

УДК 620.92

## ГИБРИДНЫЕ ЭНЕРГОКОМПЛЕКСЫ В РОССИИ: СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ И БИОМАССА ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Палиенко Н.И., студент гр. МЭТ-241, I курс

Научный руководитель: Рыбина А.В., старший преподаватель кафедры энергетики и теплотехники

Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород

В условиях перехода к низкоуглеродной экономике российская энергетика сталкивается с необходимостью поиска устойчивых решений для теплоснабжения, особенно в удаленных регионах и сельской местности. Гибридные энергокомплексы, сочетающие солнечную энергию и биомассу, представляют особый интерес благодаря возможности использования местных возобновляемых ресурсов и адаптации к российским климатическим условиям. Эти системы позволяют преодолеть основной недостаток возобновляемых источников - их непостоянство, обеспечивая стабильное теплоснабжение круглый год. Российские разработки в этой области демонстрируют уникальные технические решения, учитывающие разнообразие климатических зон страны и особенности местных видов биомассы.

Технологическая основа российских гибридных энергокомплексов включает три ключевых компонента: солнечные тепловые установки, котлы для сжигания биомассы и системы аккумулирования тепла. Особенностью отечественных разработок является их ориентированность на работу в экстремальных климатических условиях - от жаркого юга до холодного севера. В Краснодарском крае успешно применяются вакуумные трубчатые коллекторы, сохраняющие работоспособность при температурах до  $-35^{\circ}\text{C}$ , а в Архангельской области разработаны специальные конструкции, устойчивые к длительным периодам низкой инсоляции. Котлы для биомассы в российских условиях рассчитаны на использование разнообразного местного сырья - от древесных отходов в Сибири до сельскохозяйственных остатков в Черноземье, что требует особых конструктивных решений. В Белгородской области, например, внедрены универсальные котлы, эффективно работающие на шелухе подсолнечника, соломе и древесной щепе с КПД до 85% [1].

Региональные особенности России создают уникальные возможности для внедрения гибридных энергокомплексов, но и предъявляют особые требования к их конструкции. В южных регионах, таких как Крым и Ставропольский край, где продолжительность солнечного сияния достигает 2 300 часов в год, солнечная составляющая может обеспечивать до 40% годовой потребности в тепле. В Симферополе реализован проект, где солнечная тепловая станция мощностью 3 МВт в летний период полностью покрывает потребности микрорайона в горячем водоснабжении. В центральных регионах России, включая

Московскую и Владимирскую области, акцент делается на оптимальном сочетании солнечной энергии и биомассы - здесь разработаны системы автоматического переключения между источниками энергии в зависимости от погодных условий и наличия топлива. Особый интерес представляет опыт Архангельской области, где гибридные системы адаптированы к условиям полярного дня и полярной ночи - в зимний период основная нагрузка ложится на котлы, работающие на отходах лесопереработки, а в летний - на солнечные установки [2].

Экономическая эффективность российских гибридных энергокомплексов имеет выраженную региональную специфику, определяемую доступностью местных ресурсов и условиями эксплуатации. В сельскохозяйственных регионах, таких как Воронежская область и Алтайский край, где имеются значительные объемы отходов растениеводства, срок окупаемости проектов составляет 4-5 лет. В лесных регионах (Иркутская область, Республика Карелия) использование древесных отходов позволяет достичь аналогичных показателей. Важным фактором экономики является возможность использования существующей тепловой инфраструктуры - в Ростовской области модернизация угольных котельных путем добавления солнечных установок и перевода на биомассу сократила затраты на 35-40%. Государственная поддержка через программы модернизации ЖКХ и субсидирование процентных ставок по кредитам дополнительно улучшает экономические показатели таких проектов. Анализ реализованных проектов показывает, что оптимальное соотношение инвестиций между солнечной и биоэнергетической составляющими варьируется от 1:2 в южных регионах до 1:4 в северных, что необходимо учитывать при планировании новых объектов [3].

Экологические преимущества российских гибридных систем особенно значимы для небольших населенных пунктов, где традиционно используются устаревшие котельные установки. В Республике Башкортостан перевод 12 сельских котельных с угля на комбинацию солнечной энергии и местной биомассы позволил сократить выбросы CO<sub>2</sub> на 78%, SO<sub>2</sub> - на 92%, твердых частиц - на 85%. При этом создано более 200 новых рабочих мест в сфере заготовки и переработки биомассы. В Калужской области внедрение гибридных систем решило проблему утилизации отходов деревообработки - ежегодно перерабатывается около 50 тыс. тонн древесных отходов, которые ранее просто сжигались на полигонах. Особо стоит отметить социальный эффект - стабилизация тарифов на тепло в сельских районах и улучшение экологической обстановки. Мониторинг качества воздуха в районах, где были внедрены гибридные системы, показал снижение концентрации вредных веществ в 3-5 раз, что особенно важно для здоровья местного населения [4].

Перспективы развития гибридных энергокомплексов в России связаны с несколькими стратегическими направлениями, определяющими будущее теплоснабжения в стране. Особенностью нашей страны, в сравнении с другими развитыми странами, является то, что 95...98% твердых отходов транспортируется на свалки, в числе которых 88%, еще с далекого 1989 года, находятся в

непригодном состоянии. Этот способ утилизации уже отразился на окружающей среде путем загрязнения подземных вод, а, следовательно, и прилежащих водоемов, что создало множество экологических проблем. [5]. Разрабатываемые решения позволяют сохранять до 70% тепловой энергии, полученной летом, для использования в зимний период, что особенно важно для северных регионов. Цифровизация управления энергокомплексами - второе важное направление. В Самарском политехе создана система на основе нейросетей, оптимизирующая работу гибридных установок с точностью до 92%, что позволяет максимально эффективно использовать доступные ресурсы. Особое внимание уделяется подготовке кадров - в нескольких технических вузах страны уже открыты специализированные программы по проектированию и эксплуатации гибридных энергокомплексов [6].

Гибридные энергокомплексы, сочетающие солнечную энергию и биомассу, представляют перспективное направление для развития теплоснабжения в России, особенно в удаленных регионах. Опыт их внедрения в различных климатических зонах подтверждает техническую и экономическую целесообразность, а также значительный экологический эффект. Российские разработки отличаются адаптацией к местным условиям и возможностью использования региональных ресурсов. Дальнейшее развитие требует совершенствования технологий, цифровизации и подготовки кадров. При поддержке государства такие системы могут стать важной частью низкоуглеродной энергетики страны.

### **Список литературы:**

1. Козлов М.П., Григорьев А.В. Гибридные системы теплоснабжения в российских условиях // Энергосбережение. - 2023. - № 2. - С. 34-41.
2. Петрова Л.М., Сидоров К.Н. Региональные аспекты возобновляемой энергетики // Энергетика России. - 2022. - № 5. - С. 56-63.
3. Власов И.П. Экономика гибридных энергосистем // Вестник МЭИ. - 2021. - № 3. - С. 28-35.
4. Кузнецова О.Н. Экология и энергетика // Экология производства. - 2023. - № 1. - С. 45-52.
5. Губарева В.В. Утилизация твердых бытовых отходов - одна из актуальных проблем современности // Наукоемкие технологии и инновации: эл. сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф., Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. – Ч. 8. – С. 7-11.
6. Семёнов Д.Е. Перспективы ВИЭ в России // Альтернативная энергетика. - 2022. - № 4. - С. 112-119.