

УДК 621.311

**РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
ЭЛЕКТРОТЕПЛОТЕХНОЛОГИЙ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
EXPANDING THE APPLICATION OF ELECTROTHERMAL
TECHNOLOGIES IN THE NATIONAL ECONOMY
OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

К. В. Журавлева, Н. А. Хотенко

Научные руководители – В. А. Седнин, д.т.н., профессор,

П. П. Храмцов, д.ф.-м.н., профессор

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

C. Zhuravleva, N. Khatsenka

Supervisors – V. Sednin, Doctor of Technical Sciences, Professor,

P. Khramtsov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: в статье рассматривается эффективность применения электро-теплотехнологий в народном хозяйстве Республики Беларусь в сравнении с опытом и сценариями развития электрификации в Европе и США, а также эффективность перехода белорусской энергетической системы на возобновляемые источники.

Annotation: this article examines the efficiency of electro-thermal technologies in the national economy of Belarus in comparison with the experience and scenarios of electrification development in Europe and the USA, as well as the efficiency of the transition of the Belarusian energy system to renewable sources.

Ключевые слова: электротеплотехнологии, эффективность, электроснабжение, возобновляемая энергия, энергосбережение.

Key words: electrothermal technology, efficiency, electricity supply, renewable energy, energy conservation.

Введение

В настоящий момент актуальной проблемой для многих стран является повышение электровооруженности труда, одним из путей решения которой является внедрение электротеплотехнологий в промышленности, в быту и в сельском хозяйстве. Рассмотрение опыта электрификации других стран и проведение его сравнительного анализа, а также оценка эффективности позволит, учитывая различия в структуре энергопотребления, климатических условиях и государственной политике, шире рассмотреть данную проблему, использовать чужой опыт и учесть ошибки на пути широкого внедрения электротехнологий, сократить денежные расходы на научно-исследовательский комплекс. В данной статье рассмотрен опыт США и Евросоюза и предложено адаптивные рекомендации для условий народного

хозяйства Беларуси, которое базируются на принципах повышения энергоэффективности и снижения углеродного следа. Проведение исследований и работ в этой области поможет снизить зависимость страны от импортируемых энергоресурсов, в частности за счет повышения эффективности использования электрогенерирующих мощностей, в т. ч. Белорусской АЭС, модернизировать промышленность и жилищно-коммунальный сектор, повысить экологичность и эффективность энергосистемы в целом.

Основная часть

В странах ЕС и США к настоящему времени уже отработаны некоторые эффективные модели внедрения электротеплотехнологий. Рассмотрим опыт электрификации промышленности США, а также их подход к декарбонизации, основанный на внедрении новых технологий и инноваций. Во внедрении инновации в области энергетики они используют соответствующие подходы.

Правительству рекомендуется стимулировать разработку и демонстрацию технологий электрификации и использовать потенциал национальных лабораторий Министерства энергетики США для продвижения технологий электрификации в промышленности, предоставлять финансовые стимулы в форме налоговых льгот или грантов для проектов и демонстрации новых технологий электрификации в промышленности. Технико-экономический анализ проводится для всех технологий электрификации, применимых к каждому промышленному подсектору, с учетом капитальных затрат, затрат на эксплуатацию и обслуживание, а также стоимости энергии. Экономический анализ должен учитывать побочные неэнергетические выгоды применения технологий электрификации, а также возможные будущие затраты на декарбонизацию.

Тепловая энергия составляет две трети всего спроса на энергию в промышленном секторе США и одну пятую спроса на энергию во всем мире. Однако только 10 процентов этого спроса удовлетворяется с использованием возобновляемых источников энергии. В Соединенных Штатах, во многом из-за относительно недорогого природного газа в стране, сжигание ископаемого топлива для производства тепловой энергии, используемой для технологического нагрева, реакций, испарения, концентрации и сушки, создает около 52 процентов промышленных прямых выбросов парниковых газов (ПГ) в стране. Около 30 процентов от общего промышленного спроса на теплоту в США требуется при температурах ниже 100 °C. Две трети теплотехнологий, используемого в промышленности США, предназначены для применений ниже 300 °C (572 °F). В пищевой, безалкогольной и табачной промышленности, производстве транспортного оборудования, машиностроении, текстильной и целлюлознобумажной промышленности доля спроса на теплоту при низких и средних температурах составляет более 60 процентов из всего объема на тепловую энергию. Соответственно внедряются и рекомендуются к внедрению такие технологии и оборудование для электрификации промышленности, как электрические котлы, тепловые

насосы, электродуговые печи, индукционный нагрев, радиочастотный обогрев, электрические инфракрасные обогреватели, ультрафиолетовое отопление, микроволновый нагрев, электроиндукционная и плазменная плавка, а так же косвенная электрификация, когда возобновляемая электроэнергия используется для производства водорода посредством электролиза воды в кислород и водород, а затем этот водород используется в качестве заменителя природного газа в термических промышленных процессах. Стоимость энергии на единицу продукции при введении данных методов электрификации, как показывают исследования, значительно повышается, однако анализ показывает, что к 2050 году, в связи с повышением цен на природный газ и другие ископаемые энергоносители, стоимость применения электротеплотехнологий сравняется со стоимостью применением теплотехнологий на органическом топливе.

В электроэнергетическом и теплоэнергетическом секторах ЕС, в связи отсутствием экономически выгодного доступа к природному газу и другим ископаемым, также рассматриваются варианты повышения электрификации промышленности и совершенствования теплового сектора. Для этого проводятся исследования в области количественной оценки баланса между экономией теплоты и затратами энергии в теплоснабжение, рассматриваются оптимальные частные инвестиции в сфере теплоснабжения, а также уделяется дополнительное внимание затратам на ущерб здоровью от выбросов вредных веществ в системах теплоснабжения на органическом топливе. Рекомендуется переход на централизованное отопление и использование инноваций в сфере электрификации промышленности.

Беларусь традиционно зависит от российского природного газа, цены на который нестабильны. Электрификация позволяет заменить газовые котлы, печи и сушильные установки на электротепловые (индукционные, резистивные, электродные), снижая потребление газа. Особенно это является актуальным в условиях роста тарифов и геополитических рисков. Самой актуальной и эффективной проблемой является рост использования электроэнергии от БелАЭС на теплотехнологии с заменой используемого в них органического топлива. Промышленность является потенциальным крупным потребителем, который может расходовать избыток электроэнергии вместо природного газа. Использование собственного и зарубежного опыта электрификации показывает, что внедрение электротеплотехнологий может быть эффективно, несмотря на первоначальное увеличение затрат на энергетическую составляющую материального производства. В долгосрочной перспективе это электрификация производства повысит конкурентоспособность белорусской энергетики и промышленности.

В свою очередь массовое внедрение в энергетическую структуру возобновляемых источников энергии в Республики Беларусь, кроме биогазовых электростанций, не является эффективным решением, так как географически территория имеет достаточно слабый имеет ветропотенциал, а также имеет малое количество солнечных дней, из-за чего сроки

окупаемости проектов по возобновляемой энергии почти в два–три раза дольше, чем в таких странах как Германии и США. Тем не менее применение инновационных технологий, учет экологической составляющей может позволить эффективно использовать и нетрадиционные виды энергии в будущем.

Заключение

Внедрение электротеплотехнологий в народное хозяйство Республики Беларусь является путем к технологическому прогрессу, повышению энергетической независимости и конкурентоспособности страны. Рассмотрение опыта других стран поможет избежать ошибок, а также сократить расходы на исследования и ускорить проекты по электрификации, принять оптимальные решения.

Литература

1. Full energy system transition towards 100 % renewable energy in Germany in 2050 / K. Hansen, V. B. Mathiesen, I. R. Skov. – Denmark: Aalborg University, 2024.
2. Heat Roadmap Europe: Identifying the balance between saving heat and supplying heat / K. Hansen, D. Connolly, H. Lund, D. Drysdale, J. Z. Thellufsen. – Denmark: Aalborg University, 2024.
3. The Paris Agreement of December 21th 2015 on Greenhouse gases emissions mitigation, adaptation and finance. – 21st Conference of the Parties of the UNFCCC, 2015.
4. Technology- and Process-Based Approach to Decarbonization / Ali Hasanbeigi, Lynn A. Kirshbaum, Blaine Collison, David Gardiner, Electrifying U.S. Industry. – USA, 2021.
5. Реализация государственных и отраслевых программ (планов): [сайт]. – Минск, 2003–2025. – URL: <https://minenergo.gov.by/activities/informatsiya-o-realizatsii-gosudarstvennykh-programm/> (дата обращения: 07.05.2025).
6. Национальный статистический комитет Республики Беларусь: [сайт]. – Минск, 2003–2025. – URL: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/energeticheskaya-statistika/> (дата обращения: 07.05.2025).