

– реализована возможность формирования в памяти счетчика готовых таблиц данных с помощью прилагаемого программного обеспечения для считывания одной простой командой запроса большого массива измеряемых величин;

– в счетчиках реализован и сертифицирован учет удельных потерь в линии.

Изучив материалы предприятий-изготовителей технические характеристики счетчиков, мы собрали и упорядочили информацию по трёхфазным счётчикам для её дальнейшего использования при курсовом и дипломном проектировании.

Эти материалы будут представлены на сайте кафедры «Электротехника и электроника» <http://electronics.bntu.edu.by/>.

УДК 621.311

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Пашкович Н.П.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент МОЖАР В.И.

Беларусь в малой степени располагает собственными топливно-энергетическими ресурсами (ТЭР). Лишь 15 % собственных ТЭР покрывают потребности страны, остальные 85 % импортируются – в основном из России. В последние годы наблюдается постоянный рост цен на топливо и импортируемую электроэнергию. Этот рост будет иметь место и далее до достижения мировых цен. В связи с этим для Беларуси чрезвычайно важно включать в топливно-энергетический баланс вторичные энергоресурсы и возобновляемые источники энергии, одним из которых является ветер.

Ветроэнергетика, как и любая отрасль хозяйствования, должна обладать тремя обязательными компонентами, обеспечивающими ее функционирование:

- ветроэнергетическими ресурсами;
- ветроэнергетическим оборудованием;
- развитой ветротехнической инфраструктурой.

Для ветроэнергетики Беларуси энергетический ресурс ветра практически неограничен. В стране имеется развитая централизованная электросеть и большое количество свободных площадей, не занятых субъектами хозяйственной деятельности. Поэтому размещение ветроэнергетических установок (ВЭУ) и ветроэлектрических станций (ВЭС) обуславливается только грамотным размещением ветроэнергетической техники на пригодных для этого площадях.

Возможности приобретения зарубежной ветротехники весьма ограничены вследствие отсутствия достаточного выбора именно того оборудования для ВЭУ и ВЭС, которое соответствует климатическим условиям Беларуси.

Отсутствие инфраструктуры по проектированию, внедрению и эксплуатации ветротехники и, соответственно, практического опыта и квалифицированных кадров можно преодолеть только в ходе активного сотрудничества с представителями развитой ветроэнергетической инфраструктуры зарубежья.

Ветроэнергетика является бурно развивающейся отраслью, Темпы увеличения суммарной мощности ВЭУ и ВЭС в мире имеют тенденцию к быстрому росту. Так в конце 2007 года общая установленная мощность всех ветрогенераторов составила 94,1 ГВт, увеличившись в 5 раз по сравнению с 2000 г.

На Европу приходится около 70 % мировых ветровых мощностей, наибольшая часть которых расположена в Германии, Испании и Дании. В зависимости от ветровых потоков ветроэнергетические мощности имеют следующее базирование:

- внутриконтинентальное (ВЭС размещаются внутри континента);
- прибрежное (ВЭС размещаются вблизи или вдоль морского берега);
- морское (ВЭС размещаются в открытом море неподалеку от побережья).

Существуют разные типы ВЭУ с различными техническими и энергетическими характеристиками. Но, несмотря на большую гамму ветротехники, предлагаемой на мировом рынке, особенности ветроых регионов Беларуси позволяют использовать далеко не всякое ветроэнергетическое оборудование. Поскольку характеристики ветра внутри континента отличаются от характеристик ветра прибрежных зон и вблизи побережья, характеристики соответствующих ВЭУ (начальная скорость вращения, скорость достижения номинальной мощности и др.) также разнятся. Так, хорошо зарекомендовавшие себя в эксплуатации ВЭУ внутриконтинентального базирования ряда немецких фирм начинают работу со скоростей ветра 3,0–4,0 м/с и достигают номинальной мощности при скоростях 10–13 м/с. Следовательно, освоение ветроэнергетики в Беларуси необходимо вести, ориентируясь на ВЭУ зарубежного производства внутриконтинентального базирования.

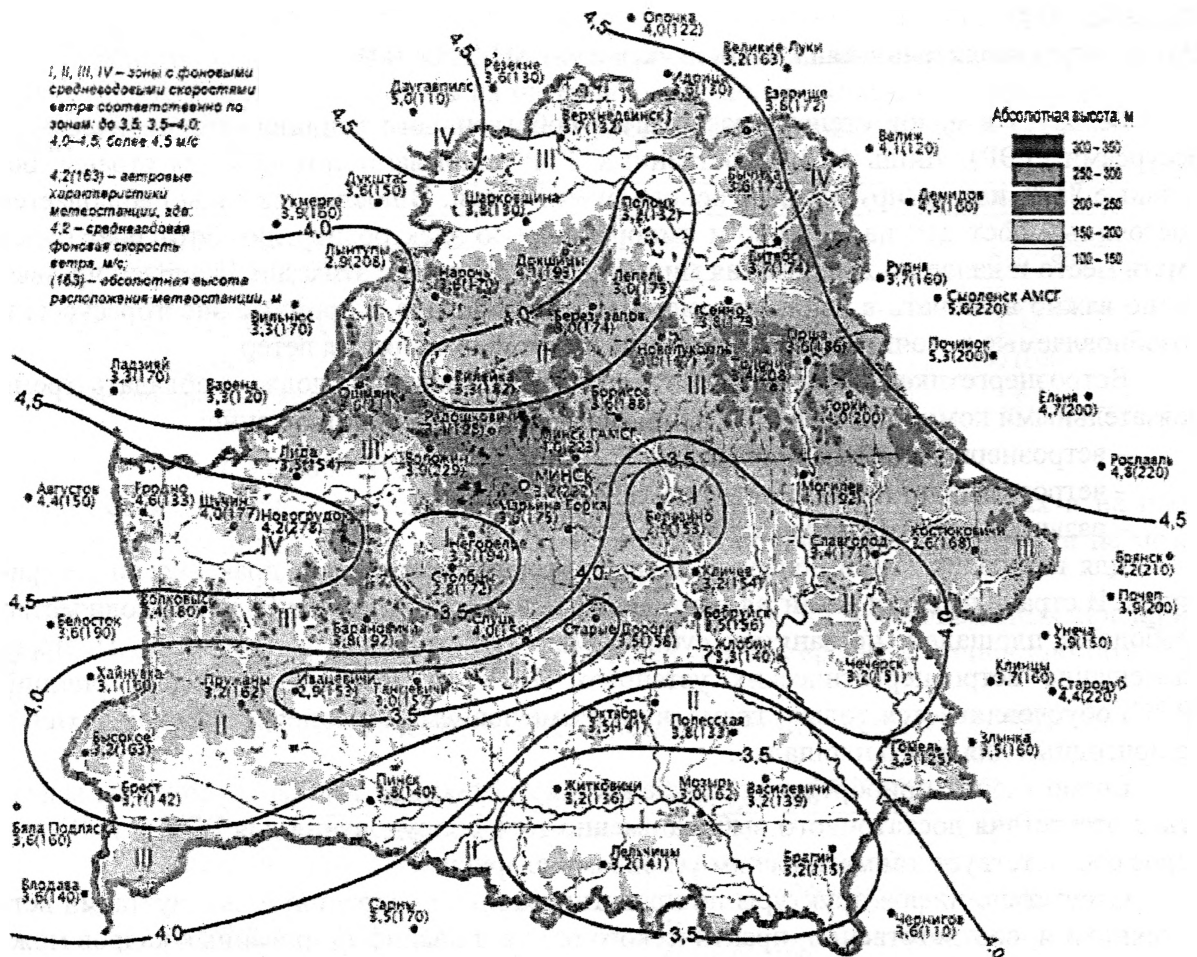


Рис. 1. Карта зонального распределения среднегодовых фоновых скоростей ветра в Беларуси

Для первоначального этапа развития ветроэнергетики Беларуси определены 1840 площадок для строительства как одиночных ВЭУ, так и ВЭС с потенциалом более 200 млрд. кВт·ч. Выявленные на территории Беларуси площадки под ветроэнергетику – это, в основном, гряды холмов высотой от 20 до 80 м с фоновой скоростью ветра 5 м/с и более, на которых можно возвести от 5 до 20 ВЭУ. Каждому внедрению должно предшествовать детальное обследование места строительства ВЭУ. Невыполнение ус-

ловий по результатам обследований приведет к значительным ошибкам в оценке выработки энергии. При выборе конкретных образцов ВЭУ необходимо дополнительно учитывать ряд факторов, связанных с величиной фактического ветроэнергетического ресурса в месте непосредственного размещения ВЭУ. К таким факторам относятся: абсолютная высота местности, высота возвышения площадок и их открытость, отдаленность предполагаемого места размещения ВЭУ от потребителя и особенно от линий электропередачи, в т. ч. от трансформаторных подстанций и т. п. Выборочные обследования зон опытной эксплуатации ветротехнического оборудования на территории Беларуси показали, что при оптимальном выборе строительной площадки для возведения ВЭУ (на возвышениях и открытой местности, на берегах водных массивов и т. п.) окупаемость ВЭУ при среднегодовой скорости ветра 6–8 м/с укладывается в срок около пяти лет. Наиболее эффективно обеспечивается использование современной зарубежной ветротехники на территориях зон со среднегодовыми фоновыми скоростями не ниже 4,5 м/с на холмистом рельефе. К таким регионам относятся: возвышенные районы большей части севера и северо-запада Беларуси, центральная зона Минской области, включая прилегающие с запада районы, Витебская возвышенность.

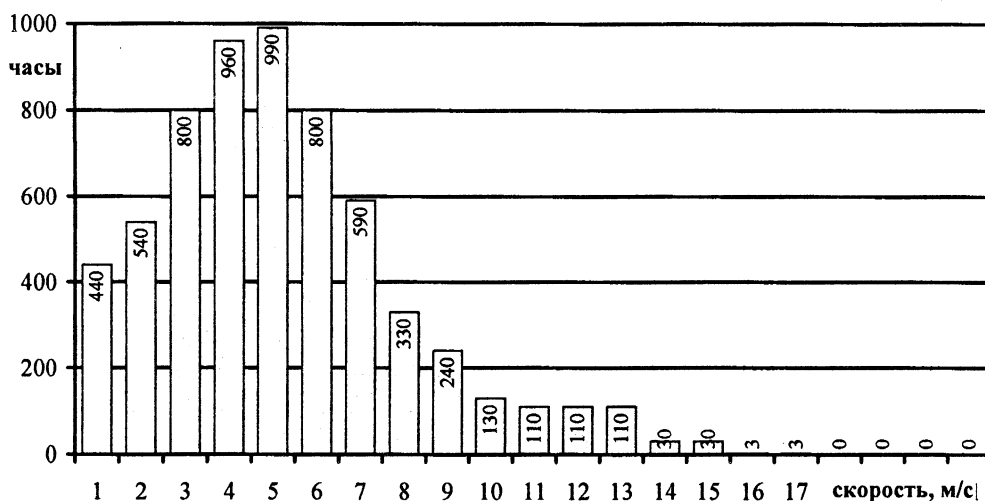


Рис. 2. Ветропотенциал северо-западной части Беларуси

Положительные результаты эксплуатации ветротехники континентального базирования в сходных с Беларусью климатических условиях Германии, Польши и стран Балтии позволяют рассчитывать на то, что в нашей стране вполне возможно обеспечить заметные объемы поставок в централизованные электросети энергии от ветроустановок и станций. Положительный опыт использования зарубежной ветротехники в Беларуси уже имеется. Пример – ветроустановки Nordex и Yakobs немецкого производства в пос. Дружный на берегу озера Нарочь.

Сроки окупаемости капитальных вложений в ветротехнику сопоставимы со сроками окупаемости малых гидроэлектростанций, парогазовых и газо-мазутных электростанций и значительно ниже данных сроков для угольных, атомных и дизельных электростанций. По завершении срока окупаемости затраты на эксплуатацию ВЭУ неизмеримо ниже аналогичных затрат для электростанций, работающих на жидком, газообразном, твердом и ядерном топливе, т. к. не нуждаются в поставках ископаемых источников энергии. Следует учитывать, что ветроэнергетическая отрасль за счет каждой ВЭУ начинает вырабатывать энергию немедленно после монтажа и при этом не требует гигантских единовременных капитальных вложений, также как и концентрированных вложений при заменах по завершении сроков эксплуатации каждой отдельной ВЭУ.

Ветроэнергетическая сфера, как все новое, требует немалых усилий и затрат для становления. И, конечно, деятельности одних только энтузиастов здесь явно недостаточно. Необходимы также адекватные и мудрые действия государственных органов управления. Основными препятствиями к развитию ветроэнергетики в Беларуси как путем внедрения зарубежной ветротехники континентального базирования, так и посредством организации производства собственных ВЭУ остаются проблемы финансирования работ по созданию ВЭУ и ВЭС, тарифной и налоговой политики, отсутствия льгот при закупке и эксплуатации ветроэнергетического оборудования, стандартизации и сертификации продукции.

Литература

1. Методические указания по обоснованию и разработке схемы размещения площадок под ветроэнергетические установки на территории Республики Беларусь. Т. 1: Отчет о НИР / НИПИ «Белэнергосетьпроект»; Рук. В.Г. Пекелис. – № 12488-02. – Минск: НИПИ «Белэнергосетьпроект», 1995.
2. Формирование информационного банка данных по ветроэнергетическому потенциалу в зонах предполагаемого внедрения ветроустановок: Отчет о НИР 06.4.1 ГНТП «Городское хозяйство» / НППГ «Ветромаш»; Рук. Г.П. Шадурский. – Минск: НППГ «Ветромаш», 1998.
3. Методика оценки ветроэнергетического потенциала в конкретных условиях местности на территории Республики Беларусь: Отчет о НИР 06.4.1 ГНТП «Городское хозяйство» / НППГ «Ветромаш». – Минск: НППГ «Ветромаш», 1998.
4. Лаврентьев Н.А., Жуков Д.Д. Белорусская ветроэнергетика – реалии и перспективы // Энергия и менеджмент. – 2002. – № 3. – С. 12–17
5. Лаврентьев Н.А., Жуков Д.Д. Белорусская ветроэнергетика – реалии и перспективы // Энергия и менеджмент. – 2002. – № 4. – С. 10–12.
6. Лаврентьев Н.А., Жуков Д.Д. Основные виды возобновляемой энергии. Потенциал Беларуси // Энергетика и ТЭК. – 2003. – № 7. – С. 8–12.

УДК 621.3

ЯВЛЕНИЕ СКИН-ЭФФЕКТА В ПРОВОДНИКАХ

Адамцевич В.А., Гуца Т.Г.

Научный руководитель – СЧАСТНАЯ Е.С.

Скин-эффект – частный случай эффекта близости, который основывается на генерации токов под действием переменного магнитного поля в проводниках.

На рисунке 1 пунктиром показаны вихревые токи в сердечнике катушки, которая включена в цепь переменного тока I ; указанное направление вихревых токов соответствует моменту увеличения магнитной индукции B , создаваемой в сердечнике током.

Глубина скин-слоя X определяется как расстояние ниже поверхности, где амплитуда синусоидального тока в проводнике уменьшается в e раз от значения на поверхности (e – основание натурального логарифма) с фазовой задержкой в один радиан.

Сейчас нас интересуют материалы, которые используются для тоководов, а это медь (Cu) и алюминий (Al). Их относительная магнитная проницаемость равна 1.

Глубина проникновения электромагнитного поля определяется по формуле:

$$\Delta = \sqrt{\frac{\rho}{\mu_0 \mu_f}} \text{, см,}$$

где ρ – удельное сопротивление, Ом/см;

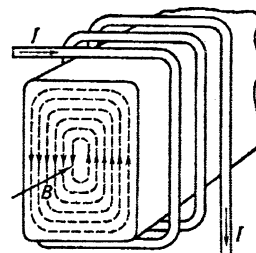


Рис. 1