

УДК 621.436.44

ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКОЙ

Д. Ф. БАЛТИКОВ

(Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия)

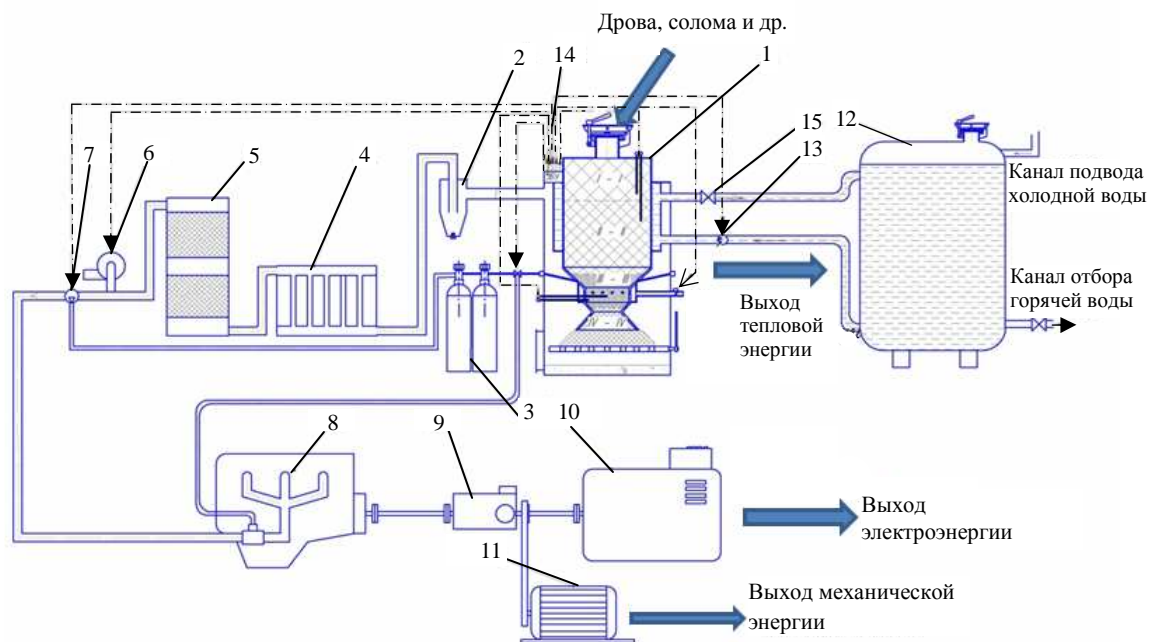
Рассматривается применение энергетической установки в летней молочно-товарной ферме, удаленной от линии электропередач. Представлены основные показатели работы энергетической установки, по которым можно определить время, необходимое для получения тепловой энергии, носителем которой служит вода, нагретая до нужной температуры. По составу генераторного газа определена мощность двигателя. Для получения максимального эффекта рекомендовано использовать в качестве первоначального топлива смесь твердых и мягких пород древесины в равных долях.

Ключевые слова: газогенераторная установка, энергетический комплекс, альтернативное топливо, древесные отходы, генераторный газ.

Специфика и местные различия в схемах электроснабжения зависят от размеров территории страны, ее климатических условий, уровня экономического развития, объема промышленного производства, плотности размещения электрифицированных объектов и их энергоемкости. Основные источники питания электроэнергией – электростанции и питающие сети районных энергетических систем.

У предприятий, в частности **фермерских хозяйств**, базирующихся в горно-лесистой зоне, возникают трудности с проведением сети электроэнергии. Снабжение электричеством в данном случае имеет свои специфические особенности – возникает необходимость в получении различных альтернативных видов энергии [1–5]. Одним из вариантов решения этого вопроса является применение на ферме в качестве энергетического комплекса газогенераторной установки с использованием отходов различных пород древесины. Для этого требуется определить экономические и мощностные показатели установки, среди которых коэффициент полезного действия нагревателя газогенераторной установки; мощностные показатели двигателя внутреннего сгорания; состав генераторного газа, что и явилось целью данной работы.

Энергетический комплекс с газогенераторной установкой – наиболее рациональный вариант источника различных видов энергии для предприятий, базирующихся в горно-лесистой зоне. Республика Башкортостан обладает существенным природно-ресурсным потенциалом для реализации этого направления, кроме того на ее территории располагается значительное количество перерабатывающих предприятий. В связи с этим был разработан энергетический комплекс с газогенераторной установкой (рис. 1), вырабатывающий энергию путем переработки (сжиганием) отходов древесины.

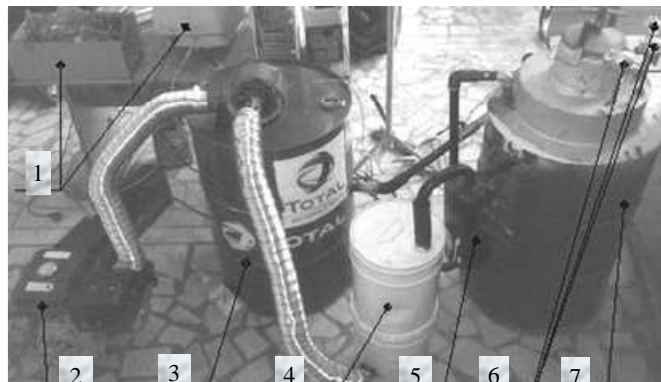


1 – котел; 2 – фильтр грубой очистки; 3 – газовый баллон; 4 – система охлаждения; 5 – фильтр тонкой очистки; 6 – вентилятор; 7 – компрессор; 8 – двигатель внутреннего сгорания; 9 – редуктор; 10 – электрогенератор; 11 – привод доильной установки; 12 – емкость горячей воды; 13 – водяной насос; 14 – электронный блок управления

Рисунок 1. – Схема энергетического комплекса с газогенераторной установкой

Сжигание древесного топлива происходит в котле газогенераторной установки энергетического комплекса. В результате получаем генераторный газ для последующего его применения в двигателе внутреннего сгорания, предназначенном для выработки механической энергии.

На базе Башкирского государственного аграрного университета создан первый прототип энергетической установки (рис. 2) с возможностью применения в летних молочно-товарных фермах до 200 голов.



1 – электронный блок управления; 2 – бензиновый электрогенератор;
3 – емкость, имитирующая потребителя тепловой энергии; 4 – фильтр тонкой очистки;
5 – фильтр грубой очистки; 6 – термодатчики; 7 – газогенераторная установка

Рисунок 2. – Экспериментальный энергетический комплекс с газогенераторной установкой

Результативное функционирование энергетической установки обеспечивает правильно подобранный режим ее работы, который позволяет при минимальных затратах получить максимальный эффект. Для достижения поставленной цели нами проведены исследования по получению энергии путем сжигания разных пород древесины. В качестве топлива в газогенераторной установке использовалось местное сырье – древесные отходы.

В ходе эксперимента из трех килограммов древесных отходов дуба, березы, клена, сосны получена тепловая, механическая энергия и генераторный газ. Результаты исследования представлены на рисунке 3.

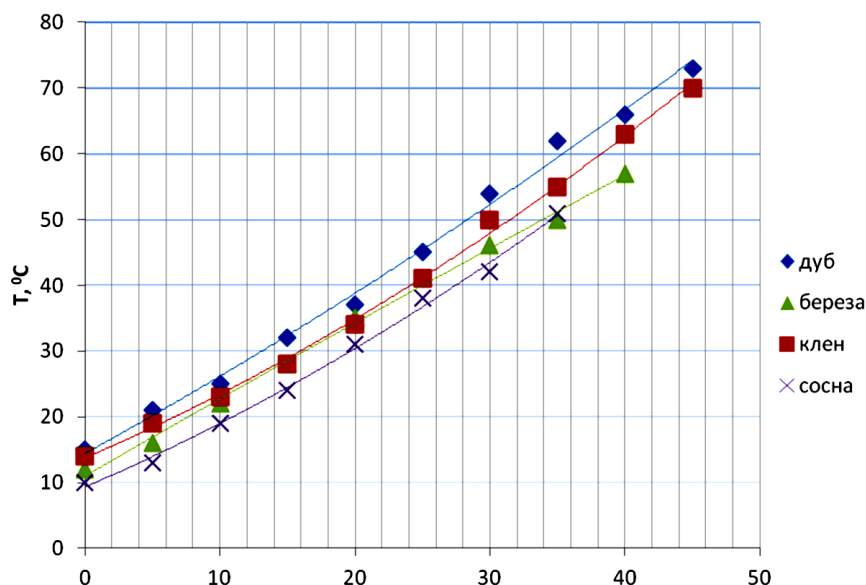


Рисунок 3. – Тепловая энергия, выделяемая разными видами древесины

По данным графиков можем рассчитать количество тепловой энергии, выделяемое разными видами древесины, определить наиболее выгодный из них, а также найти процент затрачиваемой энергии на нагрев воды, служащей носителем тепловой энергии, что и определяет КПД установки. Сравнительные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Результаты анализа тепловой энергии энергетической установки

Вид древесины	Объемная теплотворность, $Q_{\text{пр}}$, кДж/дм ³	Энергия, затраченная на нагрев воды, $Q_{\text{вод}}$, кДж	Коэффициент полезного действия
Сосна	8332	13440	0,53
Дуб	11128	21420	0,64
Клен	11128	20580	0,61
Береза	10320	15960	0,51

По данным таблицы 1 можно сделать вывод, что наиболее эффективны при использовании в энергетической установке отходы древесины наиболее твердых пород – дуба и клена.

Следующая немаловажная стадия эксперимента – получение генераторного газа для двигателя внутреннего сгорания. Качество газа напрямую влияет на КПД двигателя. При сжигании отходов тех же видов древесины газоанализатором были определены составы полученных генераторных газов, характеристики которых представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Состав генераторного газа различных пород древесины

Вид топлива	CO, %	CH, ppm	CO ₂ , %	O ₂ , %
Береза	16...18	720...780	9...11	4...6
Сосна	22...24	810...840	10...12	8...9
Дуб	17...19	790...830	9...11	5...7
Клен	18...20	740...790	8...10	4...6

Состав газа из отходов сосны проиллюстрирован графиком, представленным на рисунке 4.

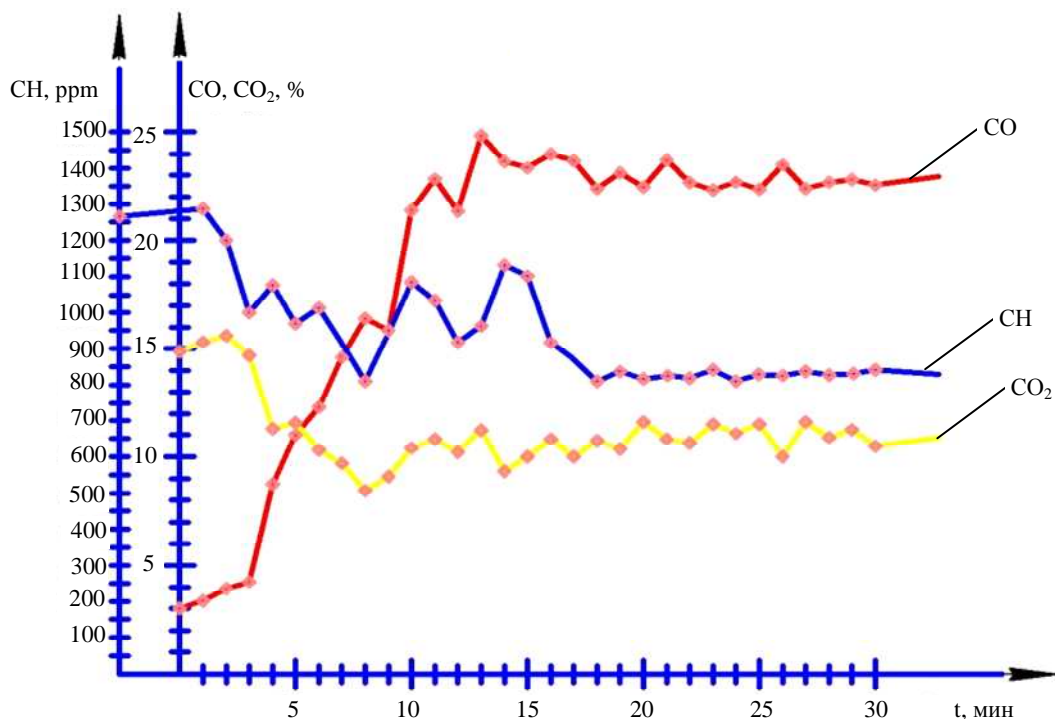
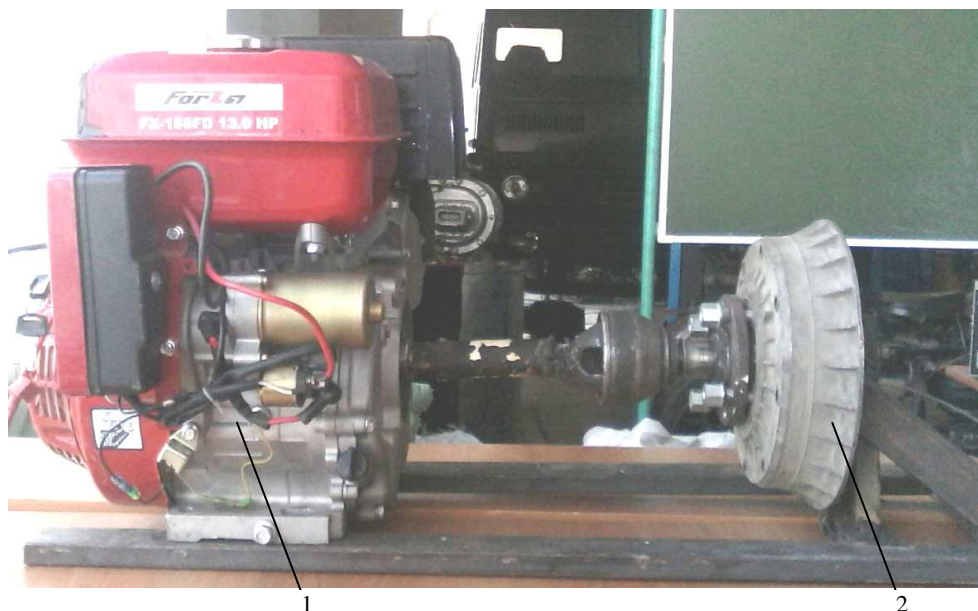


Рисунок 4. – Состав генераторного газа, полученного из отходов сосны

Результаты эксперимента показали, что наиболее качественный газ получен из отходов древесины мягких пород, но объем полученного газа меньший в сравнении с твердыми породами. Рекомендуется смешивать мягкие породы с твердыми породами древесины.

В энергетической установке двигатель играет роль источника механической энергии как для электрогенератора, так и для доильной установки летней молочно-товарной фермы. Для правильного подбора двигателя необходимо провести эксперименты по определению мощности ДВС, работающего на генераторном газе. Этот этап экспериментов состоит в использовании генераторного газа в двигателе внутреннего сгорания и измерении мощностных показателей на тормозном стенде. Для опытного двигателя была создана тормозная установка (рис. 5).



1 – двигатель; 2 – тормозной механизм

Рисунок 5. – Замер мощности двигателя внутреннего сгорания

При помощи тормозной установки двигатель нагружаем до его полного отключения. В первую очередь, для сравнения с двигателем, работающим на различных генераторных газах, измерили характеристики двигателя на бензиновом топливе. Снятые характеристики представлены на графиках (рис. 6).

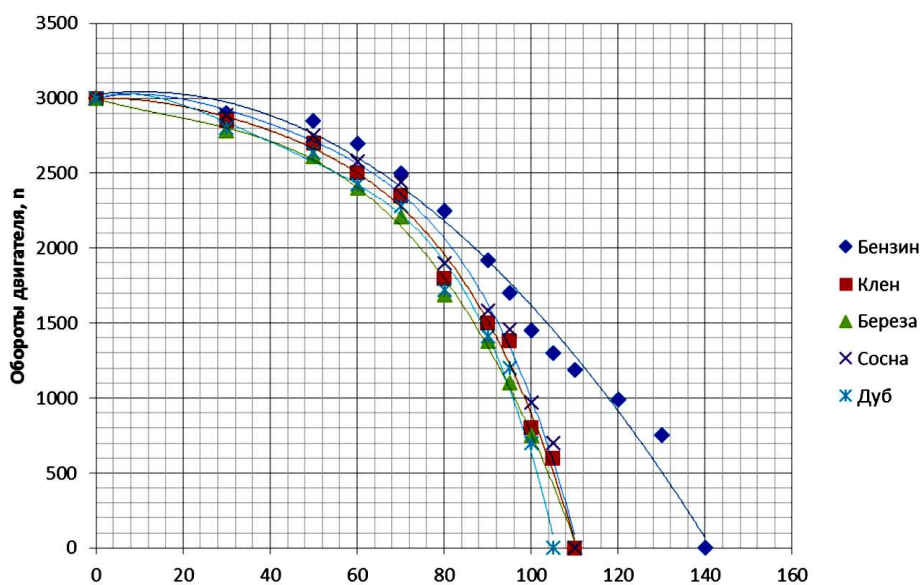


Рисунок 6. – Обороты двигателя при использовании различных видов топлив

Приведенные на рисунке 6 графики сравнительной эффективности различных технологий производства электрической энергии наглядно демонстрируют, что двигатель на бензиновом топливе отключается при 140 Н, с генераторным газом – при 100...110 Н.

Зная обороты двигателя при различных нагрузках, можно определить мощность двигателя, работающего на различных генераторных газах. Характеристики двигателя при работе на различных видах топлива представлены в таблице 3.

Таблица 3. – Характеристики двигателя в зависимости от вида топлива

Вид топлива	Обороты ДВС, об/мин	Крутящий момент, Н·м	Мощность ДВС, кВт
Бензин	600	482,3	7,7
Генераторный газ:			
березы	900	352,5	3,7
осины	700	389,6	5,3
клена	600	389,6	6,2
дуба	700	371,0	5,1

Рассчитав потребляемую двигателем мощность, необходимую для нужд молочно-товарных ферм, с учетом ее потерь при работе на генераторном газе, выбираем электрогенератор и типоразмер двигателя с определенной мощностью, который подходит под мощность и количество потребляемой энергии фермерским хозяйством.

Таким образом, в летней молочно-товарной ферме мощность электродвигателя силового агрегата составляет 5,5 кВт; при его замене на двигатель внутреннего сгорания необходимо учесть коэффициент запаса мощности и выбрать двигатель с мощностью не менее 17,5 кВт.

В заключение исследования сделаны следующие **выводы**:

- по имеющимся показателям можно определить время, необходимое для получения тепловой энергии, носителем которой служит вода, нагретая до нужной температуры;
- по составу газа определена мощность двигателя, при этом потери для стационарного двигателя невелики и составляют 28...30%;
- рекомендуется в качестве первоначального топлива использовать смесь твердых и мягких пород древесины в равном соотношении (в равных долях) для получения максимального эффекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балтиков, Д.Ф. Газогенераторная установка малой мощности для энергообеспечения производственных процессов малых молочно-товарных ферм / Д.Ф. Балтиков, У.К. Галимов // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 118. – С. 91–94.
2. Габитов, И.И. Газогенераторная установка для энергообеспечения летних животноводческих лагерей / И.И. Габитов, Д.Ф. Балтиков, М.Ф. Ганиев // Аграрная наука в инновационном развитии АПК : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Башкир. гос. аграр. ун-та, в рамках XXV Междунар. специализированной выставки «Агрокомплекс-2015» ; редкол.: М.М. Хайбуллин, Э.Р. Хасанов. – Уфа : Башкир. гос. аграр. ун-т, 2015. – С. 243–246.
3. Балтиков, Д.Ф. Модернизация котла газогенераторной установки обращенного процесса / Д.Ф. Балтиков, Д.И. Рафиков // Информационные технологии, системы и приборы в АПК : материалы 6-й междунар. науч.-практ. конф. «Агроинфо-2015» ; Башкир. гос. аграр. ун-т. – Уфа, 2015. – С. 239–242.
4. Костарев, К.В. Определение состава генераторного газа при использовании крупнокусовой древесины в газогенераторной установке малой мощности / К.В. Костарев, М.Ф. Ганиев, Д.Ф. Балтиков // Аграрная наука в инновационном развитии АПК : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Башкир. гос. аграр. ун-та, в рамках XXV Междунар. специализированной выставки «Агрокомплекс-2015» ; редкол.: М.М. Хайбуллин, Э.Р. Хасанов. – Уфа : Башкир. гос. аграр. ун-т, 2015. – С. 247–249.
5. Разработка системы машин для реализации инновационных технологий в растениеводстве Республики Башкортостан / И.И. Габитов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 5. – С. 57–62.
6. Лачуга, Ю.Ф. О вопросах технической оснащенности аграрного производства в Российской Федерации и Республике Башкортостан в современных условиях / Ю.Ф. Лачуга, И.И. Габитов // Вестн. Башкир. гос. аграр. ун-та. – 2013. – № 3(27). – С. 96–100.

7. Габитов, И.И. Регулирование выработки генераторного газа в газогенераторных установках малой мощности / И.И. Габитов, У.К. Галимов // Совершенствование конструкции, эксплуатации и технического сервиса автотракторной и сельскохозяйственной техники : материалы междунар. науч.-практ. конф. «Совершенствование конструкции, эксплуатации технического сервиса автотракторной и сельскохозяйственной техники», Уфа, 19–20 дек. 2013 года. – Уфа : Башкир. гос. аграр. ун-т, 2013. – С. 82–86.
8. Габитов, И.И. Газогенераторная установка для технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / И.И. Габитов, В.А. Ильин, У.К. Галимов // Изв. Междунар. акад. аграр. образования. – 2013. – Т. 4, № 16. – 199 с.
9. Балтиков, Д.Ф. Газогенераторная установка с модернизированным котлом для энергообеспечения автономных малых производств / Д.Ф. Балтиков, С.И. Габитов // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т. 123. – С. 35–39.
10. Балтиков, Д.Ф. О влиянии вида древесного топлива на состав генераторного газа / Д.Ф. Балтиков, О.К. Садритдинов // Наука молодых – инновационному развитию АПК : материалы междунар. молодеж. науч.-практ. конф., Уфа, 15–17 марта 2016 г. – Уфа : Башкир. гос. аграр. ун-т, 2016. – С. 153–157.
11. Костарев, К.В. Исследование возможности применения генераторного газа в малой энергетике / К.В. Костарев, О.К. Садритдинов, Д.Ф. Балтиков // Наука молодых – инновационному развитию АПК : материалы междунар. молодеж. науч.-практ. конф., Уфа, 15–17 марта 2016 г. – Уфа : Башкир. гос. аграр. ун-т, 2016. – С. 231–235.

Поступила 27.01.2017

INDICATORS OF ENERGY COMPLEX WORK WITH GAS-GENERATOR INSTALLATION

D. BALTIKOV

The application of the power plant in the summer dairy farm remoted from the power line is considered. The main performance indicators of the power plant are presented, along which it is possible to determine how long it takes to obtain heat energy as heated water to the desired temperature. The engine power is determined by the composition of the generator gas. To obtain the maximum effect, it is recommended to use a mixture of hard and soft wood in equal proportions as the initial fuel.

Keywords: *gas-generating installation, energy, alternative fuels, wood waste, generating gas.*