

УДК 621.311.24

РАЗРАБОТКА ВЕТРОГЕНЕРАТОРА В ВОЗДУХОВОД С ИСКУССТВЕННЫМ И ПОСТОЯННЫМ ПОТОКОМ ВОЗДУХА

Мошонкин Н.Ю., Дунаева Т.Ю.

*Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.*

В статье предлагается техническое решение по ветровому генератору небольшой мощности, использующего поток воздуха в системе охлаждения ротора генератора электростанции, для выработки электроэнергии для собственных нужд ТЭС. Использование предлагаемого устройства позволит частично скомпенсировать расходы на собственные нужды электростанции.

В ближайшие годы политика Правительства РФ предусматривает расширение объемов использования альтернативных источников питания (АИП) в структуре электроэнергетики, что отражено в Энергетической стратегии России на период до 2035 года и других основных документах [1]. Разработка технического решения по использованию отработанного воздушного потока системы охлаждения ротора генератора ТЭС для выработки электроэнергии соответствует этой стратегии и позволит использовать эту энергию для собственных нужд ТЭС.

Актуальность предлагаемой разработки обосновывается отсутствием в настоящее время на рынке предложений аналогичного типа и, в свою очередь, имеющимся спросом на конструкцию таких генераторных установок.

Существующие ветряные электроустановки, использующие кинетическую энергию воздушного потока в раскручивании турбины электрогенератора, имеют существенный недостаток: для обеспечения эффективной работы таких установок необходимо место с постоянной и достаточной силой ветра. Это место обычно удалено от потребителей электроэнергии, что требует прокладки длинных электрокоммуникаций, а также изготовление дорогостоящих ветроулавливающих коробов и опорных конструкций. В результате очень часто экономическая эффективность таких ветрогенераторов остается низкой.

Поток воздуха на выходе воздуховода охлаждения ротора генератора ТЭС постоянен по направлению и силе, имеет стабильную температуру. Предлагаемое решение использования энергии этого воздушного потока состоит в том, что на выходе воздуховода устанавливается ветровой генератор малой мощности. Полученную электроэнергию предлагается использовать, например, для питания части осветительных установок ТЭС и тем самым повысить энергоэффективность предприятия.

Постоянство параметров воздушного потока в канале охлаждения ротора генератора ТЭС позволит обеспечить стабильную генерацию электроэнергии круглосуточно. Инновационная составляющая проекта заключается в том, что предлагается использовать вторичный энергоресурс отработанного воздушного потока.

По предварительным оценкам, необходимые технологические параметры воздушного потока системы охлаждения ротора генератора ТЭС при установке ветрогенератора на ее выходе сохраняются, а, значит, предлагаемая конструкция и способ установки не должны нарушить требования к охлаждению ротора.

Научная новизна идеи обеспечивается тем, что патентный поиск абсолютных аналогов разрабатываемой конструкции ветрогенератора результатов не показал.

В результате патентных исследований была найдена запатентованная конструкция, схожая в отношении самой идеи применения воздуховода для генерации электроэнергии WO2009008763A1 [2]. В этом патенте на полезную модель в качестве канала для раскрутки ротора генератора и генерации электроэнергии предлагается использовать воздушный вентиляционный канал, вмонтированный в типовую конструкцию жилого здания. На основе этой идеи разработан и предлагаемый проект.

В результате работы были разработаны эскиз всей установки в целом, способ ее монтажа в воздуховод и 3D-модель ветроколеса (рис. 1, а, б).

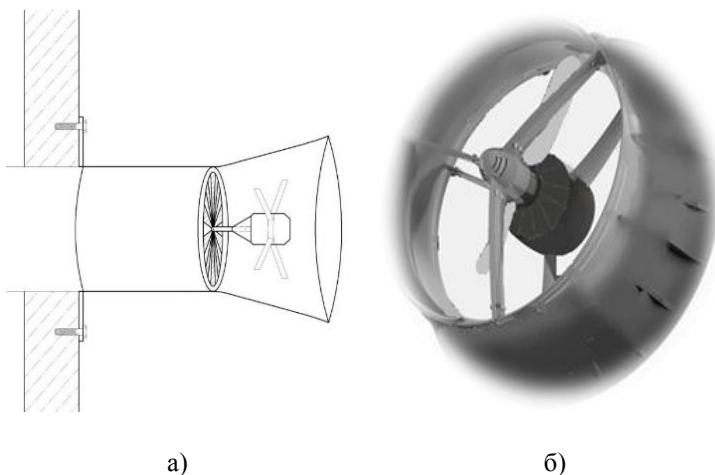


Рис. 1 – Эскиз установки (а) и ее 3D-модель (б)

Расчетные параметры предлагаемого проекта были получены путем математического и программного моделирования разработанного типа ветрогенератора в среде «Аэродинама» [3]. При расчетах использован стандартный тип профиля [4].

Исходные параметры для моделирования и полученные результаты представлены на рис. 2 – 7.

Адекватность расчетов в среде «Аэродинама» подтверждены многократным апробированием и практическим применением при проектировании ветрогенераторов различного типа.

Среднегодовая скорость ветра:	20 м/с
Количество лопастей:	1 шт
КПД генератора:	87%
КПД мультипликатора:	Не используется
Направление вращения:	Правое
Тип профиля:	NACA 0012

Рис. 2 – Исходные данные для моделирования

Скорость набегающего на лопасть потока:	20 м/с
Диаметр ветроколеса:	0.97 м
Радиус кончика лопасти:	0.48 м
Коэффициент использования энергии ветра:	0.48
Обороты при расчетном ветре:	5658 об/мин
Расчётный крутящий момент на валу генератора:	5.6 Н·м
Расчётная сила лобового давления на колесо:	593 Н
Мощность ветроколеса:	3.3 кВт

Рис. 3 – Результаты аэродинамического расчета

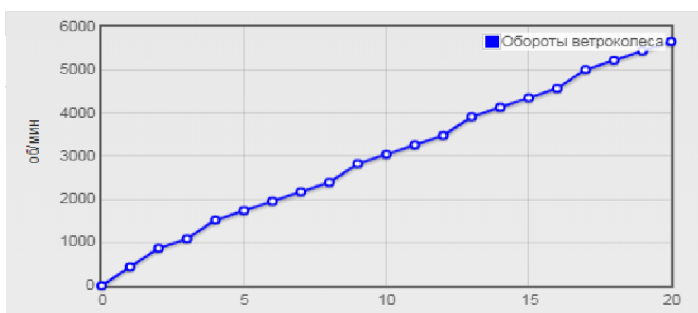


Рис. 4 – Зависимость оборотов ветроколеса от скорости воздушного потока

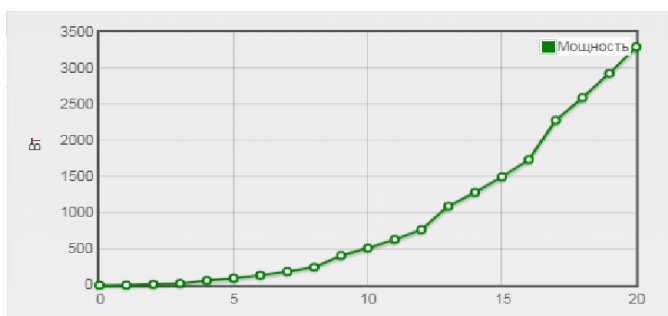


Рис. 5 – Зависимость вырабатываемой электрической мощности от скорости воздушного потока

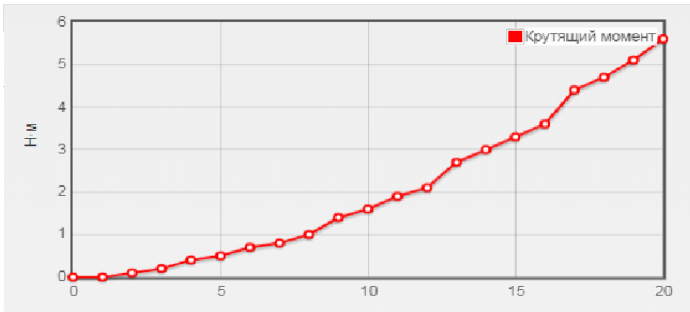


Рис. 6 – Зависимость крутящего момента ветроколеса от скорости воздушного потока

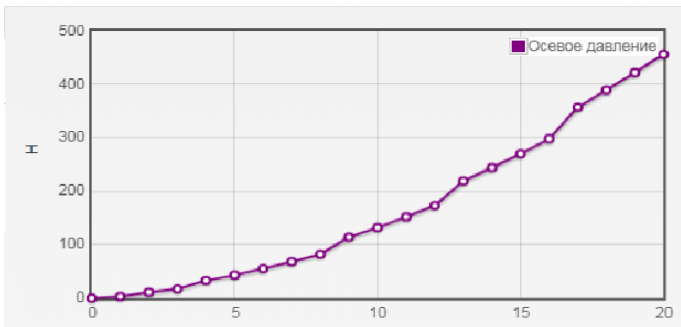


Рис. 7 – Зависимость лобового давления воздушного потока от его скорости

Результаты расчетов, приведенные на рис. 2–7 показывают основные технические параметры для скорости потока воздуха 20 м/с. Основные технические характеристики проекта следующие:

- вырабатываемая электрическая мощность 3,3 кВт;
- выходное напряжение во внешнюю сеть 0,4 кВ;
- планируемое использование полученной электроэнергии – система освещения электростанции;
- качество вырабатываемой электроэнергии соответствует требованиям ГОСТа и обеспечивается правильным выбором электрогенератора;
- расчетный диаметр ветроколеса 0,98 м (соответствует размерам воздуховода).

Для снижения стоимости установки и сроков ее окупаемости планируется использовать стандартную элементную базу (гене-

ратор, полупроводниковое оборудование и т.п.), широко распространенную и не требующего индивидуального изготовления. При выборе элементов будет учтен и температурный режим их работы (температура воздуха на выходе системы охлаждения достигает 70° , что требует оборудования повышенной термической стойкости). При проектировании редуктора планируется использовать новейшие достижения в этой области, по возможности планировать в редукторе использование типовых элементов для облегчения ремонта и эксплуатации.

Предлагаемый ветрогенератор характеризуется простотой конструкции и технологичностью собственного производства. Ресурс работы установки определяется ресурсом электрогенератора и должен составлять до 25 лет работы (параметры, заявляемые производителями генераторов), определяя расчетную безотказность работы на уровне 0,995.

Электробезопасность установки соответствует требованиям нормативных документов по оборудованию подобного типа и обеспечивается типовыми решениями при его проектировании.

Таким образом, на основании проведенных расчетов и полученной 3D модели в дальнейшем планируется выбрать элементную базу установки, электрогенератор, редуктор, сделать проверку механической прочности конструкции. В ходе исследований планируется изготовить опытный образец ветрогенератора для апробации и доработки установки.

В ходе работы были рассчитаны технико-экономические показатели проекта.

Исходные параметры расчета:

1. Норма дисконта $E = 5\% = 0,05$ (т.к. поток воздуха стабилен 24 часа в сутки, риски того, что электроэнергия не будет вырабатываться в нужном количестве – минимальны, только в результате аварии).

2. Тариф на электроэнергию: продажа $C_{эл} = 2,74$ руб./кВт · ч.
Прогноз тарифов на электроэнергию с 2020 по 2035 год.

3. Отчисления на амортизацию и ремонт $\rho = 3\%$ от капиталовложений.

4. Срок строительства принят равным – 1 год.

5. Капиталовложения распределены по годам строительства следующим образом: 1 год – 100 %.

6. Затраты на оплату труда персонала и социальные нужды – 20 тыс.руб./год (обслуживание раз в несколько лет).

Принятые капиталовложения составили 175 тыс. руб.

На рисунке 8 приведено графическое определение срока окупаемости инвестиционного проекта разработки ветрогенератора в воздуховод.

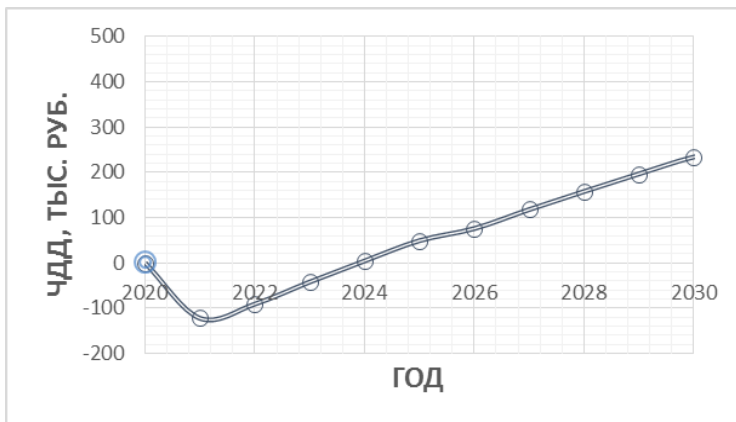


Рис. 8 – Дисконтированный срок окупаемости инвестиционного проекта

Таким образом, при $E = 5\%$ дисконтированный срок окупаемости составил 4 года с учетом времени монтажа и пусконаладочных работ. Проект разработки ветрогенератора в воздуховод с искусственным и постоянным потоком воздуха экономически выгоден и рентабелен.

Применение ветрогенераторов в качестве альтернативного вида энергии является перспективным направлением в области возобновляемых источников энергии [1], в том числе в условиях небольших хозяйств.

Широкое распространение в современной промышленности оборудования, охлаждаемого направленным потоком воздуха, дает, на наш взгляд, обширные перспективы для реализации установок подобного типа с целью использования энергии этого потока и повышения энергетической эффективности предприятий.

Библиографический список

1. Проект Энергостратегии Российской Федерации на период до 2035 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1920>

2. WO2009008763A1 Wind-electric power generation by using the structure of a residential building [Электронный ресурс]. Реж. доступа: <https://patents.google.com/patent/WO2009008763A1/en>

3. «Аэродинама – Математическое моделирования ветроколеса ВЕУ» / «Светотехника и электроэнергетика». - №3 (50), 2017. – С. 42 – 48. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://seiger.pp.ua/>

4. Справочник авиационных профилей [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://kipla.kai.ru/liter/Spravochnic_avia_profiley.pdf

УДК 621.311:621.316

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ШИНАХ 6–35 кВ ПОНИЗИТЕЛЬНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Непша Ф.С.¹, Шестаков В.С.²

¹*Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева,*

²*Филиал ПАО «МРСК Сибири» - «Кузбассэнерго – РЭС»*

В настоящее время потенциал устройств возможности регулирования на понизительных подстанциях 35-110 кВ реализуется не полностью. Большая часть эксплуатируемых устройств РПН не используются в автоматическом режиме, что связано с их эксплуатационным состоянием. В качестве альтернативы замене УРПН авторами предложена установка СКРМ 6-35 кВ различной конфигурации. В статье произведена технико-экономическая оценка различных вариантов их установки.

Рациональное регулирование напряжения на понизительных подстанциях 35-110 кВ является важной задачей, решение которой позволяет обеспечить нормативный уровень напряжения и повысить энергоэффективность систем внутреннего и внешнего электроснабжения. Проведенные исследования показывают [1], что на шинах понизительных подстанций не всегда обеспечивается нормативный уровень напряжения. При этом в послеаварийных режимах снижение напряжения может достигать 25%.

В разомкнутых сетях 6-35 кВ с одним центром питания (ЦП) регулирование напряжения осуществляется с помощью