

Section 4. Electrical engineering

<https://doi.org/10.29013/EJTNS-23-1-36-44>

*Rustamov N. T.,
Doctor of Technical Sciences, prof. MKTU named after H. A. Yasavi*

*Egamberdiev B. E.,
D. F. M. N., Prof. Research Institute of Semiconductor Physics
and Microelectronics at the National University of Uzbekistan*

*Meirbekova O. D.,
senior lecturer, MKTU named after H. A. Yasavi*

*Babakhan Sh.,
Master's teacher of MKTU named after H. A. Yasavi*

HYBRID DISTRIBUTED ENERGY GENERATION SYSTEM

Abstract. The paper considers the issue related to the uninterrupted supply of electric energy generated by a hybrid energy wind turbine (HEWT) of the consumer. At the same time, a solution to the problem arising during the operation of the HEWT is proposed. One of such problems is the dependence of the functioning of the HEWT on weather conditions. The paper indicates that gas turbine engines (GTE) can be used very effectively to solve this problem. It is assumed that in this way it is possible to continuously provide, regardless of weather conditions, consumers of hard-to-reach regions, not only with electric energy, but also with thermal energy. Biogas obtained from agricultural, crop and livestock waste is offered as fuel for the operation of the gas turbine engine.

The efficiency of the proposed power system is particularly emphasized, not only in the production of heat and electricity, but also its usefulness for land farms, especially for greenhouses. Since the resulting biohumus soil, which is a waste obtained by burning agricultural, crop and livestock waste, has the property of increasing yields.

Keywords: Hybrid power system, gas turbine engine, renewable energy sources, system operation, thermal energy, electric energy, remote regions, biohumus soil.

*Рустамов Н. Т.,
д.т.н., проф. МКТУ им Х. А. Ясави
Эгамбердиев Б. Э.,
д.ф.м.н., проф. НИИ физики полупроводников
и микроэлектроники при Национальном университете Узбекистана
Меирбекова О. Д.,
ст.преподаватель, МКТУ им Х. А. Ясави
Бабахан Ш.,
магистр преподаватель МКТУ им Х. А. Ясави*

ГИБРИДНАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ

Аннотация. В работе рассматривается вопрос связанный с бесперебойным обеспечением электрической энергией, вырабатывающийся гибридной энергетической ветроустановкой (ГВЭУ) потребителя. При этом предлагается решение проблемы возникающей при эксплуатации ГВЭУ. Одна из таких проблем: зависимость функционирования ГВЭУ от погодных условий. В работе указывается, что для решения этой проблемы очень эффективно можно использовать газотурбинные двигатели (ГТД). Предполагается, что тем самым можно бесперебойно обеспечить, вне зависимости от погодных условий, потребителей труднодоступных регионов, не только электрической энергией, но и тепловой энергией. Топливом для работы ГТД предлагается биогаз, получаемой из сельскохозяйственных, растениеводческих и животноводческих отходов.

Особенно подчеркивается эффективность работы предлагаемой энергосистемы не только при выработке тепловой и электрической энергии, но и полезность для земельных хозяйств, особенно для тепличного хозяйства. Так как получаемый биогумусный грунт, являющийся отходом, получаемый при сжигания сельскохозяйственных, растениеводческих и животноводческих отходов, имеет свойство повышать урожайность.

Ключевые слова: Гибридная энергосистема, газотурбинный двигатель, возобновляемые источники энергии, эксплуатация системы, тепловая энергия, электрическая энергия, отдаленные регионы, биогумусный грунт.

Введение. В последнее время системы гибридного энергоснабжения потребителей становятся весьма популярным. Они предусматривают использования различных возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Электрическая энергия генерируемая с использованием солнечных фотоэлектрических панелей, ветряных турбин и генерирование

тепловой энергии для систем отопления, горячего водоснабжения и технологических процессов осуществляемые с использованием солнечных коллекторов (плоских и фрактальных), геотермальных систем, а также других преобразователей тепловой энергии сильно зависит от погодных условий. Для устранения такой уязвимости устройств работающих на базе

ВИЭ в работе [1; 2] предлагается концепция по созданию гибридных энергосистем, не зависящих от погодных условий. Суть этой концепции заключается в следующем: *конъюгация различных устройств работающих на базе ВИЭ*. Это не только наличие таких элементов, как солнечные коллекторы, фотоэлектрические панели, ветровые турбины, но и использование единой системы управления для обеспечения эффективной совместной работы этих элементов, что составляет основу более стабильной гибридной системы энергоснабжения.

В последние годы темпы развития высоких технологий значительно повысились. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) стали центром внимания энергетиков, физиков, ученых и политиков. В связи с этим начались усиленные разработки технологии использования ВИЭ для генерации различных типов энергии. Для покрытия энергетических нужд географически отдаленных регионов, от больших городов требует широкомасштабное внедрение в эту сферу устройств работающих на базе альтернативных источников энергии. Так как, на эти регионы нецелесообразно, а иногда невозможно, провести различные типы линии энергопередач, то оптимальным видом для обеспечения энергоснабжения этих регионов, является использование для этой цели гибридных энергосистем использующих энергию солнца, ветер и биотопливо. Но здесь появляются трудности в технологии использования этих ВИЭ. Эти трудности связаны с погодными условиями. Если погода пасмурная, неэффективно использовать солнечные панели, а если не ветреная погода, то не эффективно использовать ветрогенераторы и т.д. Такая ситуация наводит на мысль создания модульно гибридной энергосистемы, дающее

одновременно электрические и другие виды энергии, независимо от погодных условий. Проектирование таких систем на сегодняшний день является очень актуальным.

Методика эксперимента

Цель данной работы является разработка конструкции и принципы работы гибридной энергосистемы, работающие на базе альтернативных источников независимой от погодных условий.

Метод решения системы распределенной генерации энергии (СРГЭ) это гибридная система энергоснабжения, объединенная из различных источников энергии, которые построены непосредственно в близости от потребителей и в максимально возможной степени учитывают их индивидуальные особенности с точки зрения мощности и профиля. Рост доли распределенной генерации в энергосистемах не только имеет положительные стороны, но и создают определенные технические проблемы, связанные с изменениями свойств систем, их возможности непрерывной работы при нормальных и аварийных условиях.

Основной отличительной чертой предлагаемой СРГЭ является стохастический характер параметров источника первичной энергии, поэтому энергия, генерируемая из этих источников, создает новые проблемы у потребителей. Задачей современных энергетических систем является бесперебойное обеспечения электрической и тепловой энергией потребителя. Большинство автономных энергетических систем, работающих на базе ВИЭ, обеспечивают возможности расширения их функциональности и наращивания потенциала путем новых источников генерации. Это ситуация объясняется главным образом, тем, что параметры получаемой энергии, гене-

рируемые источником возобновляемой энергии, существенно различаются по основным техническим показателям, таким как тип тока, частота, и величина выходного напряжения и сильно зависят от погодных условий.

В работе предлагается один из таких СРГЭ работающий в конъюгации с газотурбинным двигателем (ГТД) и гибридной ветро энергетической установкой (ГВЭУ), работающие на базе альтернативных источников энергии. Такая энергосистема бесперебойно обеспечивает электрической и тепловой энергией потребителя вне зависимости от погодных условий. Ниже опишем эту систему, состоящую из двух частей.

Первая часть. Как мы знаем, что принцип работы ГТД основан на сжигании топлива в виде смеси газа и воздуха. В следующих работах подробно описаны принцип работы ГТД [3–5].

Газотурбинный двигатель (ГТД) – тепловой двигатель, в котором газ сжимается и нагревается, а затем энергия сжатого и нагретого газа преобразуется в механическую работу на валу газовой турбины. В результате в камере сгорания рождаются силы, создающие крутящий момент для вала, расположенного в камере сгорания, и выбрасывается огромное количество тепловой энергии.

На базе этой конструкции можно построить гибридную энергосистему, которая бы вырабатывала электрическую и тепловую энергии.

В отличие от поршневого двигателя, в ГТД процессы происходят в потоке движущегося газа. Сжатый атмосферный воздух из компрессора поступает в камеру сгорания, куда также подаётся топливо (биогаз), которое, сгорая, образует большое количество газообразных продуктов сгорания под высоким давлением. Затем в газовой турбине энергия давления продуктов сгорания преобразуется в механическую работу за счёт вращения лопаток, часть которой расходуется на сжатие воздуха в компрессоре. Остальная часть работы передаётся на приводимый агрегат. Работа, потребляемая энергия этим агрегатом, и считается полезной работой двигателя [6]. Здесь возникает задача связанная обеспечением ГТД биогазом, играющий роль топлива.

Технология получения биогаза осуществляется следующим образом.

Извлечение из биомассы энергоносителей, как биогаз получают из отходов растениеводства или животноводства. Одна из возможных установок получения биогаза показан на (рис. 1).

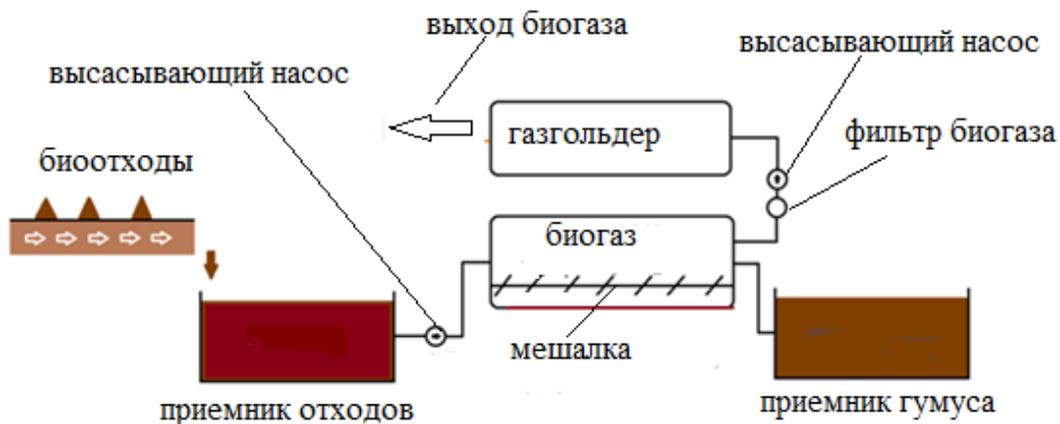


Рисунок 1. Принципиальная схема устройство получения биогаза

Эта установка работает следующим образом [6]. Получаем биологический газ, получаемый из биоотходов (навоз, опилки и т.п.). Биоотходы через приемник отходов всасываются в био-реактор для получения биогаза с помощью брызжения. Полученный биогаз с помощью мешалки доводится до нужной кондиции, и газ проходя фильтрацию через высасывающий насос, отправляется в газгольдер. Остаток, на-

зываемый органическим гумусом передается в приемник гумуса. Гумус, находящийся в приемнике, является незаменимым земельным продуктом для тепличных хозяйств.

На базе этих двух устройств можно конструировать гибридную энергостанцию вырабатывающую электрическую и тепловую энергию с помощью ГТД работающей на биогазе (рис. 2) [7; 8].

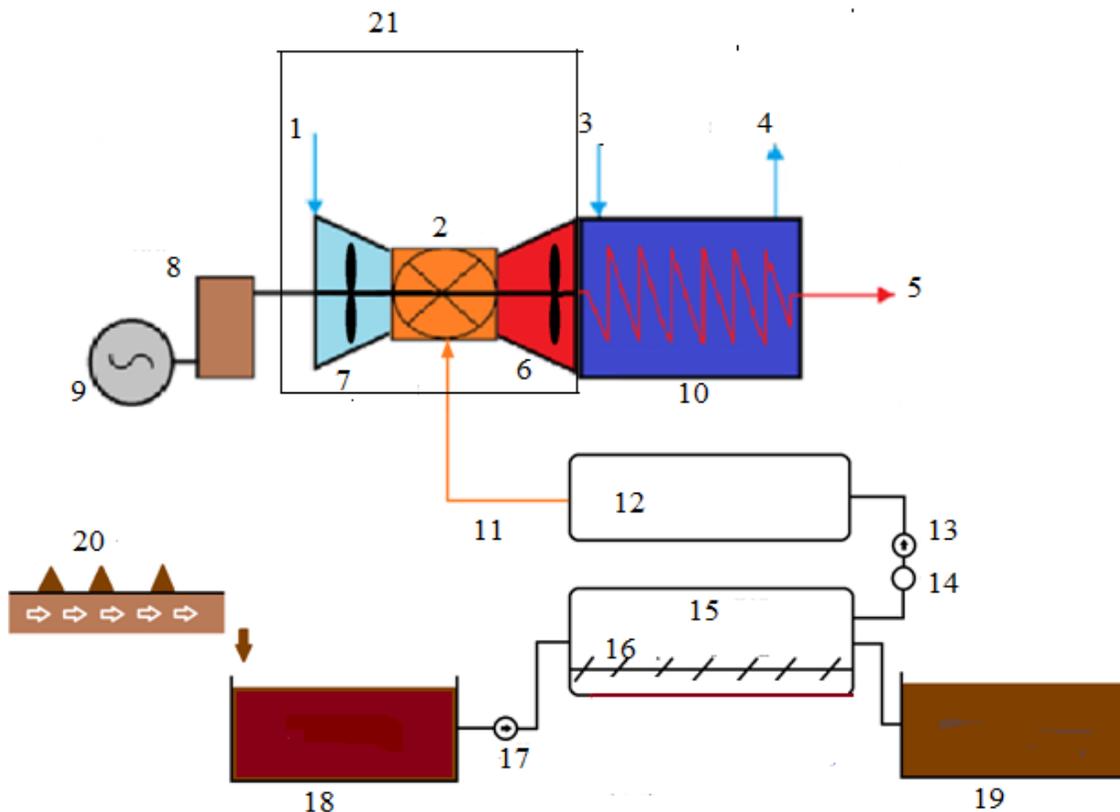


Рисунок 2. Принципиальная схема Гибридная станция теплоэнергетической энергии работающая на базе ГТД

Гибридная станция теплоэнергетической энергии состоит из ГТД (21), в котором газ сжимается и нагревается, а затем энергия сжатого и нагретого газа преобразуется в механическую работу на валу газовой турбины и выхлопные газы, выбрасывается через аккумулятора тепла (10).

В ГТД (21) процессы происходят в потоке движущегося газа. Сжатый атмосферный

воздух из компрессора (1) поступает в камеру сгорания (2), куда также подаётся биогаз (11), который, сгорая, образует большое количество газообразных продуктов сгорания под высоким давлением. Затем в газовой турбине энергия давления продуктов сгорания преобразуется в механическую работу за счёт вращения лопаток, часть которой расходуется на сжатие воздуха в компрессоре (7). Остальная

часть работы передаётся через привод (8) на (9) для выработки электрической энергии. Выхлопной газ через турбины (6) подается на аккумулятор тепла (10). Далее, выхлопной газ нагревая холодную воду поступающую из трубы (3) выбрасывается через трубу (5). Горячая вода в виде тепловой энергии снимается из трубы (4). В качестве топлива используется биологический газ поступающий из газгольдера (12). Биологические отходы поступают в биореактор (15) всасыванием (17) из приемника биоотходов (18), подготовленных в отстойнике (20). Полученный биогаз с помощью мешалки (16) доводится до нужной кондиции, и биогаз через фильтр (14) высасывается (13) в газгольдер. Остаток в биореакторе (15), называемый биологиче-

ский гумус, отправляется в приемник (19). Биологический гумус, находящийся в приемнике (19) является ценным земельным продуктом, называемый биогумус, для тепличных хозяйств.

Вторая часть.

Гибридная ветроустановка (рис. 3), вырабатывающая постоянную и переменную электрическую энергию состоит из мачты 1, солнечных панелей 2, магнитных лопастей 3, асинхронного двигателя 4, индукционной катушки 5, выпрямителя 9, 15 шины постоянного тока, инвертора 10 с переключателем 11, потребителя тока 220/380 13, потребителя тока 6 или 10 Квт 16, блок накопителя энергии (БНЭ) 14 и аккумуляторы 12, точки подключения следующих гибридных ветроустановок 17.

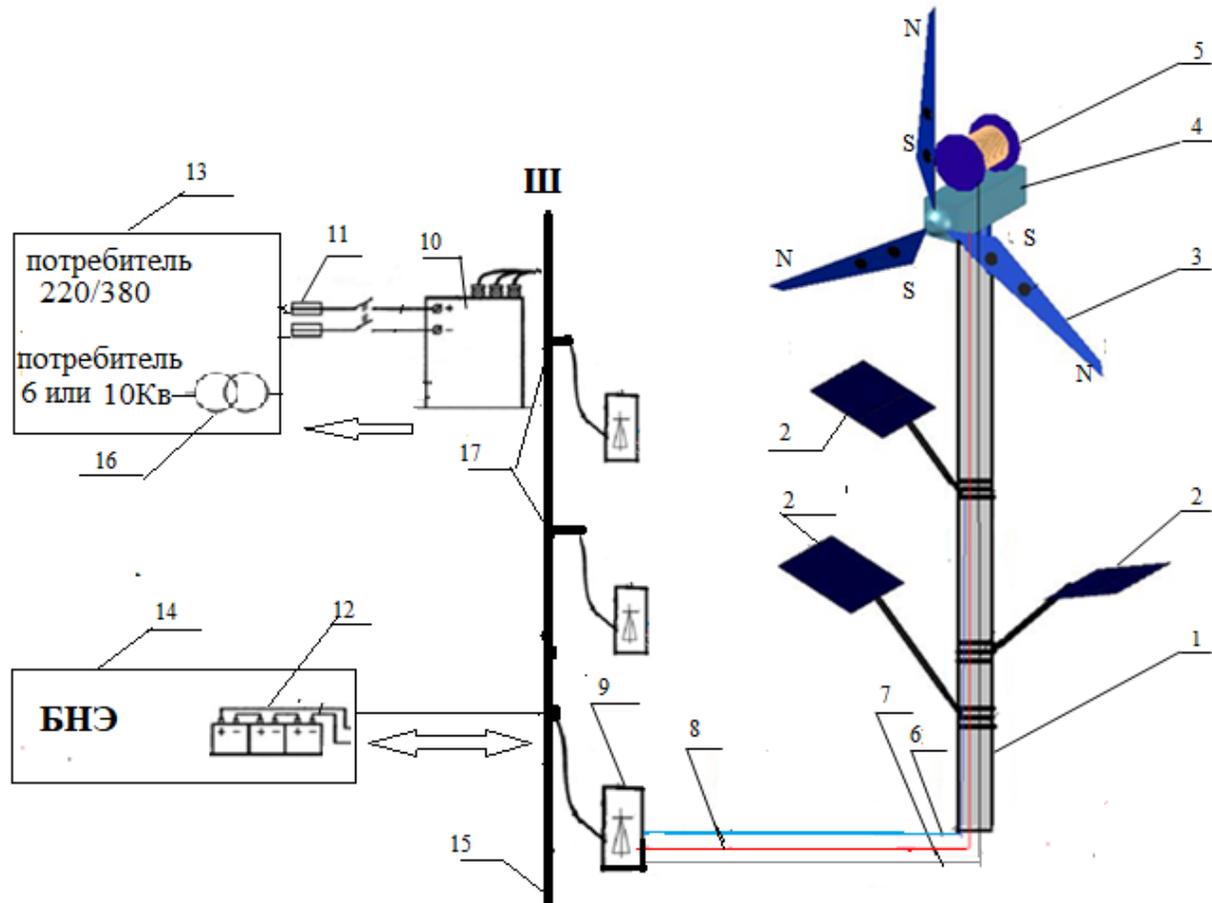


Рисунок 3. Гибридная ветроэнергетическая установка (ГВЭУ)

Гибридная ветроустановка работает следующим образом (Фиг. 3). Под действием ветра магнитные лопасти 3, вырабатывает переменный электрический ток 7 с помощью асинхронного двигателя 4, и вокруг себя создает магнитное поле, которое пересекая обмотки индукционной катушки, вырабатывает переменный индукционный ток 8. Постоянный ток, выработанный, на солнечных панелях 2, через контроллер 9 передается на шину постоянного тока 15. Из шины ток подается инвертору 10, и переменный ток 220/380, или 6–10 Квт подается потребителям 13 или 16. Избыточная электрическая

энергия накапливается в блок БНЭ, имеющая двухстороннюю направленность. К 17 подключаются дополнительные гибридные ВЭУ.

Конъюгируя вышеописанных устройств можно конструировать СРГЭ, работающий на базе возобновляемых источников энергии и не зависящий от погодных условий. Что интересно такая конструкция способна бесперебойно обеспечивать электрической и тепловой энергией потребителей находящиеся в отдаленных регионах.

Применение гибридной энергосистемы основанной на ГТД работающей на биогазе.

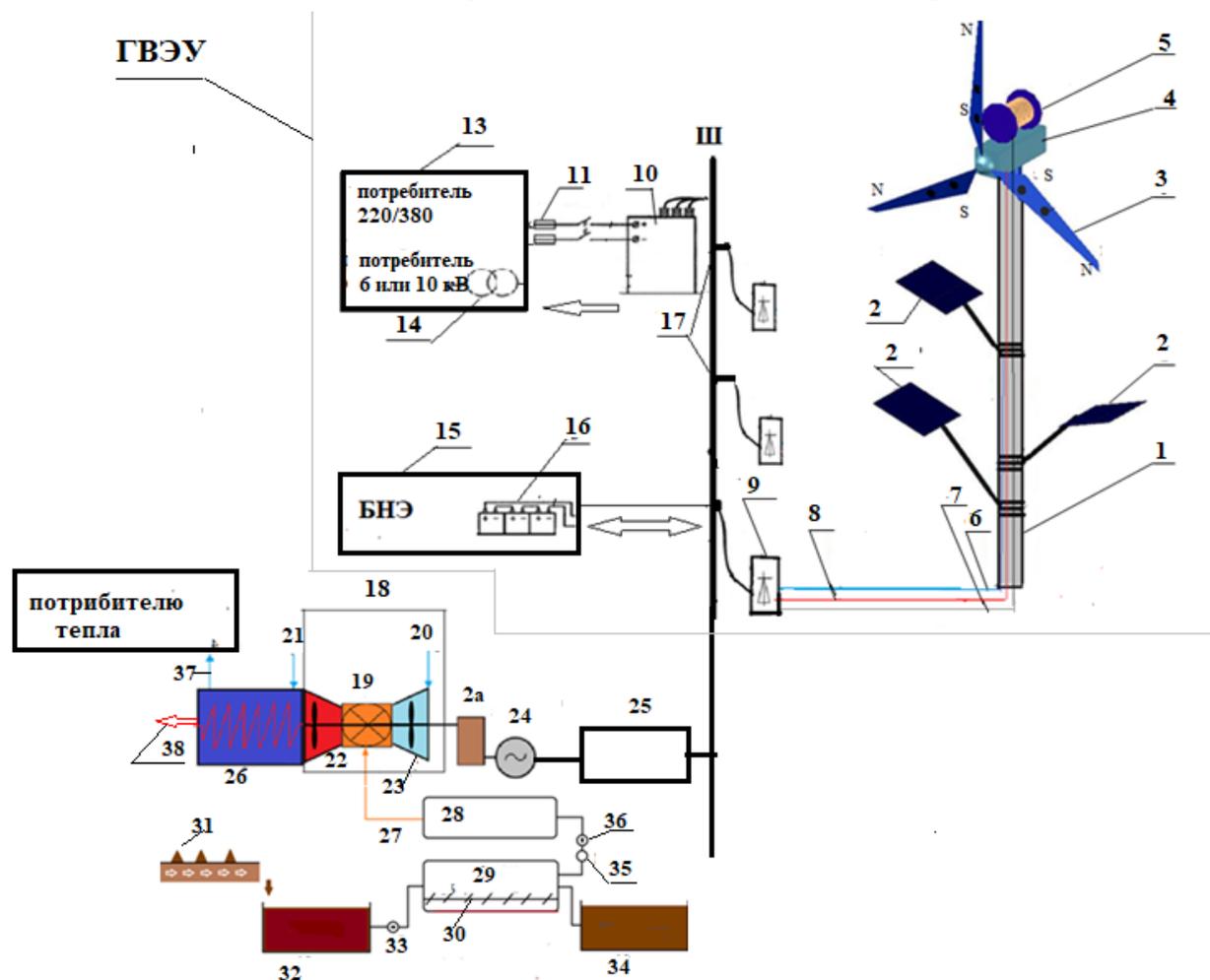


Рисунок 4. Гибридная система распределенной генерации энергии

Предложенная гибридная энергостанция состоит из ГВЭУ (рис. 4), вырабатывающую

постоянную и переменную электрическую энергию состоит из мачты 1, солнечных пане-

лей 2, магнитных лопастей 3, асинхронного двигателя 4, индукционной катушки 5, выпрямителя 9, 15 шины постоянного тока, инвертор. 10 с переключателем 11, потребителя тока 220/380 13, потребителя тока 6 или 10 Квт 16, блок накопителя энергии (БНЭ) 14 и аккумуляторы 12, точки подключения следующих гибридных ветроустановок 17. ГВЭУ работает следующим образом (рис. 4).

Под действием ветра магнитные лопасти 3, вырабатывая переменный электрический ток 7 с помощью асинхронного двигателя 4, и вокруг себя создает магнитное поле, которое пересекая обмотки индукционной катушки, вырабатывает переменный индукционный ток 8. Постоянный ток, выработанный, на солнечных панелях 2 через контроллер 9 передается, на шину переменного тока III. Из шины ток подается инвертору 10, и переменный ток 220/380, или 6–10 кВт подается потребителям 13 или 16. Избыточная электрическая энергия накапливается в блок БНЭ, имеющий двухстороннюю направленность. К 17 подключаются дополнительные ГВЭУ. С помощью ГТД (18), в котором газ сжимается и нагревается, а затем энергия сжатого и нагретого газа преобразуется в механическую работу на валу газовой турбины и выхлопные газы выбрасываются через аккумулятор тепла (26), вырабатывается тепловая и электрическая энергия. В ГТД (18) процессы происходят в потоке движущегося газа. Сжатый атмосферный воздух из компрессора (20) поступает в камеру сгорания (19), куда также подается биогаз (27), который, сгорая, образует большое количество газообразных продуктов сгорания под высоким давлением. Затем в газовой турбине энергия давления продуктов сгорания преобразуется в механическую работу за счёт вращения лопаток, часть, которой рас-

ходуется на сжатие воздуха в компрессоре (23). Остальная часть работы передается через (2а) на приводимый агрегат (24). Агрегатом (24) Выработанная электрическая энергия с помощью преобразователя (25), передается на шину переменного тока III. Выхлопной газ через турбины (22) подается на аккумулятор тепла (26). Далее, выхлопной газ, нагревая холодную воду поступающую из трубы (21) выбрасывается через трубу (38). Горячая вода в виде тепловой энергии снимается с трубы (37) и подается потребителю тепла. В качестве топлива в ГТД используется биологический газ, получаемый из биогумусных отходов из газгольдера (28). Биогаз полученной в био реакторе (29), проходя фильтр (35) высасывается (36) в газгольдер (28). Биологические отходы поступают в био реактор через всасывание (33) из приемника отходов (32), находившиеся в приемнике (31). Полученный биогаз с помощью мешалки (30) доводится до нужной кондиции, и газ отправляется в газгольдер. Остаток, называемый органический гумус передается в приемник (34). Гумус, находящийся в приемнике (34), является незаменимым земельным продуктом для тепличных хозяйств. При отсутствие солнечной радиации и ветра, ГТД вырабатывает электрическую и тепловую энергию, и тем самым обеспечивается бесперебойное вырабатывание тепловой и электрической энергии вне зависимости от погоды.

Выводы. Наличие большого запаса сельскохозяйственных, животноводческих и растениеводческих отходов и большого запасов ветровой и Солнечной энергии в РК побудило нас использовать ВИЭ для получения тепловой и электрической энергии для трудно доступных регионов. За основу для конструирования СРГЭ состоящая из двух модулей

и вырабатывающая тепловой и электрической энергии использован ГТД и ГВЭУ. При этом впервые в качестве топлива для работы ГТД использован биогаз получаемой из сельскохозяйственных, животноводческих и растениеводческих отходов. Тем самым решили следующие задачи дающий практический выход. Первое, появился возможность использовать биоотходов для получения тепловой и электрической энергии низкой по себестоимости. Второе, доказан возможность использования биогаза получаемое из биоотходов в качестве топлива для ГТД. Третье, на практике пока-

зан преимущества предложенной СРГЭ для бесперебойного снабжения тепло и электроэнергией потребителя. При этом выяснилось еще одно преимущество конструируемой СРГЭ. Отходы получаемое при получении биогаза в виде гумус грунта является основой получения хорошего урожая в тепличном хозяйстве.

Данная работа, даёт лишь некоторые рекомендации на предмет того, как можно наладить производство гибридных энергосистем работающих на базе ВИЭ не зависящих от погодных условий.

Список литературы:

1. Юдаев И., Даус Ю., Гамага В. Возобновляемые источники энергии. – М.: Лань 2020.– 328 с.
2. Рустамов Н. Т. О создании гибридных энергетических систем, использующих возобновляемые источники энергии (ВИЭ) // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. – № 4 (54).2014. – С. 114–116.– Библиогр. в конце ст. – ISSN1606–146X
3. Даменов Е. А., Рустамов Н. Т. Создание гибридных энергетических систем // Техника. Технологии. Инженерия. –№ 2.2018. – С. 33–35. URL<https://moluch.ru/th/8/archive/85/3222>
4. Ерохин Б. Т. Теория и проектирование ракетных двигателей. – М.: Лань. 2015.– 608 с.
5. Корнеев В. М. Теория газотурбинных двигателей.: Литагент Ридеро, 2019.
6. Рустамов Н. Т., Мейрбеков А. Т., Мейрбеков С. А., Конусов Б. Р. Биоэнергетическая установка. Инновационный патент РК № 29833 от 05.2015 бюл. № 5. от 01.02.2021.
7. Рустамов Н. Т., Мейрбеков А. Т. Салихова Г. Х., Тастеков Н. Қ., Асилбаева А. П. Гибридная станция теплоэлектрической энергии. Патент РК на полезный модель № 6070.
8. Рустамов Н. Т., Мейрбеков А. Т., Мейрбекова О. Д. Способ всепогодного электроснабжения теплицы из альтернативного источника энергии. Патент РК на полезный модель № 6797 от 04.01.2022.
9. Абдрасилов Б. С., Мейрбеков А. Т., Рустамов Н. Т., Мейрамкулова К. С., Бабахан Ш. А. Гибридный ветрогенератор. Патент РК на полезный модель № 6142 от 11.06.2021.