

Табл. 2.

	Рассчитанная температура	Температура, полученная в ELCUT
Обмотка статора	81	83
Сталь статора	117	117
Обмотка ротора	140,5	137

По результатам исследования температурного поля генератора можно сделать следующие выводы:

1. Численные методы расчета и современные программные продукты позволяют рассмотреть достоверную картину температурного поля и определить наиболее нагретые области.
2. При протекании номинального тока максимальная температура турбогенератора равна 140,5 °С.
3. В номинальном режиме максимальное значение температуры наблюдается в обмотке ротора, а минимальное значение температуры имеет вал.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Третьяк А.В. Температурное состояние стержней турбогенераторов с воздушным охлаждением при номинальном режиме и режиме короткого замыкания / А.В. Третьяк // Известия ТулГУ. Технические науки.— 2013.— № 6.— С. 270–277.
2. Номенклатурный каталог ОАО «Электросила», 2008.
3. Хуторецкий, Г.М. Проектирование турбогенераторов / Г.М. Хуторецкий, М.И. Токов, Е.В. Толвинская. — Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. Отделение, 1987.— 256 с.
4. Сипайлов Г.А. Тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты в электрических машинах / Г.А. Сипайлов, Д.И. Санников, В.А. Жадан. — М.: Высш. шк., 1989.— 239 с.

Научный руководитель: Е.С. Дорохина, к.т.н., ассистент, кафедра ЭКМ ЭНИН ТПУ.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕТРО-СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛА НОВНИКОЛЬСКОЕ АЛЕКСАНДРОВСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Г. Гожин, И.А. Разживин
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭСиЭ, группа 5АМ74

Электроэнергетическая система (ЭЭС) Томской области входит в состав объединенной энергосистемы (ОЭС) Сибири. Имеющийся в энергосистеме де-

фицит мощности покрывается за счет «сильных» связей с соседними энергосистемами Кемеровской и Красноярской областей.

Дефицитность энергосистемы области является движущим фактором для поиска путей снижения ее зависимости от внешних поставщиков электроэнергии и тем самым повысить ее энергетическую безопасность [1-2].

Энергосистема Томской области состоит из южного и северного энергетических районов. В южном энергетическом районе расположена основная генерация (ГРЭС-2, ТЭЦ-3 и ТЭЦ СХК) и сконцентрирована большая часть нагрузки Томской энергосистемы. Северный же энергетический район испытывает дефицит генерирующих мощностей в силу природных особенностей, большой заболоченности и удаленности потребителей друг от друга. Осуществление питания от централизованных источников не представляется возможным, поэтому северная часть ЭЭС Томской области представлена отдельными энергоостровами и объектами малой генерации – Газотурбинные электростанции (ГТЭС), дизельные электростанции (ДЭС).

Если стоимость электроэнергии для населения России в среднем стоит 2,9 руб. за кВт/ч, то себестоимость электричества, вырабатываемого ДЭС – находится в ценовом диапазоне от 20 до 120 руб. за кВт/ч. Вся разница между тарифом и себестоимостью для потребителей компенсируется за счет средств областного бюджета, что составляет порядка 230 миллионов рублей в год [3-4].

С целью снижения нагрузки на бюджет Томской области в непростые для экономики региона и страны в целом времена предлагается перейти к альтернативным, нетрадиционным способам получения электроэнергии в отдаленных районах Томской области, путем использования возобновляемой энергии ветра и солнца.

Село Новоникольское Александровского района не имеет связи с централизованными источниками энергии и получает электроэнергию от ДЭС, что значительно удорожает ее себестоимость. Энергетический потенциал возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Александровском районе Томской области позволяет сделать выводы относительно эффективности использования энергии ветра и солнца. Среднегодовая скорость ветра в исследуемом районе равна 4,1 м/с, что согласно большинству распространенным рекомендациям и руководствам является допустимым значением для строительства малых ВЭУ. Также потенциал солнечного излучения в исследуемом районе равен 900 – 1000 кВт·ч/м²год, что говорит о целесообразности фотоэлектрического преобразования в данном районе [5].

Учитывая энергетические характеристики ВИЭ в данном районе, предлагается спроектировать ветро-солнечную электростанцию, для повышения надежности работы которой необходима установка ДЭС, которая будет резервировать ветроэлектрическую установку (ВЭУ) и солнечную электростанцию (СЭС) в периоды отсутствия солнечного излучения и ветра.

Для определения структурной схемы и состава энергетического комплекса был разработан суточный график нагрузки (рис. 1) для села Новоникольское, как для автономного поселения. Исходя из графика, была выбрана структурная

схема и определено оборудование электростанции для автономного электроснабжения поселения.

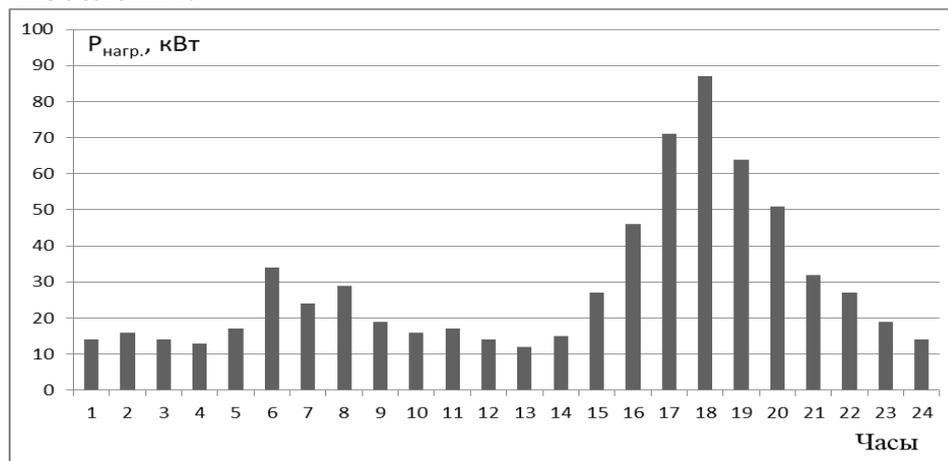


Рис. 1. График нагрузки

При малых и средних мощностях (до 100 кВт) энергетического комплекса, предлагается применить схему с подключением генерирующих установок к промежуточной шине постоянного тока, представленную на рисунке 2.

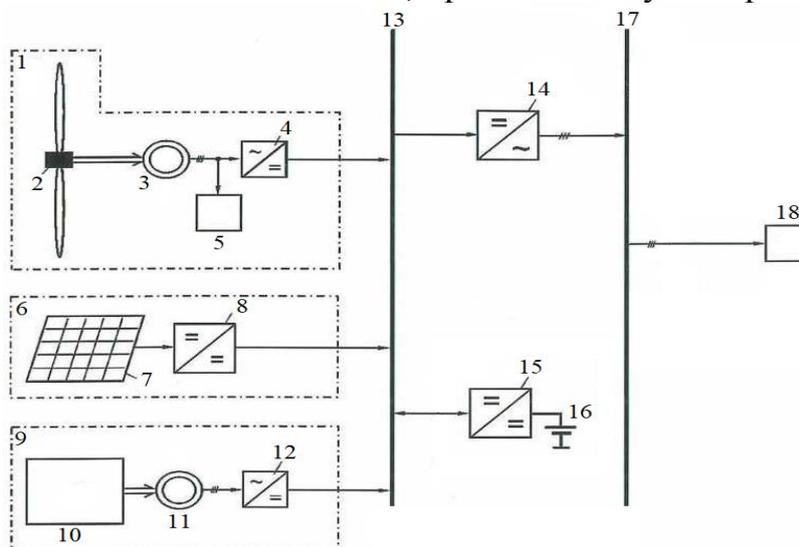


Рис. 2. Схема гибридной электростанции с подключением генерирующих установок к промежуточной шине постоянного тока

На рисунке 1, обозначены позиции: 1 - Ветроэнергетическая установка; 2 – ветротурбина; 3, 11 – синхронные электромашинные генераторы; 4, 12 – управляемые выпрямители; 5 – блок балластных нагрузок; 6 – фотоэлектрическая установка; 7- солнечная панель; 8 – конвертор напряжения; 9 – дизель генератор; 13 – шина постоянного тока; 14 – инвертор напряжения; 15 – двунаправленный импульсный преобразователь; 16 – блок аккумуляторных батарей; 17 – шина переменного тока 220/380 В, 50 Гц; 18 – потребители 220/380 В.

Несмотря на сложную структуру энергетического комплекса, данная схема имеет большие преимущества, питание потребителей от общего автономного инвертора обеспечивает высокое качество отпускаемой электрической энергии. Схемы преобразователей значительно упрощены, для подключения СЭС и накопителя энергии, возможно включение в состав системы (через управляемый выпрямитель) ВЭУ с переменной частотой вращения.

Так как КПД силовой электроники является достаточно высоким, то потери мощности, связанные с двойным преобразованием электроэнергии силовыми конверторами и инверторами являются незначительными.

Исходя из выбранной схемы, определим состав оборудования энергетического комплекса и его стоимость и представим в таблице 1 [6].

Табл. 1. Состав оборудования и его стоимость

Оборудование	Колич., шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Ветроустановка Condor Air WES 380/50-30 - 30 кВт	3	1 790 000	5 370 000
Солн. модуль «ED-240» 240 Вт	42	13 200	554 400
ДГУ «SDMO» J44K Серия «MONTANA» (32 кВт, 380В)	4	680 000	2 720 000
Инвертор Fronius IG Plus 100 V-3 – 100 кВт	1	182 000	182 000
Управляемый тиристорный выпрямитель ТВН-3-230-125	3	47 300	141 900
Управляемый тиристорный выпрямитель ТВН-3-460-125	4	47 300	189 200
Гелевые АКБ DELTA GX 12-200	60	16 950	1 017 000
Силовой модуль для DTLTA NHPLUS-серии 20 кВА	6	102 175	613 050
Шкаф Delta Для NH PLUS max 120 кВА	1	714 218	714 218
Итого			11 501 768

Полученная автономная энергосистема состоит из 42 солнечных панелей объединенных в СЭС, трех отдельных ветрогенераторов объединенных в ветропарк и четырех дизель-генераторов. Все генерирующее оборудование подключено к шине постоянного тока, которая в свою очередь соединена с аккумуляторной батареей (АКБ) и шиной переменного тока. С шины переменного тока электроэнергия поступает к потребителям.

Предложенное решение по проекту ветро-солнечной электростанции на примере с. Новоникольское представляет большой интерес, с учетом относительно недорогой суммарной ее стоимости и самокупаемости. В северной части Томской области ВИЭ имеют достаточный потенциал для строительства малых и средних станций, которые могут обеспечивать автономное электроснабжение небольших поселений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Повышение эффективности комбинированных автономных систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии\ автореф. дисс. на соискание уч. степени д.т.н. С.Г. Обухов, – Томск, 2013 – 41 с.

2. Паспорт программы развития электроэнергетики Томской области на 2012-2016 годы: Администрация Томской области распоряжение № 560-р от 16.06.2011. – 150 с.
3. Рейтинг стран Европы по стоимости электроэнергии для населения [Электронный ресурс] / URL: <http://riarating.ru/infografika/20160701/630029979.html>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения 12.09.2017
4. Бизнес-журнал Томская область: для малого и среднего бизнеса: [региональная версия] / ред. Д. Шиптенко. — Томск; М.: ООО "ИД Бизнес-журнал в Томске", 2013/05: - 34 с.
5. Кадастр возможностей / Под ред. Б.В. Лукутина. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 280 с.
6. Малая и альтернативная энергетика – Ветрогенератор 30 кВт [Электронный ресурс] / URL: <http://energy-ds.ru/catalog/generating/vetrogenerator/vetrogenerator-condor-air-20-60kvt/vetrogenerator-condor-air-380-30-kvt.html> , свободный. – Яз. рус. Дата обращения 12.09.2017.

Научный руководитель: И.А. Разживин, ассистент каф. ЭЭС ЭНИН ТПУ.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОННО-ГИСТЕРЕЗИСНОГО ГИРОДВИГАТЕЛЯ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ ANSYS MAXWELL

А.А. Брянцев

Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭКМ, группа 5АМ6Н

В настоящее время существуют программные комплексы позволяющие оптимизировать процессы расчета электромагнитных полей. ANSYS Maxwell – высокопроизводительное программное обеспечение для моделирования 2D и 3D электромагнитных полей, используемое для проектирования и исследования двумерных и трехмерных моделей двигателей, датчиков, трансформаторов и других электрических и электромеханических устройств различного применения. ANSYS Maxwell базируется на методе конечных элементов (Finite Element Method — FEM) и рассчитывает статические, гармонические электромагнитные и электрические поля, а также переходные процессы в полевых задачах [1].

В 2015 году ANSYS Maxwell расширил возможности моделирования векторного гистерезиса и гистерезисной модели потерь в стали. В предыдущих версиях Maxwell описывал только основную петлю гистерезиса. В последней версии стал описывать и частные петли гистерезиса [2].

Целью проведенных исследований является создание 2D модели синхронно-гистерезисного гидродвигателя в программной среде ANSYS Maxwell.

Маховик вместе с двигателем, приводящим его во вращение, называется гидродвигателем (ГД). Гидродвигатель является как по положению, так и по своему назначению центральным элементом гироскопического прибора Особен-