы электроснабжения на САБ в сравнении с электроснабжением от дизельного генератора для дождевальная машины, состоящей из 6 секций.

#### Замечания по четвертой главе.

Не ясно откуда разное количество АБ и СБ по площади (с. 111). Эти параметры должны быть обоснованы в предыдущих главах, как уже отмечалось в замечаниях по этим главам.

В расчете капитальных затрат в формуле (4.1) следовало привести затраты на приобретение оборудования, а потом показать их расчет через стоимость единичной продукции.

В работе рассматриваются вентильные ЭД, СБ и АБ зарубежного исполнения, как быть в условиях санкций и насколько актуальна приведенная их стоимость.

Затраты на эксплуатацию источника электроснабжения (4.2) должна иметь размерность руб./год.

Экономический эффект  $\phi$  (4.6) от применения автономного источника электроснабжения зависит не только от стоимости ресурса, но и связан с затратами на систему электроснабжения. Применение дизельной

электростанции требует затрат на передачу электроэнергии по сравнению с САБ. Следовало привести все показатели, связанные с затратами.

Экономический эффект показатель сравнительный и должен учитывать затраты на рассматриваемые варианты. Эффект источника электроснабжения не должен определяться только затратами на ДЭС, поэтому результаты приведенных расчетов вызывает сомнения.

### **Общие замечания по диссертационной работе:**

1. Решение задачи по энергосбережению и повышению энергоэффективности в системе электроснабжения является важным. Для удаленных потребителей, какими являются дождевальные машины (ДМ), актуальным является выбор источника энергии с разработкой системы электроснабжения, однако использование солнечной энергии в качестве источника раскрыт слабо.

Использование солнечной энергии следовало связать с технологией и особенностью орошения сельскохозяйственных культур. В работе не показана необходимость использования солнечных батарей (СБ) и не приведен опыт их использования в отечественной и мировой практике.

2. Согласно существующей технологии желательно, чтобы ДМ работали вечером или ночью. Не ясно, насколько приведенные графики полива обоснованы и являются ли типовыми (рис.12 и табл.1.16). В работе следовало бы исследовать возможности зарядки аккумуляторных батарей (АБ) днем от солнечной установки или от сети в ночное время.

3. Потребная энергия для каждой секции будет своя и она растет с удалением секции от неподвижной опоры. Потребляемая электроэнергия зависит от мощности и времени работы ДМ. Время работы каждой секции взаимосвязано и происходит синхронное вращение (движение) каждой секции. В этом случае, не ясно почему время работы секции должно отличаться.

Секции ДМ должны потреблять разное количество электроэнергии и наибольшую работу совершает удаленная секция. В этом случае для повышения энергоэффективности следовало бы рассмотреть разные мощности для электропривода каждой секции.

4. В работе следовало бы определить суммарное потребление электроэнергии на движение ДМ и потери при передаче ее, а также оценить энергоэффективность системы электроснабжения при переходе на автономное электроснабжение от СБ и АБ.

5. В методике экспериментальных исследований не приведены программа проведения опыта, а именно какие результаты теоретических исследований следует проверить опытным путем.



Не ясно назначение лабораторных исследований. Важно было установить взаимосвязь между параметрами электропривода для движения ДМ и источниками энергии СБ и АБ.

Не ясно, что требовалось установить или подтвердить в условиях производственного испытания. Важно было подтвердить (установить) взаимосвязь между исследуемыми параметрами электропривода и источниками питания или зависимости, представляющие научную новизну.

6. В работе не показаны условия работы ДМ в полевых испытаниях по данным поступающей солнечной энергии. Приводятся  $U_{СБ}$  и  $I_{СБ}$ , которые являются мгновенными значениями, и неизвестно в какое время их следует ожидать. В течение дня эти параметры не остаются постоянными, и тогда интересно как обеспечивается движение ДМ только от СБ (табл. 3.3).

Также не ясно условия работы ДМ в полевых испытаниях при питании только от АБ. Почему сокращается время работы ДМ, возможно из-за недостаточно аккумулированной электроэнергии от АБ или по другой причине?

7. В работе следовало бы привести условия работы ДМ в полевых испытаниях при питании от СБ и АБ. Экспериментальные исследования режимов совместной работы источников энергии САБ были бы более полезными и отвечали бы поставленным целям. Почему нет такого варианта?

8. В работе не ясно, откуда принято разное количество АБ и СБ по площади (с. 111). Эти параметры должны быть обоснованы для каждой секции, как уже отмечалось.

9. Для оценки экономических показателей рассматриваются вентильные ЭД, СБ и АБ зарубежного исполнения, как быть в условиях санкций и насколько актуальна приведенная их стоимость.

10. Экономический эффект (ф. (4.6) с.117) от применения автономного источника электроснабжения зависит не только от стоимости ресурса, но и связан с затратами на саму систему электроснабжения. Применение дизельной электростанции требует затрат на передачу и компенсацию потерь электроэнергии по сравнению с САБ. В начале для понимания следовало бы привести все показатели, связанные с затратами.

11. Экономический эффект, как показатель сравнительный, должен учитывать затраты на рассматриваемые варианты. Эффект источника электроснабжения не должен определяться только затратами на ДЭС, поэтому насколько результаты приведенных расчетов корректны.

12. В общих положениях диссертации следовало конкретизировать цель работы, а именно указать разработки автономной системы электроснабжения и в научных задачах следовало провести исследования электропривода ДМ.

### Заключение

Диссертационная работа «Разработка автономной системы электроснабжения дождевальная машины кругового действия с солнечными и аккумуляторными батареями», выполненная Елисеевым Сергеем Сергеевичем является завершённой научно-квалификационной работой, в которой изложены научно-обоснованные технические и технологические решения, направленные на повышение эффективности электроснабжения дождевальная машины кругового действия за счёт обеспечения рабочего цикла электропривода секции применением источника с солнечными и аккумуляторными батареями, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие отрасли и экономики страны.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, а её автор, Елисеев Сергей Сергеевич, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

Официальный оппонент, профессор  
кафедры «Энергообеспечение  
и автоматизация технологических процессов»  
ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный  
аграрный университет»,  
доктор технических наук, профессор

**Шерязов  
Сакен Койшыбаевич**

03.08.2022 г.



Подпись: *С. К. Шерязов*  
**УДОСТОВЕРЯЮ**  
*С. К. Шерязов*  
по кафедре *Энергообеспечения и автоматизации технологических процессов*

#### Сведения об оппоненте

Шерязов Сакен Койшыбаевич  
доктор технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве, профессор,  
профессор кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»)  
457100, Челябинская область, г. Троицк, ул. Гагарина, 13  
Телефон: +79127914712  
E-mail: [sakenu@yandex.ru](mailto:sakenu@yandex.ru)  
<https://юупрау.рф/about/management/3073/>