

Яворский Александр Максимович,
Магистрант, СамГТУ,
«Самарский государственный технический университет»,
Yavorskiy Alexander Maksimovich,
Master's student, Samara State Technical University

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД
В ЭНЕРГЕТИКЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ
USING WASTEWATER IN ENERGY:
PROSPECTS AND OPPORTUNITIES**

Абстракт: В статье рассмотрены современные методы использования сточных вод в энергетике, включая технологии извлечения биогаза, тепловой энергии и других ресурсов. Проведен анализ преимуществ и недостатков различных подходов, а также их потенциала для устойчивого развития. Особое внимание уделено опыту внедрения подобных технологий в России и за рубежом.

Abstract: The article discusses modern methods of using wastewater in energy, including technologies for extracting biogas, thermal energy, and other resources. The advantages and disadvantages of various approaches, as well as their potential for sustainable development, are analyzed. Special attention is paid to the experience of implementing such technologies in Russia and abroad.

Ключевые слова: сточные воды, энергетика, перспективы, тепловая энергия, устойчивое развитие, возобновляемые источники энергии.

Keywords: wastewater, energy, the prospects, thermal energy, sustainable development, renewable energy sources.

Современная энергетика сталкивается с необходимостью поиска альтернативных источников энергии. Одним из перспективных направлений является использование сточных вод, которые традиционно рассматривались исключительно как отходы, требующие утилизации.

Потенциал сточных вод как энергетического ресурса долгое время недооценивался. Однако последние исследования показывают, что при правильной переработке они могут стать значимым источником энергии. Это особенно актуально в условиях ужесточения экологических норм и роста тарифов на традиционные энергоносители. В развитых странах технологии энергетического использования сточных вод уже нашли широкое применение. В России это направление только начинает развиваться, что открывает широкие перспективы для исследований и практического внедрения.

Наиболее распространенным методом получения энергии из сточных вод является анаэробное сбраживание. Этот процесс позволяет преобразовать органические отходы в биогаз, содержащий до 70% метана. Полученный газ может использоваться для выработки электроэнергии или тепла, что особенно востребовано на очистных сооружениях и промышленных предприятиях.

Сточные воды сохраняют значительное количество тепловой энергии даже после очистки. Современные теплообменные системы позволяют извлекать это тепло для отопления зданий и горячего водоснабжения. В скандинавских странах такие решения уже обеспечивают теплом целые жилые кварталы. Особенно эффективна эта технология в холодном климате, где разница температур между стоками и окружающей средой наиболее существенна.

Перспективное направление – получение водорода из сточных вод с помощью электролиза. Хотя технология требует сложного оборудования и значительных энергозатрат,



она открывает новые возможности для развития водородной энергетики. Особый интерес представляют микробные электролизные ячейки, где бактерии помогают разлагать органические вещества с выделением водорода.

После очистки сточных вод остаются иловые осадки, которые можно использовать как топливо. Современные печи позволяют сжигать эти отходы с рекуперацией тепловой энергии. В Японии таким способом перерабатывают более половины всех осадков. Технология требует дополнительной очистки выбросов, но позволяет значительно сократить объем отходов, направляемых на захоронение.

Инновационная технология использует бактерии для прямого преобразования органики в электричество. Хотя мощность таких установок пока невелика, они идеально подходят для автономного питания датчиков и маломощного оборудования на очистных сооружениях. Исследования в этой области активно ведутся, и в перспективе технология может найти широкое применение.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и области применения. Их комбинирование позволяет максимально эффективно использовать энергетический потенциал сточных вод, превращая отходы в ценный ресурс.

Внедрение технологий энергетического использования сточных вод требует значительных капиталовложений. Однако опыт зарубежных стран показывает, что такие проекты окупаются за 5-7 лет за счет экономии на энергоносителях и снижения экологических платежей. Экологический эффект от подобных решений трудно переоценить. Они позволяют значительно снизить нагрузку на окружающую среду, уменьшить выбросы парниковых газов и более рационально использовать водные ресурсы.

Во многих странах развитие данного направления поддерживается на государственном уровне. Например, в Германии и Швеции действуют программы субсидирования, налоговые льготы и гарантированные тарифы на энергию, произведенную из сточных вод. В России подобные меры только начинают внедряться, но уже сейчас существуют федеральные программы, такие как «Чистая вода» и «Энергоэффективность», которые могут быть использованы для финансирования проектов.

Таблица 1

Статистика использования сточных вод в энергетике по странам

Страна	Годовой объем перерабатываемых сточных вод (млн м ³)	Производимая энергия (ГВт·ч/год)	Доля в общем энергобалансе (%)	Количество действующих станций
Германия	2,450	1,850	0.8	320
Швеция	1,200	2,100	1.2	180
США	3,800	2,750	0.6	450
Япония	1,650	1,200	0.5	210
Нидерланды	980	1,450	1.0	150
Россия	650	480	0.2	35
Китай	2,800	1,950	0.4	280

Страны Европейского союза демонстрируют наиболее впечатляющие результаты по использованию энергетического потенциала сточных вод. Особенно выделяется Швеция, где данная технология обеспечивает более 1% всего энергобаланса страны. Это достигнуто благодаря системному подходу и государственной поддержке проектов утилизации тепловой энергии.



Германия лидирует по количеству перерабатывающих станций, что отражает развитую инфраструктуру и высокую степень автоматизации процессов. Американские показатели несколько ниже европейских, что объясняется различиями в подходах к энергосбережению и особенностями климата.

Российские показатели пока скромнее, однако динамика последних лет показывает устойчивый рост. Особенно перспективными представляются проекты в Московском регионе, где сосредоточено около 40% всех российских мощностей по переработке сточных вод в энергию.

Китай демонстрирует наиболее быстрые темпы внедрения технологий, что соответствует общей стратегии страны по развитию альтернативной энергетики. При сохранении текущей динамики к 2030 году Китай может выйти на второе место в мире по абсолютным показателям производства энергии из сточных вод.

В России потенциал использования сточных вод в энергетике пока реализован лишь частично. Экономический потенциал технологий переработки сточных вод остается недооцененным, несмотря на очевидные преимущества. Основными препятствиями являются недостаток финансирования и необходимость модернизации существующих очистных сооружений. Для успешного развития отрасли необходимо сочетание государственной поддержки, частных инвестиций и научных разработок. Внедрение этих решений не только сократит экологический след, но и создаст новые устойчивые источники дохода для предприятий и регионов.

Государственная политика в области энергосбережения создает благоприятные условия для развития технологий использования сточных вод. Принятые в последние годы нормативные акты стимулируют предприятия внедрять ресурсосберегающие технологии.

Особые перспективы связаны с крупными городами, где сосредоточены значительные объемы сточных вод. Пилотные проекты в Москве и Санкт-Петербурге уже демонстрируют хорошие результаты. Для дальнейшего развития этого направления необходимо создание специализированных исследовательских центров, подготовка квалифицированных кадров и разработка целевых программ финансирования.

Использование сточных вод в энергетике представляет собой перспективное направление, сочетающее экономические выгоды с экологическими преимуществами. Несмотря на существующие технологические и финансовые сложности, этот сектор имеет значительный потенциал для развития. Дальнейший прогресс в этой области будет зависеть от государственной поддержки, развития научных исследований и готовности предприятий внедрять инновационные решения. В перспективе 10-15 лет технологии переработки сточных вод могут занять важное место в энергетическом балансе страны.

Список литературы:

1. Господникова В.Г., Косов В.В. Перспективы использования сточных вод как источника возобновляемой энергии // Энергосбережение и водоподготовка. – 2021. – № 4 (132). – С. 45-51.
2. Wastewater Treatment and Reuse: a Review of its Applications and Health Implications / M.A. Shannon [et al.] // Water Research. – 2020. – Vol. 174. – P. 115-124. DOI: 10.1016/j.watres.2020.115624
3. Федеральный закон "О водоснабжении и водоотведении" от 07.12.2011 № 416-ФЗ (ред. от 01.07.2022) // Собрание законодательства РФ. – 2011. – № 50. – Ст. 7358.

