



УДК 621

**БИОЭНЕРГЕТИКА. БИОТОПЛИВО КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВИД ТОПЛИВА ДЛЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ****Кулаков Александр Дмитриевич**

студент

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Аннотация. В статье рассматривается биоэнергетика, а также биотопливо, как одно из решений проблемы истощения традиционных энергетических ресурсов, таких как нефть и газ. Основное внимание уделяется технологии производства биотоплива, его применению в энергетике, а также его экологическим преимуществам и недостаткам. В статье анализируется использование биомассы для производства энергии, сокращение выбросов углекислого газа, а также вклад биоэнергетики в утилизацию отходов и развитие сельского хозяйства. Рассматриваются различные виды биотоплива, такие как твердое, жидкое и газообразное, их характеристики, преимущества и экономические аспекты. Также внимание уделяется перспективам использования микроводорослей в качестве источника энергии.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, биотопливо, биомасса, технология производства, экология, твердое биотопливо, жидкое биотопливо, биогаз.

Из-за активного истощения ресурсов традиционной энергетики, таких как нефть и газ, многие страны мира исследуют возможность использования альтернативных источников энергии: геотермальную энергию, солнечную, ветровую, приливную энергию, биотопливо и другие. На сегодняшний день в мире разработаны технологии утилизации биологического сырья, которые помогают решать вопросы, связанные с переработкой органических отходов, получения альтернативных видов энергии и снижения загрязнения окружающей среды.

Направление альтернативной энергетики, изучающая и разрабатывающая различные виды биотоплива, которое в последующем будет использоваться в производстве электроэнергии, называется биоэнергетика. Биоэнергетика используется во многих развитых и развивающихся странах мира. Перед мировым сообществом стоит задача найти топливо, которое могло бы заменить нефть, сохраняя её полезные свойства и при этом не загрязняя природу. Биотопливо является одним из немногим решением данной задачи. Цель статьи – рассмотреть биотопливо как альтернативный вид топлива для электрических станций: технологию производства, преимущества и недостатки.

В последнее десятилетие в России большое внимание уделяется развитию ядерной и альтернативной энергетики. В частности, с учетом экологических проблем и необходимостью

поиска экологически чистых источников энергии, в нашей стране все большее значение в энергетической отрасли выделяют биоэнергетике.

Биотопливо и биоэнергетические технологии позволяют более эффективно использовать местные ресурсы, что уменьшает затраты на транспортировку и повышает устойчивость системы к внешним факторам. Особое внимание уделяется развитию малых энергетических систем, которые могут обеспечить автономное снабжение энергией отдаленных и труднодоступных территорий.

Например, в районы Крайнего Севера, Дальнего Востока и Сибири ежегодно завозится 6-8 млн тонн жидкого топлива (дизельное топливо, мазут) и 20—25 млн т твердого (уголь). В связи с увеличением транспортных расходов стоимость топлива удваивается и составляет, например, в Республике Тыва, Республике Алтай и на Камчатке >350 долл. за тонну. Централизованные системы энергоснабжения охватывают лишь 1/3 территории страны [1]. Биогазовые установки и другие технологии переработки органических отходов могут значительно улучшить баланс в энергоснабжении, позволяя производить энергию непосредственно на месте потребления, что минимизирует потери энергии при транспортировке.

Стоит отметить, что использование биомассы для производства энергии помогает существенно сократить выбросы углекислого газа, а также других загрязняющих веществ в атмосферу. Биотопливо, в отличие от углеводородного, является углеродно нейтральным, поскольку CO_2 , который выделяется при его сгорании, эквивалентен количеству углекислого газа, поглощенному растениями в процессе их роста.

Биоэнергетические технологии могут стать частью более широких мер по решению проблемы утилизации отходов, включая органические отходы сельского хозяйства, лесного хозяйства и пищевой промышленности. Кроме того, развитие этого сектора способствует укреплению аграрного сектора, так как для производства биотоплива требуются сырьевые материалы, такие как сельскохозяйственные отходы, деревоперерабатывающие отходы, а также специально выращиваемые культуры. Это открывает новые возможности для сельских производителей и способствует улучшению экономической ситуации в сельских районах.

Для электрических станций биотопливо используется в твердом, жидком и газообразном виде. Твердое биотопливо является одним из наиболее востребованных видов биотоплива. Его популярность объясняется доступностью сырья, простотой хранения и транспортировки, а также высокой энергоэффективностью. Твердое биотопливо включает такие виды, как древесные пеллеты, брикеты, щепу, опилки, солому и агропромышленные отходы.

Процесс производства твердого биотоплива состоит из нескольких ключевых этапов, которые могут варьироваться в зависимости от типа сырья и конечного продукта.



1. Сбор и подготовка сырья. Для производства твердого биотоплива используется разнообразное сырье: древесные отходы (опилки, щепа, кора), агропромышленные остатки (солома, кукурузные стебли), а также органические отходы пищевой промышленности. Сырье очищается от загрязнений, сортируется и подготавливается для дальнейшей обработки.
2. Сушка сырья. Сырье содержит значительное количество влаги, которая может снизить его энергетическую ценность. Поэтому на этапе сушки влажность материала снижают до 8–12%. Для этого применяются сушильные установки, работающие на отходах того же сырья, что позволяет минимизировать затраты.
3. Дробление. Для получения однородной структуры сырье измельчают до необходимой фракции. Это особенно важно при производстве пеллет и брикетов, так как мелкая фракция обеспечивает плотность и равномерность прессовки.
4. Прессование. Измельчённое и высушенное сырьё прессуют под высоким давлением, в результате чего образуются пеллеты или брикеты. При этом дополнительное использование связующих материалов часто не требуется, так как при нагревании сырьё выделяет природные полимеры (например, лигнин), которые скрепляют частицы.
5. Охлаждение и упаковка. Готовые пеллеты или брикеты охлаждаются, после чего фасуются в мешки или насыпью отправляются на склад. Упаковка защищает топливо от влаги и обеспечивает удобство транспортировки.

Твердое биотопливо имеет высокий уровень теплотворной способности. Например, древесные пеллеты обладают теплотворной способностью около 18–20 МДж/кг, что сравнимо с углем низкой категории, но при этом гораздо экологичнее.

Уровень выбросов серы и других вредных веществ значительно ниже, чем при сжигании угля. Сырьё для производства твердого биотоплива доступно в больших объёмах. Это позволяет эффективно использовать отходы, которые в противном случае могли бы остаться неутилизованными.

В отличие от жидкого и газообразного биотоплива, твердое биотопливо легче хранить и транспортировать. Оно обладает стабильной формой, не требует специальных условий для хранения и может транспортироваться на большие расстояния без значительных потерь качества. Твердое биотопливо может использоваться как на крупных электростанциях, так и в небольших котельных, а также в бытовых условиях. Оно подходит для отопления жилых домов, коммерческих зданий и производства электроэнергии. Производство твердого биотоплива способствует утилизации древесных и сельскохозяйственных отходов, снижая их негативное воздействие на окружающую среду. Это особенно важно в регионах с развитым деревообрабатывающим или аграрным сектором.



Использование твердого биотоплива позволяет сократить потребление угля и других ископаемых видов топлива, что способствует переходу к возобновляемой энергетике и снижению энергетической зависимости регионов.

Несмотря на значительные преимущества, использование твердого биотоплива связано с рядом недостатков, которые необходимо учитывать при его производстве и применении. Эти ограничения касаются технологических и экономических аспектов.

Производство твердого биотоплива требует значительных финансовых вложений, особенно на этапе строительства перерабатывающих заводов и приобретения оборудования. Технологии сушки, измельчения и прессования требуют энергоемкого оборудования, что может повысить себестоимость конечного продукта. Кроме того, транспортировка сырья, особенно из отдаленных сельскохозяйственных или лесных районов, увеличивает затраты. По сравнению с традиционными видами топлива, такими как уголь, твердое биотопливо может оказаться менее конкурентоспособным без государственной поддержки, субсидий или налоговых льгот.

Доступность сырья для производства твердого биотоплива может быть сезонной и географически ограниченной. Например, сельскохозяйственные отходы, такие как солома, доступны только в определенные сезоны после уборки урожая. В некоторых регионах, где не развито сельское хозяйство или деревообрабатывающая промышленность, сырья может быть недостаточно для организации крупномасштабного производства. Это создает риски нестабильности поставок и сложности в обеспечении круглогодичной работы перерабатывающих заводов.

Процесс производства твердого биотоплива требует значительных энергозатрат, особенно на этапах сушки и прессования. Для достижения необходимых параметров влажности сырье нужно подвергать интенсивной термической обработке, что увеличивает общее энергопотребление. Если для этих процессов используются ископаемые виды топлива, общий углеродный след производства твердого биотоплива может значительно возрасти, что снижает его экологические преимущества.

Твердое биотопливо, такое как пеллеты и брикеты, занимает больше места при транспортировке и хранении, чем жидкое топливо или природный газ. Это требует больших складских помещений, защищенных от влаги, так как биотопливо теряет свои свойства при намокании. Кроме того, транспортировка сырья для производства биотоплива на большие расстояния может быть нецелесообразной из-за высоких логистических затрат.

Хотя твердое биотопливо обладает относительно высокой теплотворной способностью, оно всё же уступает углю и другим ископаемым видам топлива.

Выращивание специальных культур для производства биотоплива (например, кукурузы или рапса) может занять земли, пригодные для сельскохозяйственного производства. Это

создает конкуренцию между производством продовольствия и биотоплива, что может негативно повлиять на продовольственную безопасность, особенно в странах с ограниченными земельными ресурсами. Также возможны повышения цен на сельскохозяйственные продукты из-за перераспределения ресурсов в пользу производства биотоплива.

Для использования твердого биотоплива в традиционных котлах и энергетических установках может потребоваться их модернизация. Твердое биотопливо горит при других температурах и условиях, чем уголь или мазут, поэтому оборудование может потребовать дополнительных инвестиций. Для многих существующих электростанций это может быть финансово и технически нецелесообразно.

Твердое биотопливо чувствительно к уровню влажности. Если хранение осуществляется в условиях повышенной влажности, его теплотворная способность значительно снижается. Это требует создания специальных условий хранения, включая закрытые склады и системы вентиляции, что увеличивает эксплуатационные расходы.

В России, к сожалению, слабо развита сфера жидкого биотоплива. Моторное биотопливо в России практически не используется. Но тем не менее, за советский период был накоплен достаточный опыт производства моторных топлив из энергетических культур и отходов: такими разработками 10 занимались МГУ им. Ломоносова, ГНУ «Всероссийский научноисследовательский и проектно-технологический институт рапса» Российской академии сельскохозяйственных наук и многие другие исследовательские лаборатории [2].

Жидкое биотопливо включает биоэтанол, биодизель и биомасляные смеси и т.д. Его производство основано на переработке растительных или органических отходов.

Биоэтанол производится из сахаросодержащего сырья (сахарный тростник, свекла) или крахмалистых культур (кукуруза, пшеница). Технология включает:

1. Подготовку сырья (измельчение, ферментацию для превращения крахмала в сахара).
2. Ферментацию с добавлением дрожжей, превращающих сахара в этанол.
3. Дистилляцию и обезвоживание для получения чистого биоэтанола.

Биодизель изготавливается из растительных масел (рапсовое, пальмовое, соевое) или животных жиров путем трансэтерификации. Это химический процесс, при котором масла смешиваются с метанолом или этанолом в присутствии катализатора, образуя биодизель и побочный продукт — глицерин. Биомасляные смеси производятся путем гидротермальной переработки органических отходов, таких как пищевая или сельскохозяйственная биомасса. Под высоким давлением и при высокой температуре биомасса превращается в жидкое топливо. Производится из доступного сырья, такого как сахаросодержащие или масличные культуры, а также из органических отходов, что снижает зависимость от ископаемых видов топлива. Биоэтанол и биодизель могут использоваться в смеси с традиционным топливом без

значительных модификаций двигателей. Использование органических отходов для производства биотоплива способствует их утилизации и сокращению нагрузки на полигоны.

Технологические процессы, такие как ферментация, дистилляция и трансэтерификация, требуют значительных энергозатрат и вложений в оборудование. Выращивание культур для биотоплива может снизить площадь, выделяемую для продовольственных культур, что увеличивает их стоимость. При высоких концентрациях биотопливо может повредить двигатели, которые не адаптированы для его использования.

Газообразное биотопливо включает биогаз, синтетический газ и биометан. Оно создается из органических отходов или растительного сырья.

1. Анаэробное сбраживание. Органические отходы (навоз, сельскохозяйственные остатки, пищевая биомасса) перерабатываются в биореакторах без доступа кислорода. В результате выделяется биогаз, состоящий из метана (50–70%) и углекислого газа [4].
2. Газификация. При высокой температуре и недостатке кислорода биомасса (древесные отходы, солома) преобразуется в синтетический газ, который содержит водород, метан, угарный газ и углекислый газ.
3. Метанизация. Углекислый газ и водород подвергаются химической реакции с образованием метана. Это более сложный и дорогой процесс, используемый для получения биометана, близкого по свойствам к природному газу.

На рисунке 1 показана технологическая схема получения биогаза из отходов животноводства.

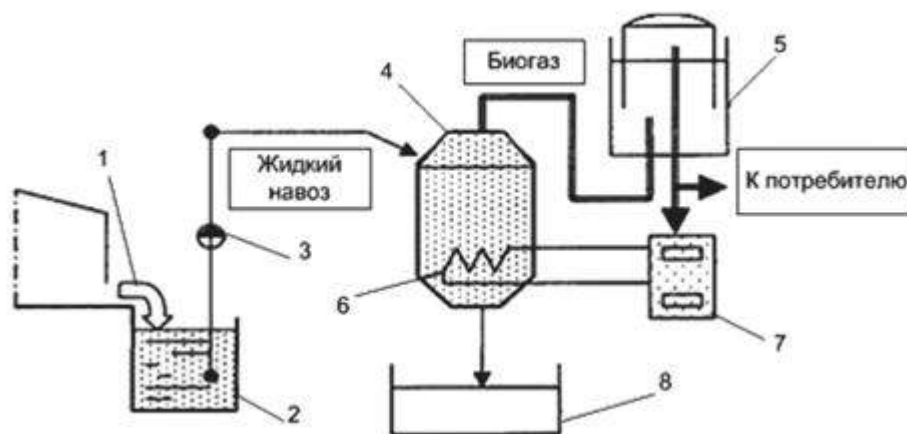


Рисунок 1 – Технология производства биогаза

Сжигание биогаза и биометана сопровождается минимальными выбросами вредных веществ, таких как сернистые соединения и сажа. Газообразное биотопливо можно использовать для выработки тепловой и электрической энергии, в качестве автомобильного топлива, а также в промышленности. Производство биогаза способствует переработке



сельскохозяйственных и пищевых отходов, снижая их объемы на полигонах. Биометан можно использовать в существующей инфраструктуре (газопроводах, котельных), что делает его доступным для массового внедрения.

Но производственные установки для анаэробного сбраживания и газификации требуют значительных капитальных вложений. Газообразное топливо требует специальных условий хранения (герметичные резервуары) и транспортировки (цистерны, газопроводы), что увеличивает затраты. Оно имеет меньшую энергоемкость, чем жидкие и твердые виды топлива, что может ограничить его применение в некоторых областях. А утечки биогаза (метана) могут увеличить выбросы парниковых газов, так как метан обладает более высокой тепличной активностью, чем углекислый газ.

Одним из самых перспективных направлений в области переработки возобновляемой биомассы является производство топлива из микроводорослей. Исследования показывают, что эти микроводоросли, особенно масличные виды, обладают наибольшим потенциалом для получения энергии. Водоросли – это одни из самых быстрорастущих растений, которые могут удваивать свою массу несколько раз в день. Однако на данный момент стоимость производства топлива из водорослей остаётся достаточно высокой. Для того чтобы сделать этот процесс коммерчески привлекательным, можно использовать отходы и выбросы, образующиеся в промышленности и при сжигании традиционных видов топлива, в качестве сырья для выращивания микроводорослей. В дальнейшем эти отходы могут быть преобразованы в газообразные энергоносители или биологически активные вещества.

В отличие от таких сельскохозяйственных культур, как кукуруза, морские водоросли не требуют вспашки, опыления и пресной воды, что открывает новые возможности для использования водорослей как биотоплива.

Микроводоросли при благоприятных условиях быстро растут, используя энергию солнечной радиации. В условиях искусственного выращивания объём урожая может составлять от 70 до 120 кг / м² сырой массы водорослей в год в зависимости от содержания питательных веществ в воде и других условий [3]. Производительность микроводорослей на единицу площади может быть в 2–5 раз выше, чем у традиционных сельскохозяйственных культур и быстрорастущих растений.

В заключение, хочется сказать, что технология производства биотоплива является важной и перспективной областью, которая отвечает современным проблемам в энергетическом секторе. Она позволяет не только частично заменить ископаемые источники энергии, но и значительно сократить выбросы парниковых газов, что способствует борьбе с изменением климата. В дальнейшем, развитие биотоплива окажет позитивное влияние на экологическое состояние планеты, помогая уменьшить загрязнение и отходы, возникающие в



результате человеческой деятельности.

Однако в России существуют серьезные препятствия на пути развития биоэнергетики. Одним из ключевых факторов является долгое доминирование традиционных видов энергетических ресурсов. Для того чтобы ускорить внедрение инноваций в этой области, необходимо создать законодательные условия и обеспечить государственную поддержку для развития биоэнергетического сектора, стимулируя рост предпринимательства и инвестиций в экологически чистые технологии.

Список литературы:

1. Биоэнергетика в Российской Федерации. Дорожная карта на 2019-2030 – [Электронный ресурс]. – URL: <https://tp-bioenergy.ru>
2. Биоэнергетика России XXI веке. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.infobio.ru>
3. Картамышева, Е.С. Биотопливо из моря / Е.С. Картамышева, А. С. Биекенова, М.Н. Перевала, И.А. Вахрушин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 14 (94). — С. 659-662.
4. Биотехнология: Учеб. пособие для вузов. В 8 кн./ Под ред. Н.С. Егорова, В.Д Самуилова. Кн. 1: Проблемы и перспективы / Н.С Егоров, А.В. Олескин, В.Д. Самуилов. – М.: Высш. шк., 1987. -159 с.: ил.