

## **РИСКИ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА**

**Ролевич И.В., Бельская Г.В.**

*Белорусский национальный технический университет*

*Изучены риски производства биогаза на биогазовых комплексах Беларуси. Учет их позволяет обеспечить региональную энергетическую безопасность и решить многие важные проблемы энергетического, экономического и экологического характера, в частности, утилизацию отходов сельхозпроизводства, в первую очередь, животноводческих предприятий. Учет рисков производства биогаза позволит избежать многие трудности в эксплуатации и получить максимально положительный экономический эффект при получении биогаза.*

Успешное развитие экономики связано с ростом потребления энергии. Однако запасы ископаемого топлива, во-первых, не безграничны, во-вторых, снижение их добычи сопровождается ростом цен на них, а в-третьих, сжигание ископаемого топлива приводит к загрязнению окружающей среды, парниковому эффекту и глобальному изменению климата на Земле. Поэтому актуальными являются проблемы рациональности и эффективности использования энергоресурсов, внедрения технологий энерго- и ресурсосбережения и развития возобновляемых источников энергии.

Развитие возобновляемой энергетики в мире приняло ускоренный характер. Одним из важных ее направлений являются использование биогазовых технологий. По прогнозам, вклад биомассы как дополнительного источника энергии, к 2040 г. достигнет 23,5% от общего энергопотребления. Развитие биогазовых технологий позволит обеспечить региональную энергетическую безопасность и решить многие важные проблемы энергетического, экономического и экологического характера, в частности, утилизацию отходов сельхозпроизводства, в первую очередь, животноводческих предприятий [1].

Производство биогаза повышает энергетическую безопасность страны благодаря решению трех задач. Во-первых, снижения удельного расхода топлива на единицу получаемого энергоресурса. Во-вторых, обеспечения резервирования электроэнергии и повышения надежности энергоснабжения. В-третьих, снижения эмиссии парниковых газов в атмосферу (метана, двуокиси углерода), что предотвращает глобальное потеп-

ление, уменьшает загрязнение сточных вод и снижает эпидемиологическую опасность от хранения отходов [2].

В Беларуси биоэнергетика в будущем может стать серьезной отраслью сельского хозяйства. В настоящее время функционируют 48 биогазовых установок с общей установленной мощностью 39,34 МВт. Строительство их ускорилось благодаря принятому в 2010 г. в Беларуси закона «О возобновляемых источниках энергии». Увеличение их количества зависит от множества факторов: сырья, выбора оборудования, оптимизации расходов и т.д.

Приоритетным с экологической и экономической точки зрения в Республике Беларусь является выработка биогаза из отходов сельхозпроизводства, из отходов сточных вод, на объектах захоронения твёрдых коммунальных отходов, т.к. внедрение биогазовых установок сопутствует вторичному использованию отходов и сокращению выбросов в атмосферу. Внедрение биогазовых установок на хорошо исследованных объектах с большими объемами образования метана будет способствовать быстрой окупаемости оборудования [3-5].

Риски производства биогаза изучали на биогазовых комплексах мощностью от 340 кВт до 4,8 МВт (общая установочная электрическая мощность около 10,0 МВт), работающих, в основном, на навозе или птичьём помёте: аграрных предприятий «Западный» Брестского района, «Белорусский» Минского района, «Гомельская птицефабрика», «Рассвет» Кировского района, Могилевской области, «Снов», «Лань-Несвиж» Несвинского района, Минской области, Главной целью исследований по выявлению рисков явился учет их при принятии решений для смягчения негативных последствий для окружающей среды и организация устойчивого производства биогаза.

Под риском производства биогаза понимали возможную опасность и действия наудачу в надежде на счастливый исход. Необходимыми элементами риска являются опасность, неопределенность, случайность. Риск возникает там, где есть опасность, в которой заложена неопределенность. Неопределенность, не связанная с опасностью, риском не считается. Опасность, если она предсказуема, также не считается риском.

При производстве биогаза различают следующие риски: инвестиционный, кредитный, рыночный, финансовый, регулируемый, технологические, технический, риски незавершенности и нестабильности нормативно-правовой базы, регулирующей реформирование и функционирование электроэнергетики, про-

изводственные, социальные, стратегический и др. Перечисленные риски можно разделить на внутренние и внешние.

К внутренним рискам относим стратегические риски:

- разработка и воплощение неверных бизнес решений,
- неспособность управленческого аппарата принимать правильные решения с учётом изменений внешних факторов.

Операционные риски включают в себя:

- риски возникновения отклонений в информационных системах и системах внутреннего контроля;
- риски, связанные с ошибками людей, наличием недостаточных систем контроля.

Технологические и технические риски это:

- непреднамеренные сбои в работе,
- неверный выбор технологического оборудования,
- нарушения технологических процессов,
- нерегулярные профилактика и ремонт оборудования,
- потери в результате сбоев и поломок.

Внешние риски включают в себя:

а) Политические риски:

- политическую нестабильность,
- изменение таможенной политики,
- риск географической нестабильности,
- риск государственного неподчинения обязательствам.

б) Регулирующие риски:

- риски тарифного и экологического регулирования;
- риски регулирования в области безопасности;
- специфические налоговые риски.

в) Риски антимонопольного регулирования и рыночные риски:

- риск недополучения прибыли,
- риск изменения стоимости капитала,
- риск влияния крупных транзакций на параметры рынка,
- финансово-экономические риски,
- риски изменения конъюнктуры рынка, цен на топливо и т.д.

Анализ эксплуатации биогазового комплекса на птицефабриках, работающего на смеси птичьего помёта и навоза крупного рогатого скота, выявил риск снижения выработки электроэнергии на некоторых из них. Это снижение достигает 50-75%.

Описанный выше риск снижения выработки электроэнергии связан с грубыми нарушениями технологии производства биогаза и эксплуатации оборудования комплекса. Не проводятся регулярные техническое обслуживание установок и планово-

предупредительные ремонты. Многочисленные посторонние примеси в сырье заставляют останавливать комплекс и проводить очистку приёмного бункера. Присутствие посторонних предметов в сырье приводит к нарушению технологии получения биогаза или к неисправности, требующей дорогостоящего ремонта.

Особого внимания заслуживает риск работы биогазового реактора. Эффективность когенерационной установки и высокий коэффициент её загрузки возможны только при условии быстрого проведения работ по техобслуживанию и осмотру биогазового комплекса (чем старше установка, тем важнее этот аспект). Выбор генерирующего оборудования в большей степени обусловлен экономикой проекта. Если существует крупный потребитель тепла, имеет смысл использовать когенератор с высоким КПД по тепловой энергии. Как правило, такие установки дешевле. Если нужен значительный КПД по электроэнергии, придется заплатить больше. Не стоит забывать и про обслуживание, газотурбинных или газопоршневых двигателей, сжигающих биогаз.

Чем больше площадь взаимодействия бактерий с субстратом и чем более волокнистый субстрат, тем легче и быстрее бактерии разлагают субстрат. Кроме того, такой субстрат проще перемешивать, смешивать и подогревать без образования плавающей корки или осадка. Измельченное сырье имеет влияние на количество произведенного газа и длительность периода брожения. Чем короче период брожения, тем лучше должен быть измельчен материал. От правильного выбора мешалок, устанавливаемых в ферментерах, предварительных танках, зависит гомогенизация субстрата. Тип используемой мешалки, а также схема ее размещения определяется сырьем.

Для производства биогаза используют отходы животноводства и птицеводства, обладающие меньшей, чем зерновые или травы, способностью к выработке энергии. Для нормальной ферментации они должны быть подходящими для развития бактерий, содержать биологически разлагающееся органическое вещество и в большом количестве воду. Желательно, чтобы их среда была слабощелочной и не содержала вещества, мешающие действию бактерий, например, мыла, стиральных порошков, антибиотиков и др. Особую опасность представляет загрязнение используемых отходов животноводства и птицеводства подстилочными опилками и песком, ухудшающими ферментативные процессы.

Широким использованием на фермах технологий гидросмыва при удалении экскрементов животных и птицы с мест их со-

держания. Такие гидросмывы содержат малое количество сухого вещества. В них нарушается содержание углерода и азота, концентрация аммонийного азота, кислотность среды и отношения летучих жирных кислот к неорганическому углероду. В то же время необходимое количество органических добавок в сырье важно для стабильного выхода биогаза. Низкое качество навоза связывают также с тем, что часто не выдерживается установленный план «кормления» животных на фермах по времени, периодичности и составу кормовой смеси. Необходим постоянный мониторинг концентрации субстратов, их вязкости и пригодности к перемешиванию.

Кроме отходов биогаз можно производить из специально выращенных энергетических культур, например, из силосной кукурузы или силфии. Выход газа может достигать до 300 м<sup>3</sup> из 1 тонны. Однако в этом случае существуют риски высвобождения парниковых газов, связанные с использованием азотных удобрений, загрязнение фосфатными удобрениями земель и грунтовых вод, вытеснение производства продовольственных культур и рост цен на продукты питания.

В летний период количество навоза на фермах значительно снижается, т.к. скот выходит в поле. Наряду с рисками качества сырья, значение имеют и риски стабильности его поставок. Для ферментеров требуются поистине огромные объемы сырья. Необходимо уделить пристальное внимание логистике поставок и расчету оптимального плеча доставки биомассы для функционирования биогазовой установки, типу местности, транспортно-го сообщения, и наличию различных объектов на заданной территории. Наилучшим вариантом является размещение производства биогаза рядом с крупным животноводческим комплексом, комбинатом хлебопродуктов, зерносушильным комплексом, отходы которых могут быть использованы для выработки биогаза. Оправданным является плечо доставки в среднем – до 20 км для жидкого сырья и до 50 км – для сухого. Снизить этот риск может строительство накопителей для субстрата с крышей для защиты органики от солнца и ветра и предотвращения испарения ценного аммонийного азота. Важную роль в этих рисках играет также отсутствие стационарных и мобильных лабораторий контроля качества сырья. По результатам анализов стало ясно, что сырье определяет конфигурацию проекта, влияет на подбор оборудования. К нему нужно подходить с особой тщательностью. Если

опираться только на количество местного сырья, оптимальным является строительство установок мощностью не более 500 кВт.

Производство биогаза позволяет предотвратить выбросы метана в атмосферу. Метан оказывает влияние на парниковый эффект в 21 раз более сильное, чем углекислый газ, и находится в атмосфере до 12 лет. Захват метана – лучший краткосрочный способ предотвращения глобального потепления. Поскольку в биометане отсутствуют тяжелые углеводороды (например, этан, пропан), удельное содержание энергии в нем меньше, чем в традиционном природном газе. Если учесть выход метана при ферментации отходов на полигонах, возникает риск новых проблем: они могут стать источником вторичных отходов, переработка и утилизация которых потребует дополнительных затрат, что в конечном итоге увеличит себестоимость биогаза.

Метановые бактерии проявляют свою жизнедеятельность в пределах температуры 0-70 °С. Если температура выше они начинают гибнуть, за исключением нескольких штаммов, которые могут жить при температуре среды до 90 °С. При минусовой температуре они выживают, но прекращают свою жизнедеятельность (нижняя граница температуры равна 3-4 °С).

В тоже время биогаз, произведенный из коммунальных бытовых отходов, помимо влаги, сероводорода, тяжелых металлов, аммиака, нитратного азота, фосфора, опасных бактерий и др. примесей богат углекислым газом. Для комплексов, работающих на свином навозе или курином помете, необходимы десульфатизаторы, улавливающие сероводород.

Дигестат – сброженный органический остаток метаногенеза (особенно жидкий). Перед использованием его в качестве удобрения требуется дополнительная обработка, поскольку наряду с азотом, фосфором и калием он может содержать нитраты, аммиак, тяжелые металлы и др. вещества, и что повышает риск загрязнения почвы и грунтовых вод. Важную роль играют и факторы, влияющие на процесс брожения. Ими являются температура, влажность среды, уровень pH, соотношение C : N : P, площадь поверхности частиц сырья, частота подачи субстрата, замедляющие вещества и стимулирующие добавки.

Биогазовый комплекс имеет капитальные затраты на строительство и эксплуатационные затраты на поддержание его работоспособности. Только экономически грамотный подход к затратам и детальное рассмотрение принципов функционирования комплекса позволит вывести культуру получения энергии на

оптимальный уровень. В связи с этим биогаз имеет повышенную (в некоторых случаях двукратную) стоимость. Чтобы довести биогаз до состава природного газа или моторного топлива необходимо затратить дополнительные средства. Это лишает биогаз экономической конкурентоспособности.

Важно наладить комплексное использование биогазовой установки. Это подразумевает продажу или использование электрической и тепловой энергии, реализацию удобрений, экономии расходов за счёт снижения налоговых выплат в результате утилизации отходов. Часть производимой биогазовой установкой тепловой энергии расходуется на собственные нужды (отопление биогазового реактора), а остальная часть может отпущаться в сеть. Поэтому при выборе точки размещения биогазового комплекса необходимо учитывать фактор отдалённости до ближайшего потребителя тепловой энергии. Биогазовый комплекс так же может стать запасным источником энергии, для бесперебойной работы самого фермерского хозяйства. Комплексное использование продукции биогазовой станции может сократить срок окупаемости на 1-1,2 года.

Не стоит забывать про органическое удобрение, которое получается в результате работы биогазовой станции. Это экологически чистый и крайне дешёвый источник комплексных органических удобрений для сельского хозяйства, лишенный нитритов, семян сорняков, болезнетворной микрофлоры, специфических запахов. Расход таких удобрений составляет 3-5 тонн вместо 60 тонн необработанного навоза на 1 га земли. При этом испытания показывают увеличение урожайности в 2-4 раза. Не нужно рассчитывать, что получившееся в результате переработки удобрение можно реализовать. Для этого необходимо пройти сложную процедуру сертификации.

Необходимым условием эффективного функционирования комплекса является наличие квалифицированных кадров. Работники комплекса должны обладать высокой культурой труда и быть финансово заинтересованными в успешной работе комплекса. Поскольку биогазовая установка достаточно сложный механизм и показатели качества при эксплуатации объекта должны выполняться.

Чтобы получить максимальный эффект от внедрения биогазового комплекса необходимо тщательно произвести расчеты еще на стадии проектирования. Соблюдение всех нюансов позволит избежать многих трудностей в эксплуатации и получить

максимально положительный экономический эффект при получении биогаза. При вводе в эксплуатацию биогазовых энергетических комплексов большой мощности необходимо предусмотреть поэтапное строительство.

Таким образом, важным является тщательный анализ рисков производства биогаза и организация эффективной работы биогазовых комплексов. Учет рисков производства биогаза позволит избежать многие трудности в эксплуатации и получить максимально положительный экономический эффект при получении биогаза.

### **Библиографический список**

1. *Энергоэффективность аграрного производства / под общ. ред. академиков В.Г. Гусакова и Л.С. Герасимовича. – Минск: Белорусская наука, 2011. – 775с.*

2. *Liquefied Biomethane experiences. European Commission. DG Move. 7th Framework Programme. GC.SST.2012.2-3 GA No. 321592. July 2014*

3. *The LUC impact of biofuels consumed in the EU. 27 August 2015. Ref. Ares(2015)4173087 - 08/10/2015. ECOFYS Netherlands B.V. По заказу Европейской комиссии.*

4. *Saur G. and Milbrandt. A. Renewable Hydrogen Potential from Biogas in the United States. Technical Report NREL/TP-5400-60283, July 2014*

5. *Бельская Г.В., Зеленухо Е.В. Некоторые эколого-экономические аспекты использования биогазовых технологий в Республике Беларусь. Материалы Международного экономического форума «Социально-экономические проблемы развития старопромышленных регионов». - Кемерово, КузГТУ, 2015.*

УДК 699.4

### **ФАКТОР НАДЕЖНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

**Соколова С.С., Лягина А.Н.**

*Тульский государственный университет*

*Рассмотрены методы расчета надежности на различных стадиях проектирования, особенности автоматизированной системы управления температурным режимом у потребителя, факторы, определяющие надежность и эффективность системы теплоснабжения*