

**Н.А. Масюков<sup>1</sup>, В.В. Федчишин<sup>2</sup>, К.В. Суслов<sup>3</sup>**

Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В данной статье рассматривается понятие «биологическое топливо». В мире и в России все чаще и острее возникает вопрос нехватки энергоресурсов. Борьба за них становится одним из самых существенных факторов, влияющих на направления развития мировых отношений и развитие глобальной политики. Следовательно, значимость информации о разведанных ресурсах традиционных источников энергии возрастает как с экономической, так и со стратегической точки зрения.

*Ключевые слова:* биотопливо; биодизель; биогаз; фитобиогенератор.

### **BIOFUEL AS A SOURCE OF ECOENERGY**

**N. Masyukov, V. Fedchishin, K. Suslov**

Irkutsk National Research Technical University,  
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074.

The article discusses the concept of "biological fuel". In the world and in Russia, the problem of the shortage of energy resources arises in increasing frequency. The struggle for them is becoming one of the most significant factors influencing the direction of international relations and the development of global policies. It means that the relevance of the information about the assured resources of traditional energy sources is increasing, both economically and from a strategic point of view.

*Keywords:* biofuels; biodiesel; biogas; phyto biogenerator.

Биологическое топливо производится из продуктов сельскохозяйственного происхождения, органических отходов жизнедеятельности человека в местах его концентрированного размещения.

Другими словами, сырьем для биотоплива является то, что до сих пор выбрасывалось и создавало огромные кучи мусора и свалки по всей планете. Вот что такое биотопливо, и почему оно приобретает все большую ценность в нашем мире.

В этом главное преимущество биологического топлива перед традиционными источниками получения энергии. Вторым существенным преимуществом является экологичность продуктов сжигания биотоплива в сравнении с канцерогенными выхлопами бензиновых и дизельных двигателей. Различают жидкое, газообразное и твердое биотопливо. Также биотопливо делят на подгруппы:

1. Аграрное топливо. Оно получено из сельскохозяйственных культур, таких как солома, зерно, кукурузы, сои, сахарного тростника и т.д.
2. Торфяное топливо. Запасы этого топлива расположены на болотах.
3. Топливо из органического мусора.
4. Топливо на основе щелока. Данный вид топлива получается из отходов целлюлозно-бумажной промышленности.
5. Древесное топливо.

К существенным недостаткам биотоплива можно отнести следующие:

- низкая теплотворная способность в сравнении с бензином;
- более высокая себестоимость производства биотоплива;
- коррозионность состава масел биотоплива для тех материалов, которые используются в частях машин и механизмов.

---

<sup>1</sup> Масюков Никита Андреевич, студент 3 курса Института экономики управления и права кафедры управления промышленными предприятиями, e-mail: 6trrytr@mail.ru<sup>1</sup>

Masyukov Nikita, a third-year student of Management Economics and Law Institute, Enterprise Management Department, e-mail: 6trrytr@mail.ru

<sup>2</sup> Федчишин Вадим Валентинович, заведующий кафедрой электрических станций, сетей и систем, e-mail: v39@istu.edu

Fedchishin Vadim, Head of Electric Power Stations, Networks and Systems Department, e-mail: v39@istu.edu

<sup>3</sup> Суслов Константин Витальевич, доцент кафедры электроснабжения и электротехники, e-mail: v40@istu.edu

Suslov Konstantin, an Assistant Professor of Electrical Engineering and Power Supply Department, e-mail: v40@istu.edu

Справедливо сказать, что развитие технологий не стоит на месте, и, безусловно, специалисты и ученые стремятся упростить и удешевить получение биотоплива, при этом максимально улучшив энергетические характеристики каждого вида разрабатываемого биотоплива.

Прогресс в этом направлении огромен за то короткое время, что прошло с начала развития биотехнологий в топливе.

Изготовление биотоплива возможно буквально в любой точке планеты, в отличие от жестко привязанных к недрам нефти и газа.

Самыми распространенными видом биотоплива в настоящее время являются биоэтанол, биодизель и, в меньшей степени, биогаз.

1. Биоэтанол, который по-нашему мы называем спиртом, производится в основном из кукурузы или сахарного тростника. Наиболее распространен в Бразилии, США, Швеции. Применяется не в чистом виде, а в смеси с бензином в разных пропорциях. Смесь E-10 содержит 10 % биоэтанола, E-85, соответственно, 85 %. Десятипроцентным топливом без переделок можно заправлять любой современный автомобиль, применение 85-процентного требует переделки двигателя и системы питания. Существуют и так называемые Flex-Fuel (FFV) автомобили, которые могут работать и на бензине, и на его смеси с этанолом в любом соотношении[1].

2. Биодизель является продуктом переработки растительного масла, сырьем для которого чаще всего служат рапс, соя или подсолнечник. Так же, как и биоэтанол, биодизель применяется в автомобилях не в чистом виде, а в смеси с дизтопливом. Например: B-20–20 % биодизеля, 80 % обычного дизтоплива. В отличие от биоэтанола применение биодизеля не требует доработки двигателя и топливной системы [2]. И биоэтанол, и биодизель обеспечивают выхлоп, позволяющий с запасом укладываться в экологические нормы. Но так как их энергетическая эффективность ниже, чем у чистого бензина или солярки, то мощность двигателя снижается, а расход топлива возрастает. А самое главное, что широкое использование этих видов биотоплива создает продовольственные проблемы, так как пищевые сельскохозяйственные культуры используются не по прямому назначению, а для производства топлива для автомобилей.

3. Решить эту проблему призвано биотопливо второго поколения. Главное их отличие в том, что сырьем для их производства служит биомасса, то есть разного рода отходы: остаточные непищевые части растений (стебли, листья, шелуха), древесная стружка, солома, кожура и мякоть от прессовки фруктов, навоз и т.п. Одним из представителей биотоплива второго поколения является биогаз, который еще называют «канализационный» газ. Состоит биогаз из метана и углекислого газа. Для применения в автомобилях его предварительно очищают от углекислого газа и получают биометан. По своим свойствам это аналог природного метана, разница лишь в происхождении. Также из биомассы можно получать и этанол, и дизель [3].

4. Биотопливо третьего поколения вырабатывается из водорослей, но до его практического применения пока еще далеко. В отличие от сырья для первого и второго поколений, водоросли можно выращивать на землях и в водоемах, непригодных для сельского хозяйства или. Также для их выращивания могут использоваться и закрытые фитобиореакторы. По мере роста водоросли накапливают жиры и биомасла, имеющие молекулярную структуру, аналогичную традиционной нефти. Причем рост происходит посредством естественного фотосинтеза, для которого требуется солнечный свет, вода и углекислый газ, а также питательные вещества. Растущие водоросли потребляют углекислый газ, обеспечивая снижение объемов парниковых газов в атмосфере. Водоросли вырабатывают большой объем биотоплива с одного акра (0,4 га) занимаемых площадей, чем источники биотоплива на базе сельскохозяйственных культур.[4] Водоросли могут вырабатывать более 2000 галлонов топлива с акра занимаемых площадей в год. Примерный выход топлива, получаемого из других источников, намного ниже: пальма – 650 галлонов, сахарный тростник – 450 галлонов, кукуруза – 250 галлонов, соя – 50 галлонов [5].

#### ТВЕРДОЕ БИОЛОГИЧЕСКОЕ ТОПЛИВО

Из тех же органических продуктов, что и биотопливо жидкое, производится и твердое биотопливо, имеющее не менее широкую сферу применения в промышленности и сельском хозяйстве.

Производство твердого биотоплива (торф, дрова, солома) требует наименьших финансовых вложений и поэтому приобрело широкое распространение. Твердое биотопливо служит отличным заменителем традиционных видов топлива (газ, мазут, уголь). Основное направление использования твердого биотоплива – получение тепловой энергии. Сегодня налаживается производство специальных обогревательных котлов, рассчитанных на топливные брикеты и гранулы. Твердое биотопливо применяют в частных и коммунальных котельных. Также его можно использовать в котлах, предназначенных для других видов топлива. Эффективное применение биотоплива – это его совместное использование с электроэнергией на ТЭЦ.

1. Твердое топливо изготавливается из всевозможных продуктов органического происхождения. Это могут быть части растений, продукты их биологической переработки животными, отходы жизнедеятельности человека.

2. Основная трудность производства твердого биотоплива состоит в применении технологий для расщепления целлюлозы.

3. Ученые изучают различные естественные процессы, чтобы смоделировать процесс расщепления, происходящий в природе с помощью живых существ и их внутрижелудочной ферментации.

4. Сырьем для создания твердого биотоплива является так называемая биомасса — приготовленная в необходимой консистенции и составе готовая смесь из органического продукта.

5. Изготовление твердого биотоплива заключается в выжимании или выпаривании жидкости из биомассы при регулярном равномерном перемешивании и формировании сухого продукта. Популярными и эффективными формами твердого биотоплива являются: брикеты; гранулы; пеллеты. Распространенным видом сырья для твердого биотоплива является древесина. Как самые пригодные для производства твердого биотоплива используются: сухие ветки; щепки; опилки; отходы от работы деревообрабатывающей и лесной промышленности.

### ГАЗОВОЕ ТОПЛИВО

Перечень органических отходов, пригодных для производства биогаза: навоз, птичий помёт, зерновая и мелассная послеспиртовая барда, пивная дробина, свекольный жом, фекальные осадки, отходы рыбного и забойного цеха (кровь, жир, кишки, каныга), трава, бытовые отходы, отходы молокозаводов – соленая и сладкая молочная сыворотка, отходы производства биодизеля – технический глицерин от производства биодизеля из рапса, отходы от производства соков – жом фруктовый, ягодный, овощной, виноградная выжимка, водоросли, отходы производства крахмала и патоки – мезга и сироп, отходы переработки картофеля, производства чипсов — очистки, шкурки, гнилые клубни, кофейная пульпа.

Кроме отходов биогаз можно производить из специально выращенных энергетических культур, например, из силосной кукурузы или силфия, а также водорослей. Выход газа может достигать до 300 м<sup>3</sup> из 1 тонны.

Выход биогаза зависит от содержания сухого вещества и вида используемого сырья. Из тонны навоза крупного рогатого скота получается 50–65 м<sup>3</sup> биогаза с содержанием метана 60 %, 150–500 м<sup>3</sup> биогаза из различных видов растений с содержанием метана до 70 %. Максимальное количество биогаза – это 1300 м<sup>3</sup> с содержанием метана до 87 % – можно получить из жира [5].

Различают теоретический (физически возможный) и технически-реализуемый выход газа. В 1950–1970-х годах технически возможный выход газа составлял всего 20-30 % от теоретического. Сегодня применение энзимов, бустеров для искусственной деградации сырья (например, ультразвуковых или жидкостных кавитаторов) и других приспособлений позволяет увеличивать выход биогаза на самой обычной установке с 60 % до 95 % [6].

В биогазовых расчётах используется понятие сухого вещества (СВ или английское TS) или сухого остатка (СО). Вода, содержащаяся в биомассе, не даёт газа.

На практике из 1 кг сухого вещества получают от 300 до 500 литров биогаза.

Чтобы посчитать выход биогаза из конкретного сырья, необходимо провести лабораторные испытания или посмотреть справочные данные и определить содержание жиров, белков и углеводов. При определении последних важно узнать процентное содержание быстрорастворимых (фруктоза, сахар, сахароза, крахмал) и труднорастворимых веществ (например, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин). Определив содержание веществ, можно вычислить выход газа для каждого вещества по отдельности и затем сложить.

Раньше, когда не было науки о биогазе и биогаз ассоциировался с навозом, применяли понятие «животной единицы». Сегодня, когда биогаз научились получать из произвольного органического сырья, это понятие отошло и перестало использоваться.

Свалочный газ — одна из разновидностей биогаза. Получается на свалках из муниципальных бытовых отходов.

### ПЕРСПЕКТИВЫ БИОТОПЛИВА

Если еще не так давно они были довольно радужными, то с началом массового производства биодизеля и биоэтанола возникли социальные, экономические и даже экологические проблемы. Основные из них — рост цен на продовольствие; истощение почв энергетическими культурами; вырубка лесов с целью создания новых посевных площадей для «топливных» культур, и, как следствие, изменение климата; продвижение генномодифицированных культур как сырья для биотоплива.

Все сказанное относится, главным образом, к биотопливам первого поколения. Производство топлива второго поколения еще не набрало достаточных промышленных масштабов и поэтому судить о возможных рисках еще рано. В любом случае ясно, что человечество не перейдет в мировом масштабе на биотопливо, а его доля в общей структуре потребления вряд ли превысит 5 %.

#### **Библиографический список**

1. Гютт А. Мини-дрова на экспорт и не только // Биоэнергетика. – 2011. – № 1. – С. 55–57.
2. Дьяков А.Ф. Малая энергетика России. Проблемы и перспективы. – М.: НТФ "Энергопресс", 2013. – 128 с.
3. Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования. – Екатеринбург: Изд-во УРГУПС, 2012. – 463 с.
4. Соболев А.С., Конюхов В.Ю. Методы оценки привлекательности инвестиционных проектов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2008. – № 56. – С. 59–62.
5. Толстой М.Ю., Конюхов В.Ю., Соболев А.С. Перспективы коммерческого использования альтернативных источников энергии // Вестник иркутского государственного технического университета. – 2013. – № 5 (76). – С. 206–211.
6. Суслов К.В., Конюхов В.Ю., Зимина Т.И., Шамарова Н.А. Техничко-экономические аспекты применения возобновляемых источников энергии // Иркутский государственный технический университет: монография. – Иркутск, 2014.