

УДК 620.97(075.8)

ПРИМЕНЕНИЕ МАЛЫХ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ОБЪЕКТАХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Ильин Роман Альбертович

kaften.astu@mail.ru

Старший научный сотрудник

Шишкин Николай Дмитриевич

n.shishkin-53@mail.ru

Заведующий лабораторией

Отдел энергетических проблем Саратовского научного центра РАН (при
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»)
Астрахань, Россия

***Аннотация:** В работе приводится описание разработанной вертикально-осевой ветроэнергетической экспериментальной установки которая могла бы работать путем утилизации теплоты уходящих газов энергообъектов, например, путем размещения ее на дымовые трубы котельных. Проведены экспериментальные исследования, которые подтолкнули авторов на внесение изменений в разработанную конструкцию. Работа по совершенствованию установки будет продолжена путем модернизации основных ее узлов.*

***Ключевые слова:** вертикально-осевая ветроэнергоустановка, дымовые трубы энергообъектов, утилизация теплоты уходящих газов, эффективность.*

В то время как органические энергетические ресурсы истощаются, а экологические ограничения усиливаются во всем мире, возникает необходимость разработки новых и усовершенствования известных методов энергосбережения и производства «зеленой» энергии. В соответствии со стратегией развития энергетики РФ до 2035 г. планируется интенсивное развитие источников на нетрадиционных возобновляемых энергоресурсах. Это позволит не только сэкономить органическое топливо, но и сократить выбросы парниковых газов. Импульсом для развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) послужили постановления Правительства РФ № 449 от 28.05.2013 г. «О механизме поддержки внедрения ВИЭ в России» и № 47 от 23.01.2015 г. «О стимулировании использования возобновляемых источников энергии на розничных рынках электроэнергии».

В работе в качестве объектов теплоэнергетики рассматриваются котельные при организации децентрализованного теплоснабжения и горячего водоснабжения. Рассматривается возможность применения ветроэнергетических установок (ВЭУ) на дымовых трубах таких объектов. Вырабатываемую в таких установках энергию в перспективе можно использовать для полного или частичного покрытия собственных нужд котельных. Размещения ВЭУ на дымовой трубе предусматривает ее использование как дополнительного экологически чистого источника электроэнергии для нужд

жилых и производственных помещений; освещения улиц; включения сигнальных огней дымовой трубы; котельных и других объектов различного назначения.

Авторами разработана оригинальная конструкция роторной вертикально-осевой ветроэнергостановки (РВО ВЭУ), располагаемой на дымовой трубе [2]. Схема конструкции предлагаемой РВО ВЭУ приведена на рисунке 1. При работе котельных через дымовую трубу 4 удаляются уходящие отработанные газы. Поверхность трубы достаточно горячая и, в связи с этим, происходит нагрев пристенного окружающего воздуха. Труба обнесена кожухом 3 из облегченного материала, например, из композитного материала. На выходе установлены лопасти ВЭУ 2 на подшипниковом узле с токосъемным генератором 1. Из-за подъемных сил нагретый в щелевом канале воздух поднимается вверх и на выходе раскручивает лопасти РВО ВЭУ. Для улучшения эффективности работы предложенной РВО ВЭУ можно рассмотреть улучшенную конструкцию, показанную на рисунке 2.

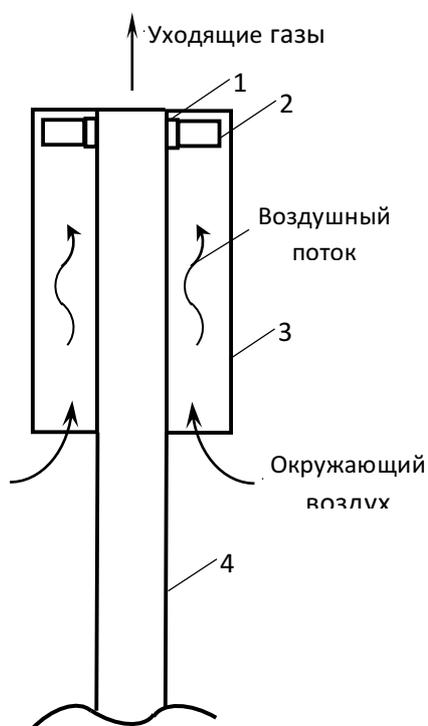


Рисунок 1 – Конструкция РВО ВЭУ на дымовой трубе котельной:

- 1 – подшипниковый узел с токосъемным генератором;
- 2 – лопасти РВО ВЭУ;
- 3 – кожух облегченный (композитные материалы и т.п.);
- 4 – дымовая труба

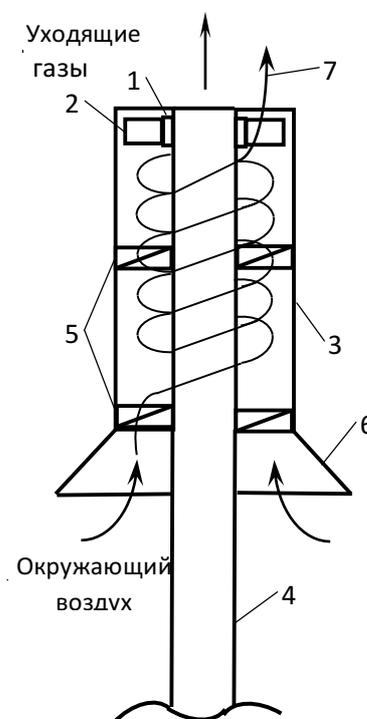


Рисунок 2 – Улучшенный вариант конструкции РВО ВЭУ на дымовой трубе котельной:

- 1 – подшипниковый узел с токосъемным генератором;
- 2 – лопасти РВО ВЭУ;
- 3 – кожух облегченный (композитные материалы и т.п.);
- 4 – дымовая труба;
- 5 – неподвижная направляющая насадка;
- 6 – конфузор;
- 7 – закрученный воздушный поток

Согласно рисунка 2 на входе окружающего воздуха в щелевой зазор между кожухом и дымовой трубой можно установить конфузор 6 для «улавливания» большого количества рабочего тела – воздуха. Далее по ходу движения воздуха вверх предлагаются к установке в двух местах по высоте щелевого пространства неподвижные направляющие насадки 5, после прохождения которых поток воздуха будет закрученным 7 и представлять из себя вихревые потоки. Кроме того, эти насадки будут стабилизировать поток, что в целом должно привести к улучшенным показателям работы РВО ВЭУ.

Разработан демонстрационный макет РВО ВЭУ. Для предварительных опытов использовалась горелка для имитации работы котельной установки энергообъекта. Горелка разжигалась и помещалась в топочную камеру, для нагрева дымовой трубы за счёт горячих газов. Дымовая труба нагревалась до 155-165 °С. Возникали в щелевом зазоре конвективные потоки. На рисунке 3 показан замер скорости потока на выходе из щелевого зазора с помощью термоанемометра СЕМ ДТ-620. Скорость достигала порядка 1,0 – 1,2 м/с.

В качестве примера внедрения разработанной ВЭУ можно рассмотреть вариант совместной работы котельной установки для отопления и горячего водоснабжения объекта с РВО ВЭУ, установленной на дымовой трубе котельной [3]. В таком варианте РВО ВЭУ, возможно, сможет выработать электроэнергию, достаточной для привода компрессора теплонасосной установки (ТНУ) (рисунок 4).

В случае нехватки электроэнергии, как минимум, эта РВО ВЭУ сможет обеспечить собственные нужды котельной или потребителя. Цель ТНУ в такой схеме – покрытие пиковых тепловых нагрузок путем нагрева бака-аккумулятора системы.

Можно также рассмотреть схему в соответствии с рисунком 5 с комбинированной выработкой электроэнергии от РВО ВЭУ на дымовой трубе и фотоэлектрическими преобразователями (ФЭП) 10. В качестве добавочного элемента в схеме служат ФЭП. Такая необходимость может возникнуть в случае недостатка выработки электроэнергии от РВО ВЭУ на трубе энергообъекта. В качестве резервного источника электроэнергии в этой схеме также используется топливный электрогенератор (ТЭГ) 11.

В дальнейшем в щелевом зазоре будут смонтированы на трубе неподвижные направляющие насадки для завихрения поднимающегося потока (рисунок 2, поз.5). Это приведет к более интенсифицированной закрутке потока и к увеличению скорости восходящего потока нагретого воздуха, что повысит эффективность всей установки в целом.



Рисунок 3 – Замер скорости восходящих из щелевого зазора потоков нагретого воздуха в экспериментальной установке

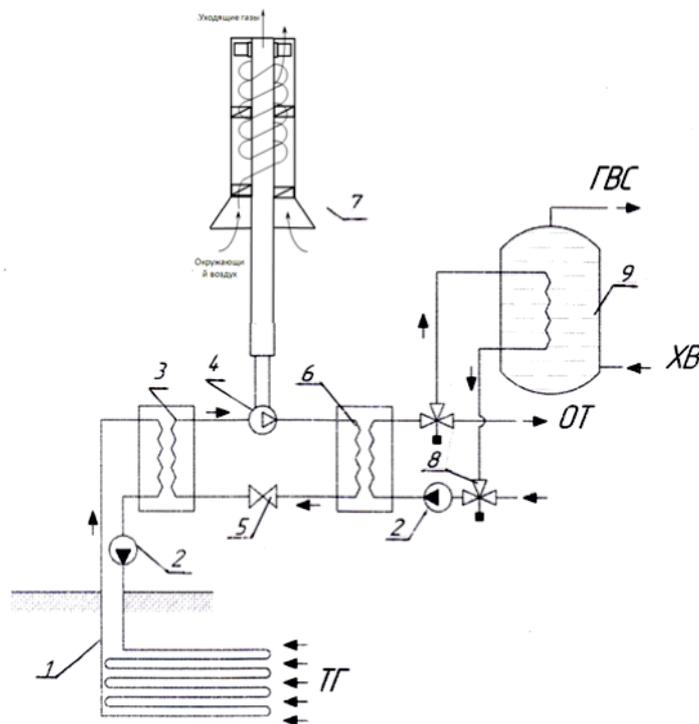


Рисунок 4 – Схема использования ТНУ совместно с РВО ВЭУ на дымовой трубе:

- 1 – внешний контур теплового насоса; 2 – циркуляционный насос; 3 – испаритель; 4 – компрессор; 5 – расширительный вентиль; 6 – конденсатор; 7 – РВО ВЭУ на трубе энергообъекта; 8 – реверсивные клапаны; 9 – бак-аккумулятор косвенного нагрева

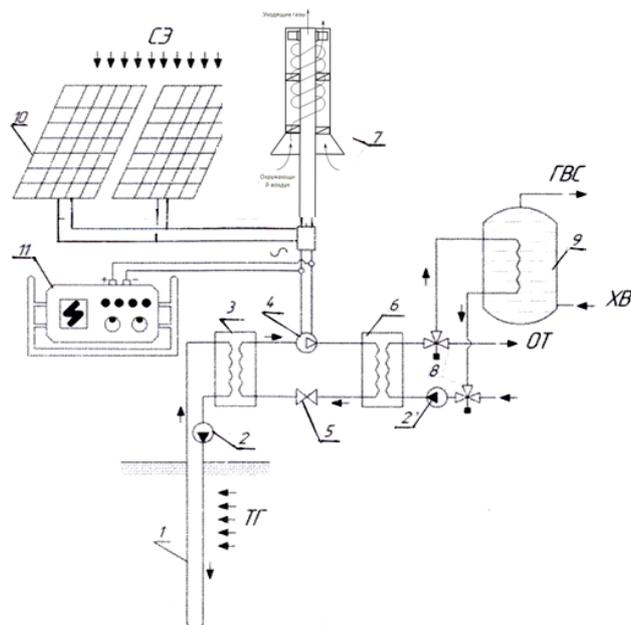


Рисунок 5 – Схема использования ТНУ совместно с РВО ВЭУ и ФЭП:

1 – внешний контур ТНУ; 2 – циркуляционный насос; 3 – испаритель; 4 – компрессор; 5 – расширительный вентиль; 6 – конденсатор; 7 – РВО ВЭУ; 8 – реверсивные клапаны; 9 – бак-аккумулятор теплоты; 10 – ФЭП; 11 – ТЭГ

Для достижения работоспособности и большей эффективности РВО ВЭУ необходимо: изменить форму и конфигурацию лопастей; заменить радиально-упорный конический подшипник на магнитный или аэродинамический; произвести определение оптимальных геометрических соотношений размеров трубы и кожуха, а также на проведение теоретических и экспериментальных исследований с целью определения и оптимизации основных параметров ВО ВЭУ на дымовых трубах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Способ размещения роторной ветроэнергетической установки на дымовой трубе, патент на изобретение RU 2510611 от 10.04.2014.
2. Ilyin R.A., Shishkin N.D. Installation of wind turbines on the smoke stacks of power facilities // Journal of Physics: Conference Series Volume 1652 15th International Scientific and Technical Conference (PESPC) 2020 6-9 October 2020/ Saratov, Russian Federation [Электронный ресурс]. – URL:https://iopscience.iop.org/issue/1742-6596/1652/1/01_2031 (дата обращения: 17.05.2022). – Текст: электронный.
3. Шишкин Н. Д., Ильин Р. А. Анализ направлений повышения конкурентоспособности конструкций энергоэффективных ВЭУ различных типов // Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. 2017. № 2 (64). С. 42–50.