



Современные тенденции развития биоэнергетики

«Запасы газа в России сформированы на 100 лет, запасов нефти хватит на 30 лет вперёд, — сообщил министр энергетики РФ в интервью “Газете.Ru” от 26 февраля 2019 года. — При существующей фискальной системе это примерно 50 процентов, то есть 15 миллиардов коммерчески извлекаемых тонн нефти (6,4 процента от мировых запасов). В прошлом году добыли 556 миллионов тонн, соответственно, простым делением получаем примерно 30 лет — и это только коммерчески извлекаемые запасы».

Этот прогноз не только и не столько проблема энергетики — это уже вопрос государственной безопасности. Мировые коммерческие запасы нефти составляют 228,41 млрд тонн (100%). Запасы нефти в Венесуэле — 40,2 млрд тонн (17,6%). Запасы нефти в Саудовской Аравии — 35,63 млрд тонн (15,6%). Запасы нефти в США — 6,4 млрд тонн (2,8%) [1].

Потребление нефти в США в 2017 году составило 975,88 млн тонн в год. Добыча нефти в США в 2018 году — 534,26 млн тонн в год, из них сланцевой нефти — 376,029 млн тонн в год [2, 3].

Основным потребителем нефти (в виде бензина, дизельного топлива, керосина) является транспорт: автомобильный, железнодорожный, морской и авиационный (около 50 % от всего объёма потребляемой нефти) [4].

Потребление нефти на человека в Соединённых Штатах Америки составляет 2,98 тонн в год. Если учитывать американские объёмы потребления нефти на человека, то России нужно в год потреблять

436,7 млн тонн в год, а с учётом экспорта (260,17 млн тонн) добыча должна составить 696,9 млн тонн, то есть увеличиться на 140 млн тонн. По данным Международного энергетического агентства (IEA), в 2019 году объём добычи сырой нефти в мире составит 4,9 млрд тонн в год [5]. Мировое потребление нефти в 2017 году достигло 4,78 млрд тонн в год [6].

Энергетические проблемы XXI века являются результатом чрезмерной зависимости от ограниченных запасов ископаемых видов топлива в сочетании с постоянно растущим спросом на энергию.

Основным потребителем нефти является транспорт — автомобильный, железнодорожный, морской и авиационный, — около 50 % от всего объёма потребляемой нефти

По прогнозам экспертов двигатели внутреннего сгорания (бензин, дизельное топливо) и ракетные двигатели на керосине будут ещё широко использоваться в течение XXI века. Следовательно, нужно искать замену нефтяному бензину, керосину и дизельному топливу.

Развитие биоэнергетики, как самостоятельного направления мировой энергетики, в конце XX века и в начале XXI века показало, что эту нишу может заполнить биотопливо: биоэтанол, биогаз, биодизельное топливо, биоводород, биобутанол и био-изобутанол, диметилловый эфир.

По материалам XVI Международной научно-практической конференции «Возобновляемая и малая энергетика 2019. Автономные подвижные и стационарные системы энергоснабжения», прошедшей в НИУ «МЭИ».

Рецензия эксперта на статью получена 15.08.2019 [Expert review on the article received on August 15, 2019].

УДК 621.22.01. Научная специальность: 05.14.08.

Современные тенденции развития биоэнергетики

Евгений С. Панцхава, д.б.н., Комитет по возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) Российского Союза научных и инженерных общественных объединений (РосСНИО)

В статье рассматриваются современные направления развития мировой биоэнергетики и производства биотоплив посредством биоэнергии биомассы в коммерческую энергию и топлива.

Ключевые слова: биоэнергетика, биотопливо, биогаз, биоэтанол, биоэнергия, биоразнообразие.

UDC 621.22.01. The number of scientific specialty: 05.14.08.

Modern trends in the development of bioenergy

Eugene S. Pankhava, Doctor of Biology Sciences, the Committee on Renewable Energy Source (RES) of the Russian Union of Scientific and Engineering Public Associations (RosSNIIO)

The article discusses the current trends in the development of global bioenergy and biofuel production through bioconversion of biomass energy into commercial energy and fuel.

Key words: bioenergy, biofuels, biogas, bioethanol, bioconversion, biodiversity.

Россия, учитывая её широкие возможности по производству различных видов биомассы, может стать достаточно серьёзным экспортёром биотоплива на мировой рынок. В 2016 году мир производил 68 млн тонн в год биоэтанола, США — 44,2 млн, Бразилия — 18,8 млн тонн в год.

К 2023 году прогнозируется производство биотоплива в объёме 92 млн тонн н.э., к 2025-му — 200 млн тонн н.э., к 2030 году уже 285 млн тонн н.э. [7]. Эти мировые проблемы будут обсуждаться 24–25 февраля 2020 года в городе Дубаи (ОАЭ) на 11-й Международной конференции по биотопливу и биоэнергетике [8]. Тема — изучение последних инноваций, определяющих будущее биотоплива и биоэнергетики. Международный комитет Конференции по биотопливу и биоэнергетике предложил следующие направления развития биоэнергетики на ближайшие годы.

Научно-исследовательские направления

1. Возобновляемая энергия.
2. Биоэкономика.
3. Биотопливные элементы.
4. Биорефрейдинг.
5. Биогазовые технологии.
6. Биоэнергетический переход (конверсия).
7. Биосеквестрация.
8. Биоразнообразие.

Бизнес-направления

1. Наноматериалы.
2. Ферментация (биоэтанол, биобутанол, био-изобутанол, биоводород, а также биометан-биогаз).
3. Биодизельное топливо.
4. Биоденатурированный этанол.
5. Рынок биотоплива.
6. Промышленная биоэкономика.
7. Бизнес «голубой экономики» (экономики океана).
8. Политика в области биотоплива.



Биотопливо 2020. Биотопливо второго поколения

Передовые биотоплива или биотопливо второго поколения являются топливом, которое может быть произведено из различных видов лигноцеллюлозной биомассы. Ниже приведены основные направления исследований работ и коммерческого приложения по проблеме «Биотопливо XXI века».

Направление 1. Биомасса — это органический материал, который используется для производства топлива, с дальнейшей переработкой последнего в электроэнергию. Материалы, из которых состоит топливо из биомассы, — это отходы лесопроизводства и деревообработки, некоторые энергетические культуры, отходы растениеводства и животноводства, коммунальные отходы.

Направление 2. Биогаз — смесь различных газов, образующихся при разложении органического вещества в анаэробном условиях, то есть бактериальное разложение в отсутствии кислорода.

Биогаз может быть получен из различных видов сырья: сельскохозяйственных, растительных, коммунальных отходов, сточных вод и пищевых отходов.

Биогаз можно сжигать, как и природный газ (СПГ), и использовать для заправки автомобилей.

Направление 3. Биоэнергия — энергия химических связей, хранящаяся в возобновляемом топливе. Возобновляемое биотопливо — продукт фотосинтеза, конвертирующего энергию солнечного света в энергию химических связей органических веществ.

Направление 4. Возобновляемые источники энергии — любые источники энергии, которые могут быть естественным образом возобновлены или регенерированы в течение короткого времени и которые связаны непосредственно с Солнцем (солнечная энергия) прямо или же косвенно — такие, как биоэнергия. Эта энергия не может быть истощена и постоянно обновляется.

Направление 5. Биорефрейдинг или эффективная переработка биомассы в широкий ассортимент товарной продукции и энергии, совместное производство относительно ценных химических веществ (например, тонкодисперсных химических веществ, фармацевтических препаратов, полимеров). Промышленный биорефрейдинг был определён как новый путь к созданию новой биологической промышленности.

Направление 6. Биоэтанол — экологическое топливо из растительного сырья, используемое для двигателей внутреннего сгорания. Основная задача — создание высокоэффективных и конкурентноспособных коммерческих технологий производства биоэтанола из непродовольственной биомассы.



Фото: ООО «Зорг Биогаз Украина», zorg.ua

Направление 7. Биодизельное топливо — биотопливо, используемое в качестве замены дизельного топлива. Оно безопасно, биоразлагаемо и меньше загрязняет воздух, чем дизельное топливо на нефтяной основе.

Направление 8. Авиационное биотопливо — биотопливо, используемое для самолётов (биокеросин). С помощью такого топлива авиационная промышленность может уменьшить свой углеродный след.

Направление 9. Биотопливо второго поколения — разработка коммерческих технологий для производства топлива из многочисленных видов лигноцеллюлозной биомассы.

Направление 10. Биотопливо из водорослей. Большинство водорослей преобразуют солнечный свет в энергию так же, как и высшие растения, однако генетическое разнообразие многих видов водорослей даёт исследователям невероятное количество уникальных свойств, которые могут быть использованы для разработки перспективных технологий биотоплива. Водоросли могут быть в 100 раз более продуктивными, чем традиционные биоэнергетические источники.

Направление 11. Нанотехнологии в производстве биотоплива. Ещё раз подчеркнём, что энергетические проблемы XXI века являются результатом чрезмерной зависимости от ограниченных запасов ископаемых видов топлива в сочетании с постоянно растущим спросом на энергию. В числе решений — развитие технологий и инфраструктуры, способствующих плавному переходу к альтернативным и возобновляемым источникам энергии. Нанотехнология — объединение биотехнологий, химии и техники — рассматривается как новый кандидат на получение «чистой» энергии.

Направление 12. Продукты питания или топливо? Ряд экспертов предлагают производить топливо только из непищевых растительных масел, таких как камелина, ятрофа или морская мальва, которые могут процветать на маргинальных сельскохозяйственных землях, где многие деревья и культуры не будут расти или будут давать только низкие урожаи.

Направление 13. Биоэкономика охватывает те части экономики, которые используют возобновляемые биологические ресурсы суши и моря — сельскохозяйственные культуры, леса, рыбу, животных и микроорганизмы — для производства продовольствия, материалов и энергии. Биоэкономика — это вся экономическая деятельность, вытекающая из научно-исследовательской деятельности, ориентированной на биотехнологию.



Направление 14. Энергия и окружающая среда. Энергетика и окружающая среда взаимосвязаны в технологическом и научном аспектах, включая энергосбережение и взаимодействие энергетических форм и систем с физической средой. В период с 1800 по 2000 годы уровень углекислого газа в атмосфере увеличился на 31 % — с 280 до 367 ppm (частей на миллион). Во всём мире осуществляются различные природоохранные стратегии, направленные на сокращение выбросов углекислого газа в целях улучшения состояния окружающей среды.

Направление 15. «Зелёные» энергия и экономика. «Зелёная» энергия главным образом будет включать естественные процессы, сопровождаемые очень небольшим загрязнением. Анаэробное сбраживание, геотермальная энергия, энергия ветра, малая гидроэнергетика, солнечная энергетика, энергия биомассы, энергия периодических событий, энергия волн и несколько типов атомной энергии принадлежат к «зелёной». «Зелёная» экономика направлена на снижение экологических рисков и экологических проблем.

Направление 16. Возобновляемые химические вещества — это вещества, получаемые из возобновляемого сырья: биомассы микроорганизмов, растительной, животной и морской биомассы, сельскохозяйственного сырья.

Вышеперечисленные направления показывают многообразие научных и коммерческих дисциплин современной биоэнергетики. Также эта область современной энергетики соотносится с рядом задач и аспектов. Они приведены ниже:

1. Биоконверсия — трансформация растительного сырья и отходов животноводства в транспортное топливо и электроэнергию. Самой большой возможностью для глобальных биоэнергетических технологий является растущий спрос на электроэнергию во всём мире.

2. Биосеквестрация — это улавливание и хранение атмосферного углекислого газа, образующегося в результате биологических процессов. Это может быть увеличение фотосинтеза с помощью таких методов, как лесовосстановление или предотвращение обезлесения и генная инженерия, усиление улавливания углерода в почве в сельском хозяйстве, использование биосеквестрации водорослей (см. биореактор водорослей) для поглощения выбросов углекислого газа от производства угля, нефти или природного газа.

3. Биоразнообразие — имеется в виду разнообразие и изменчивость жизни на Земле. Биоразнообразие, как правило, является мерой вариации на генетическом, видовом и экосистемном уровнях. Биоразнообразие суши обычно больше вблизи экватора, что является результатом тёплого климата и высокой первичной продуктивности. Биоразнообразие неравномерно распределено на Земле и является самым богатым в тропиках. Эти тропические лесные экосистемы занимают менее 10 % поверхности нашей планеты и содержат около 90 % всех видов. Морское биоразнообразие, как правило, является самым высоким вдоль побережий в западной части Тихого океана, где температура морской поверхности самая высокая, и в средней широте во всех океанах.

4. «Голубая экономика» или «экономика океана». Под «экономикой океана» подразумевается использование океанических ресурсов, она строго нацелена на расширение возможностей экономической системы океана. «Голубая экономика» выходит за рамки рассмотрения океанической экономики исключительно как механизма экономического роста.

По оценке организационного комитета Международной конференции в Дубае среди основных видов биотоплив (биогаз, биоэтанол, биодизель) ведущее место уделяется биогазу.

В настоящее время в России активно функционируют две организации по разработке и развитию основных направлений современной биоэнергетики: Центр развития биоэнергетики Всероссийского НИИ механизации сельского хозяйства и Технологическая платформа «Биоэнергетика» при НИЦ «Курчатовский институт». Обеими организациями созданы обширные программы развития основных направлений современной биоэнергетики в России. Но из-за недостатка финансирования коммерческая реализация этих направлений и проектов продвигается очень медленно и не соответствует требованиям сегодняшнего дня за небольшим исключением: промышленная биогазовая электростанция в Белгородской области (две БГС «Байцуры» и «Лучки»), Кировский завод «Биохимзавод» и заводы по производству пеллет.

Опыт Советского Союза, а также США и ЕС в этой области убеждает, что на первом этапе развития необходимо создание целевой государственной программы с отдельной строкой бюджетного финансирования.

Производство пеллет в России

На сегодняшний день количество российских заводов по производству пеллет составляет более 250, суммарной проектной мощностью 3,5 млн тонн в год. В 2017 году было произведено 1,34 млн тонн продукта, экспорт — 1,438 млн тонн.

Гидролизный этанол из древесины производится только на одном предприятии — «Кировский биохимзавод» (город Киров). Данные по мощности не приводятся (кстати, в СССР работало 30 гидролизных заводов).

Опыт СССР, а также США и ЕС убеждает, что на первом этапе развития необходимо создание целевой государственной программы с отдельной строкой бюджетного финансирования

Сегодня в России существует три научных академических школы, разрабатывающих фундаментальные и прикладные аспекты каталитического синтеза углеводородов из биомассы:

1. Школа академика РАН И.И. Моисеева (Институт общей химии им. Н.С. Курнакова РАН, Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН).
2. Школа академика РАН В.Н. Пармона (Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, город Новосибирск).
3. Институт химии природного органического сырья СО РАН (город Красноярск).

По представлениям международных экспертов (международный оргкомитет), из разрабатываемых биотоплив биогаз занимает ведущее место.

В течение 60 лет ранее в СССР (а теперь и в современной России), было сломано немало копий при обсуждении вопроса «Является ли биогаз рентабельным топливом и может ли он иметь масштабное применение?» Главным идеологом создания биогазовой промышленности в СССР в 1964 году был автор этой статьи. Данное направление было поддержано руководством СССР (членом Политбюро ЦК КПСС Ю.В. Андроповым) в 1979 году.

После 1991 года в России было введено в эксплуатацию только две крупных промышленных биогазовых электростанции: в деревне Дошино Калужской области

(320 кВт электричество + 400 кВт тепловая), две БГС в Белгородской области в селе Лучки (3,6 МВт) Прохоровского района, станция «Байцуры» (0,5 МВт) в Борисовском районе. В то время как в Советском Союзе с 1980 по 1989 годы по программе Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике (ГКНТ) были введены в эксплуатацию следующие крупные биоэнергетические-биогазовые станции на свиномкомплексах:

1. На 30 тыс. голов (в городе Пярну Эстонской ССР, д.т.н. Н.Г. Ковалёв).
2. На 5000 голов (совхоз «Огре» в Рижском районе Латвийской ССР, академики АН Латвийской ССР М.Е. Бекер, У.Э. Виестур, инженер В.С. Дубровскис).
3. На 24 тыс. голов (колхоз «Большевик» в Крымской области УССР, профессор А.А. Ковалёв, инженер В.Б. Костюк, д.б.н. А.Н. Ножевникова).
4. На 3000 голов (Химмаш им. М.В. Фрунзе в городе Сумы УССР, инженер И.В. Семенов).
5. На птицефабрике «Октябрьская» (50 тыс. голов) в Истринском районе Московской области, инженер Т.Я. Андриухин.

В настоящее время в России функционируют более десяти компаний, производящих биогазовое оборудование широкого типоразмерного ряда — от индивидуальных (для крестьянских подворий) до промышленных станций.

Выводы

Развитие биоэнергетики (производство биотоплив) является одной из важнейших государственных задач на ближайшее десятилетие. Её реализация требует создания соответствующей целевой государственной программы с бюджетным финансированием. ●

1. Мировые запасы нефти по странам [Электр. ресурс]. «Всё о нефти». Режим доступа: vseonefti.ru. Дата обращения. 01.01.2017.
2. Тенденции развития мировой экономики, динамика мировых товарных рынков [Электр. ресурс]. «Мир прогнозов». Режим доступа: mirprognovov.ru. Дата обращения. 01.03.2019.
3. Соединённые Штаты Америки в декабре увеличат добычу сланцевой нефти на 113 тыс. баррелей в день [Электр. ресурс]. IIA INFOLine. Режим доступа: advis.ru. Дата обращения. 13.11.2018.
4. Вот как выглядит структура потребления нефти [Электр. ресурс]. ЖЖ «Инженерия». Режим доступа: engineering-ru.livejournal.com. Дата обращения. 28.06.2017.
5. Мировое потребление нефти к концу года достигнет рекордных 100 млн баррелей в сутки [Электр. ресурс]. Ведомости. Режим доступа: vedomosti.ru. Дата обращения. 14.09.2018.
6. Потребление нефти в мире. Потребители российской нефти [Электр. ресурс]. «Прогностика». Режим доступа: prognostica.info. Дата обращения. 22.10.2018.
7. Global biofuels production. International Energy Agency. Web-source: iea.org. Access data: January 25, 2019.
8. 11th edition of International Conference on Biofuels and Bioenergy. EuroSciCon. websource: biofuels.euroscicon.com. Access data: Mart 11, 2019.

References — see page 95.



Modern trends in the development of bioenergy. Pp. 82–85.

Eugene S. Pantskhava, Doctor of Biology Sciences, the Committee on Renewable Energy Source (RES) of the Russian Union of Scientific and Engineering Public Associations (RosSNIO)

1. *Mirovyje zapasy nefiti po stranam* [World oil reserves by country]. “Vse o nefiti” [All about oil]. Web-source: vseonefti.ru. Access data: January 1, 2017. [In Russian]
2. *Tendencii razvitiia mirovoj jekonomiki, dinamika mirovyh tovarnyh rynkov* [Trends in the development of the global economy, the dynamics of world commodity markets]. “Mir prognozov” [The World of forecasts]. Web-source: mirprognozov.ru. Access data: Mart 1, 2019. [In Russian]
3. *SShA v dekabre uvelichat dobychu slancevoj nefiti na 113 tys. barrelej v den'* [The United States will increase production of shale oil by 113,000 barrels per day in December]. *News Agency INFOLine*. Web-source: advis.ru. Access data: November 13, 2018. [In Russian]
4. *Vot kak vygljadit struktura potreblenija nefiti* [This is what the structure of oil consumption looks like]. *ZhZh “Inzhenerija”* [“Engineering” LiveJournal]. Web-source: engineering-ru.livejournal.com. Access data: June 28, 2017. [In Russian]
5. *Mirovoe potreblenie nefiti k koncu goda dostignet rekordnyh 100 mln barrelej v sutki* [World oil consumption by the end of the year will reach a record 100 million barrels per day]. *Vedomosti* [“Vedomosti” Newspaper]. Web-source: vedomosti.ru. Access data: September 14, 2018. [In Russian]
6. *Potreblenie nefiti v mire. Potrebiteli rossijskoj nefiti* [World oil consumption. Consumers of Russian oil]. “Prognostika” [Forecasting]. Web-source: prognostica.info. Access data: October 22, 2018. [In Russian]
7. Global biofuels production. International Energy Agency. Web-source: iea.org. Access data: January 25, 2019.
8. 11th edition of International Conference on Biofuels and Bioenergy. Biofuels and Bioenergy. EuroSciCon. Web-source: biofuels.euroscicon.com. Access data: Mart 11, 2019.