

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Нгуен Дык Тоан на тему:
«Интеграция объектов малой распределенной энергетики в энергетическую систему Республики Вьетнам», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.14.01 – Энергетические системы и комплексы

Для рассмотрения официальному оппоненту представлена диссертационная работа на 167 страницах машинописного текста формата А4, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников, состоящего из 112 наименований, и двух приложений; автореферат на 16 страницах формата А5.

Актуальность темы исследования

Развитие экономики и жизненного уровня населения регионов существенно зависит от доступности и стоимости электроэнергии. Высокая стоимость электроэнергии у потребителей является следствием больших потерь при передаче электроэнергии. Отсутствие серьезных инноваций в технологиях производства и транспортировки электроэнергии, отсутствие возможности удовлетворения потребности в новых подключениях, высокая плата за подключение, снижают привлекательность централизованного электроснабжения потребителей.

Согласно прогнозу к 2030 году Вьетнам должен будет импортировать около 50 ТВт·ч или построить тепловые электростанции общей мощностью $N=570\text{МВт}$. Существенно снизить сетевые затраты на транспорт электроэнергии и обеспечить высокий уровень энергобезопасности, возможно путем развития распределенной генерации (РГ). Распределённое производство энергии подразумевает строительство источников электроэнергии в непосредственной близости от потребителей, которые вырабатывают электроэнергию, тепло, холод в объемах, необходимых и достаточных для конкретных потребителей. Для выработки энергии используют паротурбинные, дизельные, газопоршневые и газотурбинные генераторы, топливные ячейки, а также возобновляемые источники электроэнергии. Работа источников РГ в автономном режиме показывает их высокую эффективность. Инвестиционная привлекательность распределенных энергетических систем обусловлена невысоким уровнем капитальных вложений, поэтапным вводом мощностей и более низкой стоимостью электроэнергии по сравнению с сетевой за счет сокращения транспортных потерь.

Вьетнам входит в перечень стран участников парижского соглашения по климату, участники которого берут на себя обязательства по планомерному снижению выбросов парниковых газов в атмосферу. Необходимость надежной защиты климата и снижения топливных издержек способствует вовлечению в

энергетический баланс Республики нетрадиционных возобновляемых источников энергии, таких как солнечная, геотермальная, ветровая, приливная и энергия биомассы. Однако эти источники имеют свои особенности, которые ограничивают их широкомасштабное использование. Учитывая, что Вьетнам имеет большой потенциал солнечной энергии из-за его выгодного расположения вблизи экватора, автор в своей работе предлагает рассмотреть вариант комбинирования традиционных и возобновляемых энергоресурсов. Применение комбинированных источников позволит получить экономию топлива по сравнению с энергообеспечением от энергоустановок на органическом топливе. Представленная диссертация посвящена расчетным исследованиям по повышению эффективности системы энергообеспечения в условиях Республики Вьетнам. С этой целью разработана математическая модель интеграции объектов малой распределенной генерации, использующих различные виды энергетических ресурсов, в энергетическую систему Республики Вьетнам. Разработка технологических схем и обоснование их выбора являются в настоящее время актуальной задачей. Тема диссертационной работы соответствует приоритетному направлению развития науки в Российской Федерации (указ Президента РФ № 899 от 7 июня 2011 г.) «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика», а также критическим технологиям «Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии», «Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе», также перспективным направлениям научно-технологического развития Республики Вьетнам.

Оценка структуры и содержания работы

Структура диссертационной работы вполне логична, содержание глав соответствует поставленным задачам исследования, что свидетельствует о достижении цели исследования.

Введение содержит обоснование актуальности выбранной темы исследования, цель и задачи исследования, формулировку научной новизны и практической значимости работы, положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ тенденций развития сектора малой распределенной энергетики в мире, в Российской Федерации и в Республике Вьетнам, выявлены возможности использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в данном секторе. Определена роль гибридных малых электростанций, сочетающих достоинства использования традиционного сжигания органического топлива и солнечной энергии.

Во второй главе проведено исследование технологических схем паротурбинных и газотурбинных мини-ТЭС мощностью до 25 МВт. Проведен расчет расходов топлива и эксергетической эффективности для каждого типа установ-

ки. Получены результаты при сжигании угля и природного газа, используемых в Российской Федерации и Республике Вьетнам.

В третьей главе рассматривается принципиальная схема гибридной мини-ТЭС, работающей на основе газотурбинной установки, воздух для которой подогревается в воздушном нагревателе, использующем концентрированную солнечную энергию. Разработана математическая модель данной схемы, позволяющая рассчитать расход топлива и эксергетическую эффективность при изменении интенсивности солнечного излучения как в течение суток, так и в годовом цикле. На основе анализа используемых расчетных зависимостей разработана обобщенная методика выбора технологической схемы мини-ТЭС и ее расчета.

В четвертой главе представлена модель интеграции объектов малой распределенной генерации, использующих различные виды энергетических ресурсов в энергетическую систему Республики Вьетнам с учетом условий размещения в различных провинциях.

Заключение содержит основные результаты и выводы диссертационного исследования, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

Методы исследования

Для достижения поставленной цели применен системный подход, методы эксергетического и термoeкономического анализа, нормативные методики расчета основного оборудования.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Дефицит ископаемых видов топлив и воздействие на окружающую среду в виде выбросов парниковых газов побудили страны развивать исследования по использованию ВИЭ. Такие исследования представляют собой возможные решения проблемы дефицита органических топлив и снижения воздействия на окружающую среду. В связи с этим возникает вопрос оценки энергоэффективности ВИЭ. Неверный выбор критерия оценки может привести к большим энергетическим затратам на создание энергокомплексов РГ на базе гибридных источников энергии. Диссертант изучил и проанализировал известные технические решения интеграции технологий ВИЭ в систему энергоснабжения и методы их оценки. Выполнен обзор методов и алгоритмов оптимизации источников РГ с ВИЭ, предложен комплексный критерий термoeкономической эффективности или термoeкономического КПД, который позволяет учесть энергетические, технико-экономические (капитальные и эксплуатационные затраты) и экологические показатели. Отметим, что комбинированные (гибридные) установки разных типов и уровней мощности исследуются давно во многих странах. В частности, в работах ЭНИН им.Г.М. Кржижановского, СГТУ, МЭИ рассматривались солнечно-топливные установки, в том числе и для крупномасштабного производства электрической энергии с использованием концентрированной солнечной энергии.

Разработаны научные основы интеграции, определены пути снижения капитальных вложений для увеличения конкурентоспособности с традиционными электростанциями. Предложены проекты и технические решения. Критический обзор таких исследований в диссертации отсутствует, хотя был бы уместен.

Анализ особенностей энергосистемы Вьетнама был проведен в работах Phuong Anh Nguyen, Malcolm Abbott, Thanh Loan T. Nguyen, а исследования посвященные обоснованию использования возобновляемых источников энергии – в работах Nhan T. Nguyen, Minh Ha-Duong, J. Polo, A. Bernardos, A.A. Navarro, моделирование технологических схем электростанций, совмещающих различные источники энергии, в том числе возобновляемые (солнечную, ветровую) в статьях Очкова В.Ф., Yao M. Seshiea, Kokouvi Edem N'Tsoukpoea, Pierre Neveu, Yézouma Coulibaly, Yao K. Azoumah, Marco Gambini, Michela Vellini и многих других ученых из различных стран мира. Однако, несмотря на известные разработки, не проводилась оценка эффективности внедрения объектов малой энергетики в энергетическую систему Республики Вьетнам, в том числе с использованием ВИЭ.

Обоснованность научных положений и выводов, содержащихся в работе, сомнений не вызывает.

Достоверность полученных результатов и выводов обосновывается использованием методики энергетических системных исследований и выводов, фундаментальных закономерностей технической термодинамики, теплопередачи, актуальных сертифицированных программ и вычислительных алгоритмов, а также сравнением результатов расчета с известными данными, опубликованными в научной литературе.

Соответствие паспорту специальности 05.14.01 - Энергетические системы и комплексы

Представленная на отзыв диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.14.01 - Энергетические системы и комплексы и относится к следующим областям исследования:

1) математическая модель технологической схемы гибридной мини-ТЭС и обобщенная методика выбора типа технологической схемы мини-ТЭС и ее расчета на основе использования традиционных и возобновляемых энергетических ресурсов соответствует п.2 Исследование и разработка нетрадиционных источников энергии и новых технологий преобразования энергии в энергетических системах и комплексах»;

2) модель интеграции объектов малой распределенной генерации в энергетическую систему Республики Вьетнам и результаты оценки повышения экономичности сегмента малой распределенной генерации при использовании солнечной энергии соответствуют п.5 Разработка и исследование в области энергосбережения и ресурсосбережения при производстве тепловой и электрической

энергии, при транспортировке теплоты и энергоносителей в энергетических системах и комплексах» и п.1 Разработка научных основ исследования общих свойств, создания и принципов функционирования энергетических систем и комплексов, фундаментальные и прикладные системные исследования проблем развития энергетики городов, регионов и государства, топливно-энергетического комплекса страны.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

- разработана обобщенная методика выбора технологической схемы мини-ТЭС и ее расчета на основе использования традиционных и возобновляемых энергетических ресурсов;
- разработана модель интеграции объектов малой распределенной генерации в энергетическую систему Республики Вьетнам;
- проведена оценка повышения экономичности сегмента малой распределенной генерации при использовании солнечной энергии.

Практическая значимость заключается в разработке технологической схемы производства энергии на основе комбинирования традиционных и возобновляемых энергоресурсов; методике расчета и оценки эффективности технологических схем малых автономных электростанций, работающих на традиционных и возобновляемых энергоресурсах и в оценке экономии топливно-энергетических ресурсов при внедрении объектов малой распределенной генерации в энергетическую систему Республики Вьетнам.

Апробация работы

Результаты работы докладывались на международных и общероссийских конференциях, в том числе на XII и XIII Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения» (Казань, 2017 г. и 2018 г.); XXI Аспирантско-магистерском научном семинаре, посвященном Дню энергетика Казань, ФГБОУ ВО КГЭУ, (Казань, 2017 г.); International Scientific and Technical Conference - SES, (Казань, 2019 г.); Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве, (Казань, 2019 г.).

Основное содержание работы изложено в 9 публикациях, в том числе 3 статьи в журналах, индексируемых в международной базе данных Scopus и Web of Science, 2 статьи в журналах из перечня ВАК, 4 – в материалах всероссийских и международных конференций.

По данной диссертационной работе имеется ряд замечаний:

1. Выбор варианта энергоснабжения, схемы установки должен осуществляться на базе оптимизационных исследований. Автор рассматривает несколько подходов к оптимизации. Они довольно поверхностны, некоторые из них не имеют прямого отношения работе. Непонятно, какой вариант автор принял в качестве

основного в диссертации. Более того, в рассмотренных способах оптимизации критерии выбора четко не определены. В рамках поставленной задачи излишне представлены методы и алгоритм оптимизации, которые не используются в данной работе.

2. Желательно на примере какой-либо электростанции показать соотношение капитальных вложений в элементы основного оборудования. Уточнить долю стоимости оптической системы и оценить экономию органического топлива, отнесенную к единице площади, освещаемой потоком солнечного излучения.

3. Термoeкономический анализ предполагает применение следующих показателей: коэффициент энергии (эксергии) нетто и сумма удельных затрат эксергии нетто (СУЗЭКС), для чего необходимо знать затраты энергии (эксергии) на изготовление основного и вспомогательного оборудования, участвующего в производстве конечного продукта. Такой метод разработан в 80-х годах ИНЭИ и неоднократно применялся для определения эффективности и масштабов энергосбережения при неопределенности стоимостных показателей (см. работы Е.И. Янговского). В диссертации об этом методе не упоминается. Известно, что были попытки определить термодинамическую эффективность различных отраслей промышленности и стран в целом. К сожалению, в содержании работы и списке литературы метод оценки не упоминается.

4. В диссертации много «лишнего» и описательного материала, повторяющего известные уравнения, приведенные в учебной литературе (расчет работы сжатия в компрессоре, котельного агрегата и т.д.).

5. Недостаточно освещены вопросы надежности энергоснабжения потребителей.

6. В работе не представлены характерные графики электрических нагрузок потребителей и отсутствуют расчеты источников на режимах.

Заключение

Диссертация Нгуен Дык Тоан на тему: «Интеграция объектов малой распределенной энергетики в энергетическую систему Республики Вьетнам» является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной задачи по совершенствованию системы энергоснабжения.

Диссертация оформлена на высоком уровне в соответствии с действующими нормами и требованиями к оформлению данного типа работ. Автореферат отражает основное содержание диссертации, ее идеи и выводы. Диссертационная работа соответствует критериям, установленным требованиями п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.14.01. – Энергетиче-

ские системы и комплексы, а ее автор – Нгуен Дык Тоан – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент

кандидат технических наук, доцент

кафедры «Тепловая и атомная энергетика

имени А.И. Андрющенко (ТАЭ)» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Россия, 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, д. 77

тел.: (8452) 99-87-47, e-mail: termo@sstu.ru.



Вдовенко И.А.

Кандидатская диссертация защищена по специальности 05.14.01 - Энергетические системы и комплексы

Сведения заверяю:

Ученый секретарь Ученого совета

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Адрес вуза: 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

тел./факс (8452) 99-88-11/ (8452) 99-86-04

E-mail: rectorat@sstu.ru



д-р культурологии Наталья Викторовна Тищенко

МП

«1» марта 2021 г.