

СОЗДАНИЕ МИНИ-ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ОСНОВЕ БИОГАЗОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ОТДАЛЕННЫХ ЛЕТНИХ ПАСТБИЩАХ

^{1,2}Друзьянова В.П., ¹Савватеева И.А., ^{1,2}Петрова С.А., ^{2,3}Хитерхеева Н.С.

¹Северо-Восточный Федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Российская Федерация

²Октемский филиал Якутской государственной сельскохозяйственной академии, С. Октемцы, Республика Саха (Якутия), Российская Федерация

³Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, г.Улан-Удэ, Российская Федерация

Аннотация. Необходимость широкого внедрения возобновляемых источников энергии требует учитывать все составляющие понятия их эффективности, а именно энергетическую, экологическую, режимную (эксплуатационную), экономическую и социальную эффективность. Сегодня более перспективный путь – использование солнечной энергии, запасённой в биомассе в результате фотосинтезной детальности растений, для получения жидкого и газообразного топлива [1, 10, 11]. В отличие от ветроустановок и фотоэлектрических станций, затраты на внедрение биогазовых установок окупаются от 5 до 26 месяцев в зависимости от объёма реакторов [12]. При внедрении биогазовых технологий можно достичь следующих целей: дешевое производство тепловой и электрической энергии (индивидуальный и государственный уровень); увеличение урожайности сельскохозяйственных культур с помощью применения эфлюента (индивидуальный и государственный уровень); улучшение качества сельскохозяйственной продукции - производство экологически чистых продуктов; улучшение социальных условий сельского населения путем создания замкнутого энергосберегающего производства (индивидуальный и государственный уровень); сохранение лесопосадок и снижение эрозии почв (в основном государственный уровень); экономия за счет снижения затрат на энергоносители и удобрения (государственный уровень); снижение внутренней миграции из сельской местности (государственный уровень).

Ключевые слова. Биогаз, биогазовые технологии, летники, удои молока, средний удой, альтернативное электричество, возобновляемые источники энергии, энергоэффективность, срок окупаемости, удобрения, энергосберегающее производство.

CREATION OF MINI-POWER PLANTS BASED ON BIOGAS TECHNOLOGY ON REMOTE SUMMER PASTURES

^{1,2}Druzyanova V.P., ¹Savvateeva I.A., ^{1,2}Petrova S.A., ^{2,3}Khiterkheeva N.S.

¹North-Eastern Federal University in Yakutsk, Yakutsk, Russian Federation

²Yakut State Agricultural Academy, Oktemtsy, Russia Federation

³Banzarov Buryat State University, Ulan Ude, Russia Federation

Abstract. The need for widespread introduction of renewable energy sources requires giving attention to all his components as follows energetic, environmental, operational, economic and social efficiency. Today, a more promising way is the use of solar energy to obtain liquid and gaseous fuels in detail to produce liquid and gaseous fuels [1, 10, 11]. In contrast to wind turbines and photovoltaic power stations, the cost of introducing biogas plants pays back from 5 to 26 months, that depend on the volume of reactors [12]. With the introduction of biogas technologies, the following goals can be achieved: cheap production of heat and electric energy (individual and state level), increasing crop yields through the using of effluent (individual and state level); improving the quality of agricultural products - the production of ecologically safe products; improving the social conditions of the rural population by creating a closed energy-saving production (individual and state level); preservation of forest plantations and reduction of soil erosion (mainly at the state level); savings due to lower energy costs and fertilizers (state level); reduction of internal migration from rural areas (state level).

Key words. Biogas, biogas technologies, summer house, milk yield, average milk yield, alternative electricity, renewable energy sources, energy efficiency, payback period, fertilizers, energy-saving production.

Введение. Биогазовая технология теоретически и практически наиболее полно исследована такими учеными, как Баадер В, Веденев А.Г., Гюнтер Л. И., Ковалев А.А., Ковалев В.В., Панцхава Е.С и др. [1, 2, 3, 6, 7, 8].

Для малых фермерских хозяйств практическую ценность имеют труды Веденева А.Г., который внедрил и изучил биогазовую технологию в условиях Кыргызской Республики [2]. Якутскими исследователями, ввиду холодного климата региона, изучен и апробирован анаэробный процесс в психрофильном режиме работы установок [5, 10]. Ими впервые разработаны динамическая и математическая модели анаэробного процесса при психрофильном режиме работы биогазовых установок. На основе динамической модели получена математическая модель анаэробного сбраживания в виде:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dT}{dt} &= (\mu - \tilde{\mu})T; \\ \frac{dS}{dt} &= \tau j_s T - V - \bar{V}; \\ \frac{dP}{dt} &= \tau j_p T - M + \bar{M} \end{aligned} \right\}$$

где T, S, P – соответственно концентрации сбраживаемого навоза, субстрата и продукта метаболизма, кг/т; t – продолжительность анаэробного сбраживания; μ и $\tilde{\mu}$ – удельные скорости роста и метаболизма биомассы сбраживаемого субстрата, сут.⁻¹; j_s и j_p – удельные скорости разложения субстрата и образования продукта метаболизма, сут.⁻¹; V и \bar{V} – скорости разложения субстрата и образования продукта метаболизма, кг/т · сут.; M и \bar{M} – скорости массообмена субстрата и продуктов метаболизма при переходе из одной фазы в другую, кг/т · сут.

Для устойчивой работы биоэнергетической установки требуется только постоянство температурного режима, поэтому исключаются дополнительные подогревающие устройства. В целях интенсификации процесса в психрофильном режиме при запуске биоэнергетических установок используется закваска, обсемененная мезофильными метаногенными микроорганизмами, адаптированными к психрофильным условиям.

На территории Якутии в данное время имеется 297 труднодоступных населенных пунктов, где проживает 542500 тыс. чел. Труднодоступность заключается в том, что в большинстве случаев до них наземным путем можно доехать только по зимним дорогам. Весь необходимый ресурс - продукты, товары, топливо и т.д. завозят зимой и не всегда в полном объеме. Поэтому в период распутицы - весной и осенью – остро встает вопрос нехватки ресурсов, в том числе и топливная проблема.

Одним из путей решения нехватки топлива явилось бы внедрение биогазовой технологии по утилизации сельскохозяйственных отходов. Как известно, в результате использования биогазовой технологии производится не только качественное удобрение, но и сопутствующий продукт в виде биогаза. Биогаз можно напрямую сжигать в котлах отопления, превращать в электричество, а также, после соответствующей очистки, заправлять автотранспорт.

Цель исследования - внедрение биогазовой технологии в летних фермах для создания стационарных мини-электростанций по использованию пастбищ дальних и заброшенных сельхозугодий.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели необходимо:

1. Провести анализ эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения под летники на примере Таттинского района Республики Саха (Якутия).
2. Выявить негативные факторы, сдерживающие производство молока.
3. Провести натурные исследования в условиях фермерских хозяйств.
4. Рассчитать ожидаемый эффект от внедрения биогазовой технологии в планируемых летниках Таттинского района.

Материалы, методы и объекты исследования. Животноводческие фермы расположены непосредственно в населенных пунктах, производят не только товарную продукцию, но и отходы в виде бесподстилочного навоза. В настоящее время образуемый навоз не обеззараживается и не перерабатывается - отсутствуют системы по его утилизации. Низкие температуры способствуют сохранению болезнетворной, патогенной микрофлоры и семян сорных растений в кучах навоза, а по весне с тальми водами они попадают в озера и водоемы. Земли поселений, открытые водоемы интенсивно загрязняются органическими и биогенными веществами навоза животных. Происходит разрушающее воздействие необработанного бесподстилочного навоза на хрупкую природу Якутии, обостряемое обратной реакцией вечной мерзлоты [5]. Следует отметить, что пастбища вокруг населенных пунктов утопаны, не проводятся мелиоративные работы по их реанимации, с каждым годом увеличивается степень их истощения. А в итоге, все это отражается на продуктивность коров – недостаточная кормовая база сразу же влияет на снижение молокоотдачи коров и ухудшение качества производимого мяса.

По данным 2005-2014 гг. Министерства сельского хозяйства Республики Саха (Якутия) земли сельскохозяйственного назначения от общего земельного фонда республики составляет 6,31%, т.е. 19446,4 тыс. га [4]. И при этом эффективность использования земель сельскохозяйственного назначения имеет регрессирующий характер. Это, в первую очередь связано с климатическими особенностями нашего региона, а во вторую - с отсутствием электролиний на дальних территориях с высокой травянистой растительностью.

Повышения удоя коров можно добиться путем организации дополнительных летников (сайылыков). Как уже выше отмечалось, отсутствие электролиний на землях с достаточными пастбищными угодьями исключает возможность вывоза коров на эти места. Данную проблему можно разрешить путем внедрения биогазовой технологии на летних фермах – перерабатывать навоз, получая при этом органическое удобрение и преобразуя биогаз в электричество.

Удельный вес сельскохозяйственных угодий, находящихся в обороте, в общей земельной площади, % показан на рисунке 1.

Для территории Республики Саха (Якутия) месяцы июнь-сентябрь являются максимально эффективными по объемам удоя. На это влияют не только луговая растительность, но и существующие в данное время некоторое количество летних ферм [4].

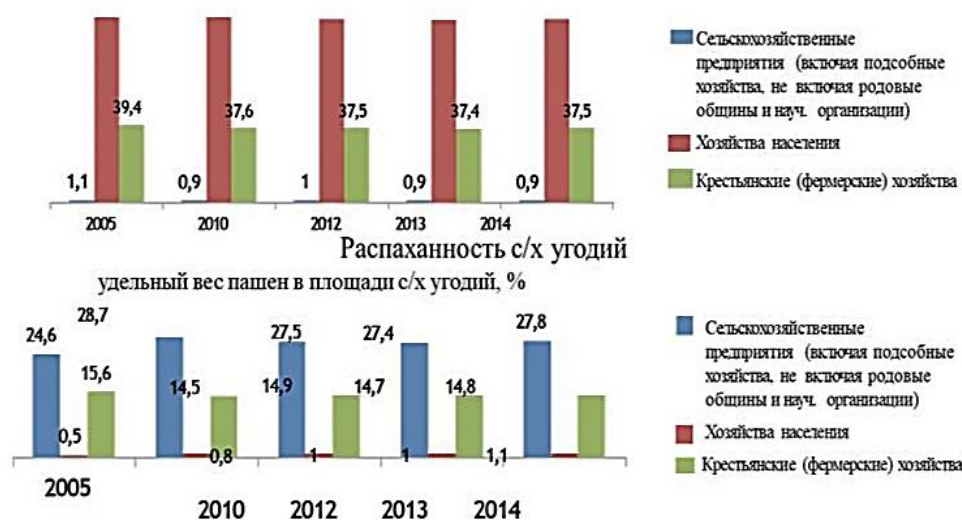


Рисунок 1 - Диаграмма по удельному весу сельскохозяйственных угодий, находящихся в обороте, в общей земельной площади [4]

Летнее пастбищное содержание оказывает благотворное воздействие на физиологическое состояние животного, формирует оптимальные запасы жизненно значимых питательных веществ в организме животных. На выпасе крупный рогатый скот максимально впитывает энергию солнечных лучей, чистого воздуха, осуществляет активное движение.

На наш взгляд, имеются следующие факторы, негативно влияющие на производство сельскохозяйственной продукции в нашей республике:

- последние годы фермерские хозяйства сосредоточены в основном крупных селах, где имеется стабильная электросеть;
- отсутствие кормовой базы;
- малое количество летников.

На примере Таттинского района республики, нами проведен анализ эффективности использования летников. Всего имеется 12 летников, где содержится 2186 коров. За месяц с их отходов можно произвести 79580,8 куб.м биогаза, который преобразуется в 147224,5 кВт*ч электроэнергии. Кроме этого, можно получать ежемесячно 1097712 т качественного органического удобрения.

Результаты исследований. Эффективность использования летников характеризуется по количеству удоя молока. По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия) удои молока Таттинского за последние 3 года составили:

- в зимние месяцы – среднее значение составляет 900 л/год (7112 гол.);
- в летние месяцы – среднее значение 1500 л/год (2186 гол.)

В условиях Якутии коровы 8 месяцев содержатся в скотопомещениях, чуть более 3-х месяцев – переходят на летнее содержание. Однако, за долгих 8 зимних месяцев в среднем получают 900 л/год с

коровы, а за короткий летний сезон – 1500 л/год с одной гол. Средний годовой удой при этом составляет 1002 л с 1 коровы.

Таким образом, вышеприведенные расчеты показывают эффективность вывода коров на летние лагеря, где животные пасутся на территории фермы. Тем самым, они не расходуют энергию на ходьбу на достаточно протяженные расстояния - от пастбищ до населенных пунктов.

Для увеличения количества летников, на наш взгляд, можно пойти двумя путями:

1. Подвести линии электросетей, на что нужны огромные финансовые вложения. Проведены расчеты по требуемым вложениям – для подведения линий электропередачи в 10-ти летниках района будет необходимо 285 959 880 руб.

2. Внедрение альтернативной энергетики в летних фермах. При расчетах стоимость биогазовой технологии для внедрения в одно хозяйство принята за 200 000 руб. Тогда, общие затраты составят 2 400 000 руб.

Выводы. Для применения в частных летниках Якутии, где количество животных не более 50-ти голов, нами предлагается технология, содержащая следующий перечень оборудования (рисунок 2).

При стоимости предлагаемой биогазовой технологии в 200 000 руб. (на один летник), затраты составят 2 400 000 руб., что ощутимо дешевле вложений на подвод ЛЭПов в труднодоступные земельные участки.



Рисунок 2 – Оборудование, входящее в технологическую линию адаптированной психрофильной технологии: 1 – метантенк объемом 1 м³; 2 – газгольдер; 3 – компрессор; 4 – фильтр; 5 – газовый баллон; 6 – газовый генератор; 7 – электричество

Индивидуальные хозяйства могут оценить выгоды от строительства биогазовой установки на основании денежного дохода, который они получают от использования продуктов переработки отходов по сравнению с затратами на установку [1, 2, 5].

Список использованных работ

1. Баадер, В. Биогаз: Теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. – М.: Колос, 1982. – 148 с.
2. Веденев А.Г, Биогазовые технологии в Кыргызской Республике / А.Г. Веденев, Т.А. Веденева, // - ОФ «Флюид», Б. Типография «Полиграфоформление», 2006. — 90с.
3. Гюнтер, Л. И. Метантенки / Л. И. Гюнтер, Л. Л. Гольдфраб. – Москва: Стройиздат, 1991. – 128 с., ил.
4. Даянова Г.И. Анализ эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения: материалы из заседания научно-координационного совета ФГБНУ Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. – Якутск, 2015.
5. Друзьянова В.П. Энергосберегающая технология переработки навоза крупного рогатого скота: диссертация: докт. техн. наук. – Улан-Удэ, 2016. – 281
6. Ковалев А.А. Повышение энергетической эффективности биогазовых установок: дис. ... к-та техн. наук: 05.20.01 / А.А. Ковалев. – Москва, 2014. – 119 с.
7. Ковалев В. В. Теоретические и практические аспекты совершенствования процессов биогазовой технологии / В.В. Ковалев, Д.В. Унгурияну, О.В. Ковалева // Проблемы региональной энергетики. 2012. – №1. – С.102-114.

8. Панцхава Е.С. Биогаз - высокорентабельное топливо для всех регионов России / Е.С. Панцхава, М.М. Шипилов, А.П. Пауков, Н.Д. Ковалев //Новости тепло-снабжения. - 2008. - N 1. - С.20-23.
9. Проектирование технических систем производства биогаза в животноводстве: учебное пособие / В.И. Земсков, И.Ю. Александров. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 312 с.
10. Ресурсосберегающая технология производства экологически чистых органических удобрений / Друзьянова В. П., Петрова С. А., Охлопкова М. К., Сергеев Ю.А. - Дина. 2018. Т. 93. № 4. С. 398-403.
11. <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-vozobnovlyаемой-energetiki-mify-i-fakty>
12. <http://www.diagram.com.ua/list/alter-energy/alter-energy037.shtml>