

Изобретение относится к устройствам по использованию возобновляемых источников энергии для энергоснабжения очистных сооружений, животноводческих ферм, жилых, коммунальных, бытовых и др. построек и может быть применено в установках анаэробного сбраживания животноводческих, коммунальных, производственных сточных вод на предприятиях мясомолочной, пищевой и др. отраслей промышленности.

Наиболее близким к настоящему изобретению является комбинированный ветро-солнечно-биогазовый комплекс. Этот комплекс содержит ветроэнергетическую установку (ВЭУ) с генератором электрической энергии, солнечную энергетическую установку (СЭУ) с преобразователем солнечной энергии в электрическую, биореактор-метаногенератор очистных сооружений с нагревателем, блок-ТЭЦ с генератором электрической энергии, работающий на биогазе и ряд теплообменных устройств для использования сбросного тепла выхлопных газов и охлаждающей воды двигателя внутреннего сгорания (ДВС) блок-ТЭЦ.

Основное назначение этого энергетического комплекса - обеспечение тепловой и электрической энергией биореактора-метаногенератора, при этом энергия для внешних потребителей практически не вырабатывается. Солнечная энергия в СЭУ комплекса трансформируется с помощью фотоэлектрических элементов в электрическую энергию, КПД трансформации энергии в таких устройствах обычно не превышает 10%.

ВЭУ и блок-ТЭЦ оснащены для выработки электрической энергии каждый своим генератором, что удорожает установку, усложняет ее эксплуатацию и обслуживание.

Тепловой режим биореактора-метаногенератора поддерживается за счет сжигания производного биогаза в ДВС блок-ТЭЦ и использования сбросного тепла двигателя внутреннего сгорания в теплообменных устройствах биореактора-метаногенератора. Это значительно ухудшает технико-экономические показатели комплекса, так как биогаз, продуцируемый реактором, полностью расходуется на обеспечение его собственных энергетических нужд.

Все составные части рассматриваемого комплекса работают независимо друг от друга, без дублирования энергетических мощностей отдельных узлов, что исключает возможность стабильного во времени получения энергии.

Кроме того, в этом комплексе предусмотрен только один способ использования производного биогаза - получение электрической и тепловой энергии путем его сжигания в ДВС блок-ТЭЦ.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать биоэнергодкомплекс, в котором путем преобразования солнечной энергии в тепловую, аккумуляирования энергии и рационального ее распределения достигают повышения производительности и эффективности биоэнергодкомплекса, обеспечивают стабильный тепловой режим независимо от времени суток.

Для решения, поставленной задачи в биоэнергодкомплексе, содержащем биореактор-метаногенератор с нагревателем, ветроэнергетическую установку с генератором электрической энергии, блок-ТЭЦ с генератором электрической энергии, солнечную энергетическую установку, преобразователь солнечной энергии, теплообменные устройства, согласно изобретению, ветроэнергетическая установка и блок-ТЭЦ связаны между собой посредством общего генератора электрической энергии, в качестве преобразователя солнечной энергии использован солнечный коллектор и дополнительно введены компрессорная станция для сжатия производимого биореактором-метаногенератором биогаза, аккумулирующее теплообменное устройство, теплообменные устройства солнечной энергетической установки, при этом аккумулирующее теплообменное устройство связано с теплообменными устройствами солнечной энергетической установки и с двигателем внутреннего сгорания блок-ТЭЦ, а нагреватель биореактора-метаногенератора связан с теплообменными устройствами солнечной энергетической установки и/или системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания.

При наличии в биоэнергодкомплексе одного генератора электрической энергии, общего для ВЭУ и блок-ТЭЦ, упрощается общее схемное решение, так как вместо двух генераторов используется один, и при этом отсутствует необходимость в блоке синхронизации генераторов, упрощается обслуживание установки, уменьшается количество обслуживающего персонала, снижаются общие потери энергии в ВЭУ, что повышает ее производительность и уменьшает капитальные и эксплуатационные затраты. Для решения поставленной задачи в изобретении в качестве преобразователя солнечной энергии использован солнечный коллектор. Это позволяет, используя теплообменные устройства, получить теплую воду для поддержания теплового режима биореактора-метаногенератора, а ее излишки направить для тепловодоснабжения жилых домов, а также хозяйственных, бытовых коммунальных построек. КПД преобразования солнечной энергии в тепловую гораздо выше, чем в электрическую (до 50%), что повышает эффективность использования солнечной энергии в предлагаемом энергодкомплексе. Наличие общего аккумулирующего устройства у СЭУ и ДВС блок-ТЭЦ обеспечивает стабильный тепловой режим биореактора-метаногенератора, так как в несолнечные дни вода нагревается за счет отбросного тепла ДВС.

Совмещение нагревателя биореактора-метаногенератора с теплообменными устройствами СЭУ и/или системы охлаждения ДВС также обеспечивает стабильное поддержание теплового режима реактора, причем в солнечные дни тепловой режим поддерживается исключительно за счет солнечной энергии. В ночное время и при кратковременном отсутствии солнца (до 2 - 3

дней) в нагреватель биореактора подается вода из теплообменного аккумулирующего устройства и частично - из системы охлаждения ДВС. В случае длительного отсутствия солнечного освещения переходят на снабжение биореактора теплом от системы охлаждения ДВС. При этом количество продуccionного биогаза, расходуемое собственно на обогрев биореактора-метангенератора, значительно меньше, чем по прототипу, что позволяет увеличить количество дополнительно вырабатываемой комплексом энергии и повышает его эффективность в целом. Благодаря организованной системе теплообмена температурный режим в биореакторе-метангенераторе поддерживается главным образом за счет тепла, получаемого в СЭУ, и лишь частично - за счет сжигания биогаза. Это дает возможность значительное количество избыточного биогаза использовать для получения автомобильного топлива в компрессорной станции, включенной в биоэнергокомплекс.

На чертеже (фиг.) изображена схема предлагаемого биоэнергокомплекса.

Биоэнергокомплекс содержит биореактор-метангенератор 1 с нагревателем 2, ветроэнергетическую установку 3 и блок-ТЭЦ4, связанные между собой посредством общего электрогенератора 5, сборник биогаза 6, солнечный коллектор 7, теплообменные устройства солнечного коллектора 8, системы охлаждения ДВС 9, связанные с нагревателем 2 биореактора-метангенератора 1, теплообменное аккумулирующее устройство 10, связанное с теплообменными устройствами солнечного коллектора 7 и двигателем внутреннего сгорания 4, компрессорную станцию сжигания биогаза 11, связанную с биореактором-метангенератором 1 через сборник биогаза 6, насос первого контура СЭУ12, насос второго контура СЭУ 13, связывающий нагреватель 2 биореактора-метангенератора 1 с аккумулирующим теплообменным устройством 10 и с теплообменным устройством 8 солнечного коллектора 7, насос на линии подачи горячей воды (ГВ) потребителям 14, связывающей потребителей с теплообменным устройством 8 солнечного коллектора 7, насос подачи воды 15 из теплообменного аккумулирующего устройства 10, связывающий потребителей с теплообменным аккумулирующим устройством. Установка содержит также распределительное устройство холодной воды (ХВ) 16, распределяющее холодную воду, выходящую из нагревателя 2 биореактора-метангенератора 1, между теплообменным аккумулирующим устройством ТО и теплообменным устройством 8 солнечного коллектора 7, распределительное устройство холодной воды 17, распределяющее воду, выходящую от потребителей, между аккумулирующим теплообменным устройством 10 и теплообменным устройством 8 солнечного коллектора 7, распределительное устройство биогаза 18, распределяющее биогаз между блок-ТЭЦ 4 и компрессорной станцией 11 для сжигания биогаза, электрической нагреватель, использующий электрическую энергию, производимую электрогенератором 5, для нагрева воды в теплообменном аккумулирующем устройстве 10, теплообменное устройство 20, использующее для нагрева воды в теплообменном аккумулирующем устройстве 10 выхлопные газы двигателя внутреннего сгорания блок-ТЭЦ 4, и потребителей тепла 21, использующих горячую воду из теплообменного аккумулирующего устройства 10 и теплообменного устройства 8 солнечного коллектора 7.

Заявляемый биоэнергокомплекс работает следующим образом.

Исходное сырье, например, навоз животноводческих хозяйств, поступает в реактор-метангенератор 1, где при определенной температуре (38 - 55°C), поддерживаемой нагревателями 2, происходит процесс анаэробного сбраживания. В результате этого процесса образуется сброженная биомасса, представляющая собой ценное органо-минеральное удобрение и биогаз - газовая смесь с содержанием 60 - 80% метана.

Образующийся биогаз поступает в сборник газа 6, откуда основная его часть через распределитель газа 18 направляется на компрессорную станцию 11 для сжигания биогаза с получением автомобильного топлива. Для исключения замазливания компримируемого биогаза и связанного с этим существенного снижения эксплуатационных характеристик двигателей автомобилей в компрессорной станции применен поршневой компрессор высокого давления с бессмазочным уплотнением.

При отсутствии в течение какого-то периода времени ветровой и/или солнечной энергии, часть образующегося биогаза используется для сжигания в двигателе внутреннего сгорания блок-ТЭЦ4 с целью получения тепловой и электрической энергии.

При достижении скорости ветра более 3м/с автоматически включается в работу ветроэнергетическая установка 3, которая работает на генератор электрической энергии 5, общий с ДВС блок-ТЭЦ 4. Совместная работа ветродвигателей 3 и ДВС блок-ТЭЦ 4 на один генератор 5 обеспечивает сложения вращающих моментов двух двигателей, причем, для случая, когда нагрузка генератора 5 покрывается только за счет ветровой энергии, предусмотрено автоматическое отцепление двигателя внутреннего сгорания.

Образующаяся электрическая энергия поступает потребителю и к электрическому нагревателю 19 устройства 10, аккумулирующего тепловую энергию.

Солнечные лучи, попадая на солнечный коллектор 7, нагревают циркулирующий с помощью насоса 12 в первом контуре раствор теплоносителя с антифризом, который через противоточный теплообменник 8 передает тепло воде, циркулирующей во втором контуре. Теплая вода насосом 13 подается в нагреватель 2 биореактора-метангенератора 1 для поддержания теплового режима, а избыток теплой воды направляется потребителю 21. Пройдя нагреватель 2 реактора 1, вода, отдавая свое тепло биомассе, охлаждается и направляется опять в теплообменник

солнечного коллектора 8, и циркуляционный цикл повторяется.

В случае отсутствия солнечной энергии в биореакторе-метангенераторе 1 в нагревателе 2 в качестве теплоносителя используется вода из системы охлаждения 9 ДВС. В схеме предусмотрено также теплообменное аккумулирующее устройство 10, где нагревается холодная вода из второго контура СЭУ в случае отсутствия солнечного освещения. Теплоносителем в теплообменном устройстве 10 служит горячая вода, нагреваемая выхлопными газами ДВС блок-ТЭЦ4 с помощью теплообменного устройства 20 и электрическим нагревателем 19. Для предотвращения вскипания воды в теплообменном устройстве 10 часть ее автоматически сбрасывается в линию подачи горячей воды потребителю 21 и одновременно в теплообменное устройство 10 добавляется такое же количество холодной воды.

Ниже приведен конкретный пример работы заявляемого комплекса.

Пример.

Биоэнергодомплекс содержит биогазовый реактор, перерабатывающий  $54\text{м}^3$  животноводческих стоков в сутки, солнечный коллектор площадью  $1400\text{м}^2$ , ветроэнергетическую установку и блок-ТЭЦ на биогазе, работающие на общий генератор мощностью  $100\text{кВт}$ .

Комплекс вырабатывает в год  $207100\text{м}^3$  биогаза ( $22,5\text{м}^3/\text{час}$ ). Исходя из того, что более половины года тепловой режим биореактора-метаногенератора поддерживается за счет выработки тепловой энергии солнечной энергетической установкой, в ДВС блок-ТЭЦ сжигается не весь вырабатываемый биогаз, а  $91250\text{м}^3$ , что составляет 46% от общего его количества. Сэкономленный биогаз (сравнительно с прототипом) в количестве  $115850\text{м}^3$  подается на компрессорную станцию для получения из него автомобильного топлива.

Комплекс-прототип производит за год такое же количество биогаза, который, в отличие от предлагаемого комплекса, в полном объеме расходуется на сжигание в ДВС блок-ТЭЦ с получением теплой воды для поддержания теплового режима биореактора-метангенератора.

Сопоставительные расчетные данные о производительности и эффективности работы предлагаемого комплекса и прототипа приведены в таблице.

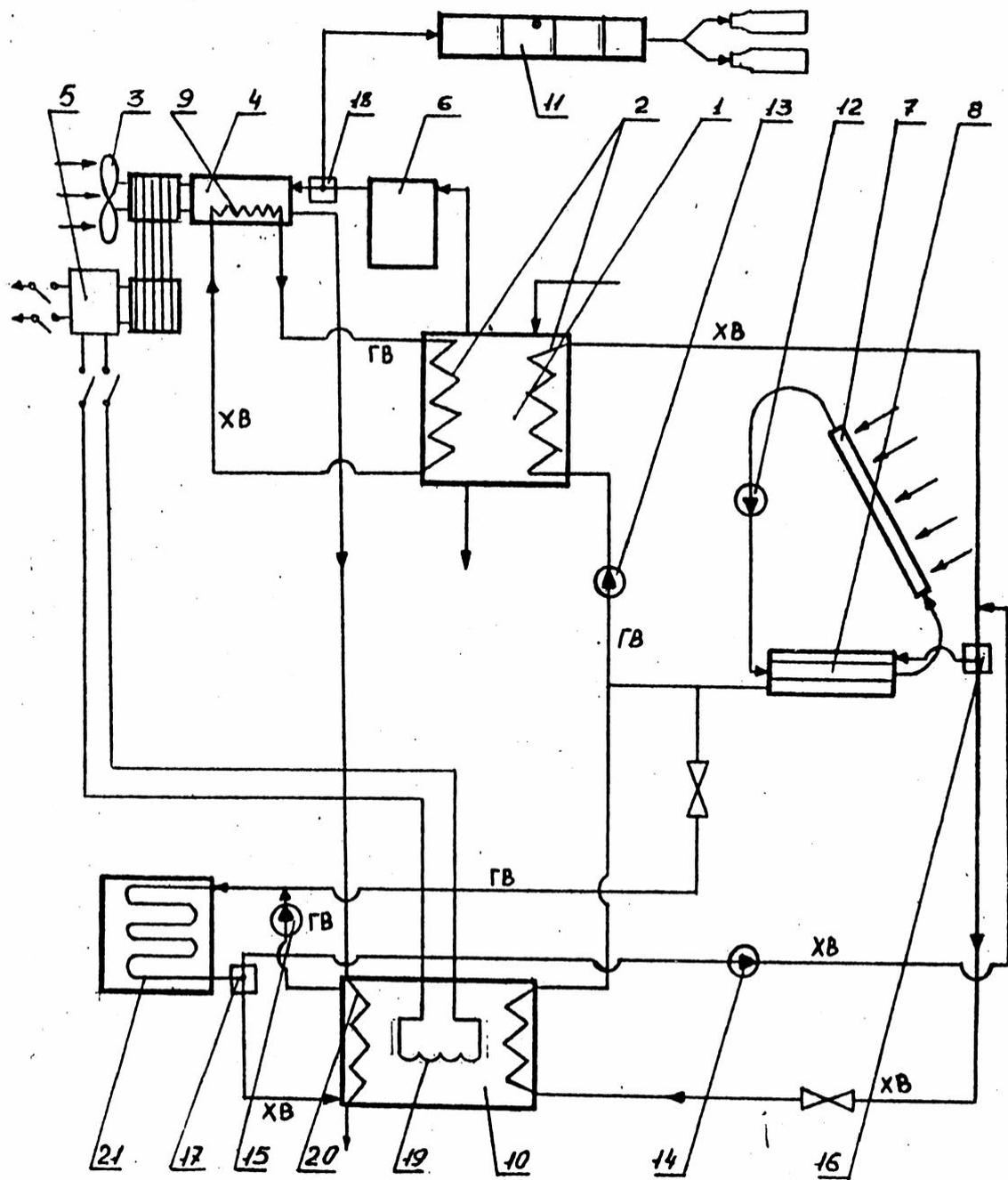
Технико-экономические преимущества заявляемого биоэнергодомплекса обусловлены более высокой степенью использования солнечной энергии, снижением капитальных и эксплуатационных затрат за счет использования одного общего для ВЭУ и для блок-ТЭЦ электрогенератора, обеспечением стабильности теплового режима в биореакторе за счет рационального схемного решения путем использования сочетания различных видов энергии, получением при этом избыточной энергии и экономией значительного количества производимого биогаза. На базе сэкономленного биогаза в биоэнергодомплексе дополнительно производится автомобильное топливо.

Таким образом, без использования традиционных первичных энергоисточников биоэнергодомплекс не только обеспечивает собственные энергетические нужды, но и вырабатывает дополнительно различные виды потребительской энергии.

Таблица

Сопоставительные данные о производительности и эффективности работы комплексов при одинаковой производительности биореакторов-метангенераторов

Прототип	Заявляемый комплекс
1. Мощность генератора ВЭУ-6-260 кВт.	1. Мощность генератора электрической энергии, общего для ВЭУ и блок-ТЭЦ-100 кВт.
2. Мощность генератора блок-ТЭЦ – 45 кВт	2. Количество электрической энергии, вырабатываемое генератором за год 792000 кВт-ч/год
3. Количество электрической энергии, вырабатываемое двумя генераторами за год. 972072 кВт-ч/год	3. В ДВС блок-ТЭЦ сжигается 91250 м <sup>3</sup> биогаза/год. При этом из системы охлаждения ДВС получают отбросное тепло в количестве 332350 кВт-ч/год
4. В ДВС блок-ТЭЦ сжигается 207100 м <sup>3</sup> биогаза/год. При этом из системы охлаждения ДВС получают отбросное тепло в количестве 715400 кВт-ч/год	4. СЭУ вырабатывает тепловой энергии 776000 кВт-ч/год
5. СЭУ вырабатывает электрической энергии 487000 кВт-ч/год	5. Годовая экономия биогаза – 115850 м <sup>3</sup> , что составляет 628053 кВт-ч/год
6. Суммарное количество вырабатываемой энергии. 2 174 472 кВт-ч/год	6. Суммарное количество энергии, вырабатываемое комплексом 2 528 303 кВт-ч/год, или на 453831 кВт-ч/год больше, чем по прототипу.



Фиг.