

«Сейфуллин окулары – 16: Жаңа формациядағы жастар ғылыми – Қазақстанның болашағы» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Международной научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 16: Молодежная наука новой формации – будущее Казахстана. - 2020. - Т. II. - С. 148-151

ОБЗОР ПРОБЛЕМ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА

Ізтлеуқызы Т.

Развитие высокоэффективных энергосберегающих технологий является на сегодняшний день задачей государственной важности. Это объясняется, в основном, значительно более высокой (в 3 - 4 раза), чем в экономически развитых странах Западной Европы и Америки, энергоемкостью промышленного и сельскохозяйственного производства, значительными затратами энергии в жилищно-коммунальном хозяйстве, приводящими к нерациональному расходованию невозполняемых запасов органического топлива, излишним затратам общественного труда. Принятый закон Республики Казахстан от 13 января 2012 года № 541-IV «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 15.01.2019 г.), последовавшие за ним подзаконные акты определяют основные направления деятельности научных и производственных организаций, в том числе в повышении и в развитии энергосберегающих технологий.

Одним из направлений экономии невозполняемых запасов органического топлива является применение для генерации установок, работающих с использованием энергии возобновляемых источников. Генерация электроэнергии и теплоты на установках, использующих энергию возобновляемых источников, является на сегодняшний день одним из бурно развивающихся направлений развития мировой энергетики. Доля энергии, генерированной с их применением в общем энергетическом балансе, со временем непрерывно возрастает.

Традиционно к возобновляемым источникам относят энергию солнца, ветра, геотермальную энергию Земли, гидроэнергию. Возобновляемым источником энергии является также и биотопливо. К биотопливу относятся древесина, солома, продукты переработки растительной массы, а также отходы животноводства и птицеводства. Биотопливо используется в твердом, жидком и газообразном виде. Биотопливо в газообразном виде носит название биогаз.

Истощение запасов нефти и традиционных энергоресурсов, рост цен на них и обострение экологических проблем обусловили глобальный интерес к разработке и использованию биогазовой технологии для получения механической, тепловой, электрической энергий и биоудобрений. Биогазовая технология может быть использована для переработки многих видов органических отходов, навоза, сточных вод, отходов сельскохозяйственных

культур и производства, улучшая экологическую обстановку местности. Тот факт, что животные неполно усваивают энергию растительных кормов и более половины этой энергии уходит в виде навоза, позволяет рассматривать последний не только как ценное сырье для органических удобрений, но и как мощный возобновляемый источник энергии.

Одним из перспективных видов альтернативного моторного топлива, производимого из местного биосырья, является биогаз, индустрия которого появилась за короткий промежуток времени во многих странах мира. Если в 1980-х годах в мире насчитывалось около 8 млн. установок для получения биогаза суммарной мощностью в 1,7-2 млрд. м³ в год, то в настоящее время данные показатели соответствуют производительности только одной страны - Китая.

Пионером в коммерческом использовании биогазовых заводов для получения биогаза является Дания. Суммарная годовая энергетическая мощность производителей биогаза Дании, получаемого из всех источников, в настоящее время составляет от 4 до 6-10¹⁵ Дж, а к 2008г. планируется дальнейшее увеличение до 8-10¹⁵ Дж. В Дании эксплуатируется 18 биогазовых заводов, способных ежегодно обрабатывать 1,2 млн.т. биомассы (75% отходов животноводства и 25% - других органических отходов), давая при этом до 45 млн. м³ биогаза, что эквивалентно 24 млн. м³ природного газа.

В США работают более десяти крупных биогазовых заводов, один из которых подает вырабатываемый биогаз в газораспределительную сеть Чикаго. В США получили широкое распространение установки для использования отходов на небольших скотоводческих фермах с поголовьем до 150 единиц крупного рогатого скота.

В фермерских хозяйствах Европы и Канады распространены установки производительностью до 100 - 200 м биогаза, что обеспечивает хозяйство тепловой энергией летом на 100%, а зимой - 30-50%. Большое количество биогаза производится также и при переработке твердых бытовых отходов городов: в США - 9 • 10¹⁵ Дж., Германии - 14 • 10¹⁵ Дж., Японии - 6 • 10¹⁵ Дж, а в Швеции - 5 • 10¹⁵ Дж. [1, с. 11-15, 2, с. 2].

В Китае эксплуатируется более 5 млн. семейных биогазовых реакторов, ежегодно производящих 1,3 млн. м³ биогаза, что обеспечивает газом для бытовых нужд свыше 35 млн. человек. Действует 24 000 биогазовых очистительных сооружений для обработки отходов городов; работают около 190 биогазовых электростанций с ежегодным производством 3-10⁹ Вт.ч. Биогазовая продукция Китая оценивается в 33-10¹⁵ Дж [3, с.224, 4, с.140].

Одним из путей рациональной утилизации навоза и других органических отходов является их анаэробное сбраживание, что обеспечивает обезвреживание и сохранение их как органического удобрения при одновременном получении биогаза.

Биогаз - это смесь из 50 - 80% метана CH₄, 20 - 50% углекислого газа CO₂, 1% сероводорода (H₂S) и незначительных следов азота N₂, кислорода O₂, и водорода H₂, а так же продуктов метанового брожения органических веществ растительного и животного происхождения, осуществляемого

специфическим природным биоценозом анаэробных бактерий различных физиологических групп. Энергия, заключенная в 1 м³ биогаза (20-25 МДж), эквивалентна энергии 0.6 м природного газа, 0.74 л нефти или 0.66 л дизельного топлива. Соотношение CH₄ и CO₂ зависит от исходного субстрата и характеристики процесса брожения (температуры, времени пребывания массы в реакторе и загрузки его рабочего пространства).

Использование биогаза как топлива возможно как при его сжигании в котлах для производства теплоты в виде пара или жидкого теплоносителя, так и при сжигании в камерах сгорания газотурбинных установок и в цилиндрах газопоршневых агрегатов. Наличие в сыром биогазе значительной доли (30 - 50 %) негорючих газов, в первую очередь двуокиси углерода, делает использование биогаза в ГТУ и ГПА более предпочтительным, чем в котлах, т.к. в этих случаях CO₂ выступает в качестве части рабочего тела этих установок. При сжигании же в топках котлов CO₂ является балластом. Однако сжигание биогаза в котлах для получения теплоты также нашло практическое применение, и использование такого рода установок может привести к достижению положительного результата.

Теплотворная способность биогаза оставляет 22.29 МДж/ м и 1 м³ его эквивалентен 0,7-0,8 кг условного топлива. В результате брожения из 1 т органического вещества (по сухой массе) получается 350.600 м³ биогаза, при этом КПД превращения энергии органических веществ в биогазе 80.90%. [5, с. 15-30, 4, с. 141, 6, с. 11-15].

Эффективность использования биогаза составляет 55% для газовых плит, и от 24% для двигателей внутреннего сгорания. Наиболее эффективный путь использования биогаза - это комбинация тепловой и электрической энергии, при которой можно достичь до 88% эффективного КПД, что является лучшим видом использования биогаза для крестьянских ферм и отдельных хозяйств [7, с.72-77].

По своему химическому составу, биогаз напоминает природный газ и может быть применен в автотракторных двигателях внутреннего сгорания. По данным Шведских и Швейцарских ученых, биогаз может использоваться в ДВС, так как по экологическим характеристикам биогаз на 75% чище дизельного топлива и на 50% чище бензина. Токсичность биогаза для человека на 60% ниже традиционного топлива. Продукты его сгорания практически не содержат канцерогенных веществ. Влияние отработавших газов двигателей, работающих на биогазе, на разрушение озонового слоя на 60 - 80% ниже, чем у нефтяных видов топлива [8, с. 2-3].

Однако создание ДВС, работающих на газе с такой низкой теплотой сгорания как у биогаза, представляет определенные трудности. Они обусловлены необходимостью сохранения мощности и экономичности работы базового двигателя на эксплуатационных режимах, сохранения его надежности, обеспечения устойчивости на всех режимах, минимальных конструктивных доработок базового двигателя и т.д. В этой связи целесообразнее использовать не биогаз, а получаемый из него биометан. Для этого из биогаза удаляют CO₂, водяной пар, сероводород и другие примеси.

Очистка биогаза от двуокси углерода (CO_2) может производиться различными способами. К наиболее распространенным методам относятся: промывка газов через жидкие поглотители (например, воду), вымораживание, адсорбция при низких температурах, после чего полученный газ имеет практически однородный состав, содержащий 90,97 % CH_4 с теплотой сгорания 35,40 МДж/м³. [9, с. 92-104, 6, с.11-15, 10, с.56, 11, с. 140-160].

Переработанные в биогазовых реакторах органические отходы превращаются в ценные биоудобрения, которые содержат значительное количество питательных веществ, и могут быть использованы в качестве органических удобрений и кормовых добавок. Образующиеся при сбраживании гумусные материалы улучшают физические свойства почвы, а минеральные вещества, служат источником энергии и питанием для деятельности почвенных микроорганизмов, что способствует повышению усвоения питательных веществ растениями. Основное преимущество биоудобрения заключается в сохранении легко усваиваемой формы практически всего азота и других питательных веществ, содержащихся в исходном сырье [10, с. 56, 12, с. 52-29].

Выбор метода определения эффективности энергогенерирующих установок является исключительно важной задачей. Анализ методологических подходов авторов показывает, что для анализа термодинамической эффективности установок, генерирующих один вид энергии, рекомендуется применение энергетического метода термодинамического анализа и использование энергетического коэффициента полезного действия, являющегося отношением полученной полезной энергии к ее затратам. При анализе же термодинамической эффективности установок, генерирующих энергию различных видов [13, с. 296, 14, с. 158, 15, с. 288], рекомендуется использовать эксергетический метод термодинамического анализа.

Рассматриваемые в работе установки в большинстве своем являются установками когенерационного типа, вырабатывающими электроэнергию и теплоту, которые представляют собой энергии различного вида. По этой причине в работе был применен эксергетический метод термодинамического анализа.

Следует отметить, что, несомненно, при решении вопросов внедрения тех или иных установок, либо внесения тех или иных схемных, конструктивных или режимных изменений в существующих установках, необходимо основываться на методе определения технико-экономических показателей установок. Однако определение термодинамической эффективности представляет собой составную часть метода определения технико-экономических показателей. Термодинамический анализ показывает границы возможного применения рассматриваемых технических решений. Кроме того, термодинамический анализ, позволяющий определить эксплуатационные экономические характеристики, входящие в технико-

экономические показатели, играет важную роль в решении вопросов внедрения оборудования.

Точность определения эффективности применения энергосберегающих мероприятий в энергогенерирующих установках, представительность полученных при анализе результатов в значительной степени зависит от правильного выбора критериев и методов оценки эффективности. Так, при исследованиях эффективности работы установок одновременно генерирующих энергию различных видов (например, электроэнергию и теплоту) предпочтительно использовать эксергетический метод термодинамического анализа, основанный на определении эксергетического КПД установки. В настоящей работе предложена модификация эксергетического метода термодинамического анализа, то есть метод разности эксергетических КПД. Предложенный метод основан на определении изменения эксергетического КПД установок после проведения каких-либо энергосберегающих мероприятий - технологических или конструктивных усовершенствований, направленных на повышение их энергетической эффективности, и влияния различных факторов на это изменение эксергетического КПД. Предложенный метод, принципиально не отличаясь от традиционного метода эксергетического анализа, позволяет упростить оценку эффективности внедрения энергосберегающего мероприятия, особенно в тех случаях, когда существует несколько возможных способов повышения энергетической эффективности работы какого-либо устройства, сравнить ожидаемые результаты внедрений энергосберегающих мероприятий между собой.

Непрерывное увеличение потребление газа в мире, а также повышенные экологические требования к действующим и создаваемым энергетическим объектам, необходимость значительного повышения энергетической эффективности экономики Казахстана требуют существенного развития научных исследований в этой области знаний. Настоящая работа - это попытка внести посильный вклад в развитие научных знаний в области повышения эффективности работы энергогенерирующего оборудования энергетических систем и комплексов.

Список литературы

1. Кириллов, Н. Г. Альтернативные виды моторного топлива из биосырья для сх автотракторной техники, достижения науки и техники в АПК, № 2, 2002. стр11-15.
2. Schumacher L.G., Borgelt S.C., Hires W.G.: Fueling a Diesel Engine with methyl ester soybean oil. // Liquid Fuels from Renewable Resources-Proceedings of an Alternative Energy Conference. Nashville, TN. 1992.
3. Мамедова М.Д., Васильев Ю.Н. Транспортные двигатели на газе. М.: Машиностроение, 1994. -224 с.
4. Ибрагим Ахмед Руфай. Использование вторичного тепла автономных энергоустановок для анаэробной переработки навоза. Диссертация ФГОУ

ВПО "Ргаг университет МСХА имени К. А. Тимирязева, канд. тех. наук. -М.: 2006. 140 с.

5. В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер, Биогаз Теория и Практики, перевод с немецкого и предисловие М. И. Серебряного, УДК 631.371:63.002.8 Москва, КОЛОС, 1982,15- 140с.

6. Кириллов, Н. Г. Альтернативные виды моторного топлива из биосырья для сх автотракторной техники, достижения науки и техники в АПК, № 2, 2002. стр11-15.

7. Чумаков В.Л., Эффективное использование продуктов анаэробного сбраживания навоза. Текст./ Чумаков В.Л., Имад С.С. Белаль. // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. Горячкина. Агроинженерия. № 3(23) 2007.- С. 72-77.

8. Кримов Николай. На чем поедем в XXI веке?: Альтернативные моторные топлива. // Энергетика и промышленность России. №3., 2002.

9. Гелатуха Г.Г., Железная Т.А., Маценюк З.А. Концепция развития биоэнергетики в Украине./ Промышленность техника, 1999. Т.21. №.6. С. 94-102.

10. AOAD, Agricultural Information, Documentation and Statistics Center,2003.

11. CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Energy and Biomass Engineering, volume V, LCCN98-93767, ISBN0-929355-97-0 Published by ASAE 1999. PP-140-160.

Научный руководитель: м.т.н., ассистент Н.Н. Саракешова