

ОТЗЫВ

на диссертацию Абдлахатовой Назым Шохадляевны на тему: «Исследование и совершенствование технологического режима бинарной энергоустановки для повышения энергоэффективности автономных потребителей», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D08702 – «Энергообеспечение сельского хозяйства»

Диссертационная работа посвящена комплексной оценке потенциала выработки электрической энергии на основе термодинамической модели органического цикла Ренкина с последующим каскадным использованием энергии для сельскохозяйственных применений.

Актуальность исследования обусловлена современными тенденциями развития энергетического сектора Республики Казахстан, характеризующимися высокой зависимостью от ископаемых источников энергии, прежде всего угля, что сопровождается значительными выбросами парниковых газов. В настоящее время геотермальные ресурсы страны используются преимущественно в тепловых целях — для отопления, горячего водоснабжения и сельскохозяйственных нужд, включая обогрев теплиц, тогда как их потенциал для выработки электрической энергии остаётся практически не реализованным. Между тем наличие значительных запасов низкотемпературных геотермальных ресурсов открывает перспективы их вовлечения в электроэнергетику с использованием бинарных технологий, в частности органического цикла Ренкина (ОЦР). Это особенно важно в условиях необходимости декарбонизации экономики, повышения энергоэффективности и обеспечения устойчивого энергоснабжения автономных и сельскохозяйственных потребителей.

В этой связи разработка и исследование термодинамической модели бинарной энергоустановки на основе органического цикла Ренкина представляет собой актуальную научно-техническую задачу, имеющую важное значение для развития возобновляемой энергетики Казахстана. Особое внимание в работе уделено повышению эффективности использования геотермальных ресурсов за счёт их более полного, в том числе каскадного, энергетического использования без усложнения базовой термодинамической схемы установки.

В работе выполнен анализ современного состояния геотермальной энергетики, а также проведена оценка энергетического потенциала геотермальных ресурсов южного Казахстана. При решении поставленных задач автором использован комплексный подход, включающий методы термодинамического моделирования, энергетического анализа и технико-экономической оценки.

Особое внимание уделено термодинамической модели бинарной энергоустановки на основе ОЦР с использованием реальных параметров геотермальной скважины Алматинской области. Разработана

термодинамическая модель, позволяющая оценить выработку электрической энергии. Предложен каскадный подход к использованию тепловой энергии для нужд сельского хозяйства.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- выполнена комплексная оценка производства энергии с использованием ОЦР для геотермальных источников Алматинской области (на примере скважины Жаркента);
- обоснована возможность каскадного использования остаточной тепловой энергии низкоэнтальпийных геотермальных источников для теплоснабжения тепличных хозяйств в условиях Алматинской области;
- разработан комплексный подход к выбору низкокипящего рабочего тела, учитывающий требования экологической безопасности и тепловой эффективности;
- проведён анализ 14 органических жидкостей и обоснован выбор оптимальной — R-152a;
- разработана и адаптирована термодинамическая модель бинарной системы ОЦР, основанная на данных, полученных из конкретной геотермальной скважины (скважина № 5539, Жаркент, Алматинская область);
- выполнена комплексная технико-экономическая оценка производства электроэнергии и каскадного использования геотермальных ресурсов с применением технологии ОЦР и когенерации.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке методики выбора оптимальных рабочих жидкостей для бинарных геотермальных электростанций с использованием технологии органического цикла Ренкина (ОЦР). Для этого были использованы:

- библиотека CoolProp — открытое и рецензируемое программное обеспечение для расчёта термодинамических свойств хладагентов и органических рабочих жидкостей, обеспечивающее надёжное определение энтальпии, энтропии, плотности и других параметров, необходимых для моделирования бинарных геотермальных установок;
- программное обеспечение Thermostatе, используемое для проверки и верификации свойств рабочих жидкостей.

Применение данных инструментов позволило повысить достоверность результатов за счёт верификации термодинамических свойств рабочих жидкостей.

Основные положения диссертации опубликованы в научных работах, включая статьи в изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus (в том числе 5 статей, из которых 1 публикация относится к журналам квартиля Q1 и 4 — к квартилю Q2), а также 2 статьи в журналах, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК, 3 публикации в материалах международных конференций и журналах, индексируемых в РИНЦ, и 1 патент на полезную модель. Полученные результаты подтверждены актами внедрения, что свидетельствует о научной обоснованности, достоверности и практической значимости проведённых исследований.

Диссертационная работа отличается логичностью построения, обоснованностью выводов и высоким уровнем научной проработки и соответствует приоритетным направлениям развития энергетики и агропромышленного комплекса Республики Казахстан.

Исследования проводились в рамках государственной научно-технической программы №BR24992867 на тему: «Разработка ресурсосберегающих технологий для развития и управления водным хозяйством и перерабатывающей промышленностью Казахстана, создание инновационного инжинирингового центра», а также при поддержке международного проекта FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia (Portugal) «Энергетика, окружающая среда и управление».

В ходе выполнения диссертационной работы Назым Абдлахатова проявила себя как квалифицированный специалист, обладающий глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками в области энергетики и возобновляемых источников энергии. Автор продемонстрировала самостоятельность при решении научных задач, владение методами термодинамического анализа, математического моделирования и технико-экономической оценки энергетических систем.

На основании изложенного, учитывая актуальность темы диссертации, научную новизну полученных результатов и их практическую значимость, считаю, что диссертационная работа Назым Абдлахатовой на тему: «Исследование и совершенствование технологического режима бинарной энергоустановки для повышения энергоэффективности автономных потребителей», представленная на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D08702 – «Энергообеспечение сельского хозяйства», соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам данного уровня, и рекомендуется к защите.

Отечественный научный консультант,

PhD., ассоциированный профессор

Член Правления – Проректор по науке и цифровизации Таразского университета имени М.Х. Дулати



С.А.Орынбаев