

2. Сухоцкий А. Б., Данильчик Е. С. Исследование свободноконвективного теплообмена оребренной трубы и однородного пучка при различных углах наклона труб к горизонтальной плоскости // Труды БГТУ. Сер. 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2019. № 2 (222). С. 272–279.

3. Сидорик Г. С. Экспериментальный стенд для исследования тепловых и аэродинамических процессов смешанно-конвективного теплообмена круглоребристых труб и пучков // Труды БГТУ. Сер. 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2018. № 1. С. 85–93.

УДК 621.311.24

### **Роль ветроэнергетических установок при решении проблем энергетики Республики Беларусь**

**Липницкий Л.А.<sup>1</sup>, Бутько А.А.<sup>1</sup>, Климович С.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

Производство и потребление электроэнергии возрастают с каждым годом. В 2019 г. в республике было выработано 39,75 млрд. кВт·ч. При этом основная доля производства электроэнергии приходится на тепловые электростанции (98%), что связано с соответствующими выбросами в атмосферу продуктов сгорания. Одним из перспективных направлений в получении экологически чистой энергии является использование ветроэнергетических установок (ВЭУ).

На ветровые и солнечные установки в мировом производстве электроэнергии приходится в настоящее время около 6%. Однако по ряду оценок доля ветроустановок в общем выработке электроэнергии в мире составит в ближайшие тридцать лет до 35 %.



Рисунок 1. Первая промышленная ВЭУ в стране NORDEX 29/250 мощностью 250 кВт,



Рисунок 2. Одиночная ВЭУ Vensys мощностью 3,495 МВт, Лиозненский р-н, Витебской области

Годовой технический ветропотенциал республики оценивается в 300 млрд кВт·ч. Ветроустановки могут обеспечить преобразование в электроэнергию порядка 15 - 20 % годового объема энергии ветра.

Поэтому неудивительно, что ветроэнергетика является одним из самых динамично развивающихся направлений возобновляемой энергетики в Беларуси в последние 20 лет. Первая промышленная ВЭУ в стране – установка NORDEX 29/250 мощностью 250 кВт, введенная в эксплуатацию в 2000 году вблизи д. Занарочь, Мядельского района Минской области (рис. 1). В настоящее время крупнейший действующий ветропарк – 6 объединенных ВЭУ общей мощностью 9 МВт, введенных в эксплуатацию в 2016 г., вблизи д. Грабники, Новогрудского р-на, 6 ВЭУ каждая мощностью 1,5 МВт (рис. 4).

Несмотря на то, что доля ВЭУ в общем объеме производства электрической энергии сохраняется на незначительном уровне (0,41 % в РБ против 6 % в среднем в мире). В абсолютном выражении выработка электричества за счет использования энергии ветра в республике только за последние 5 лет выросла более чем в 18 раз (с 9 млн. кВт·ч в 2014 г. до 166 млн. кВт·ч в 2019 г.) (рис. 3).

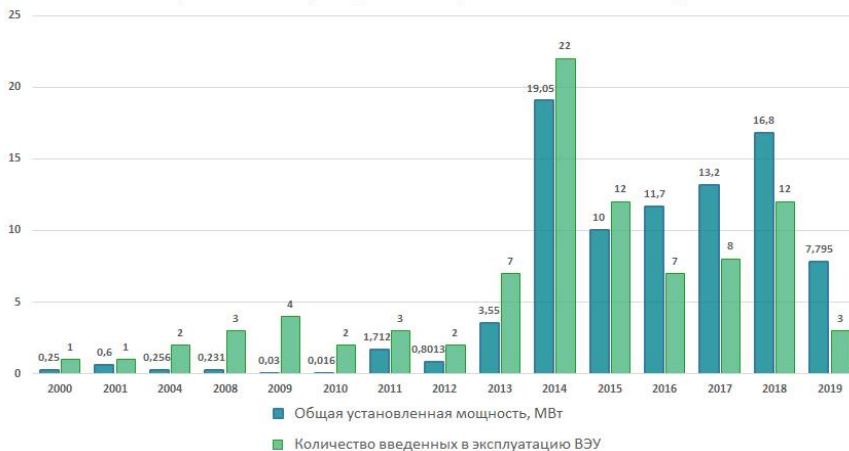


Рисунок 3. ВЭУ в Республике Беларусь в 2000-2019 гг.

В последнее время наблюдается некоторое снижение количества реализуемых проектов в секторе ветроэнергетики (на фоне значительного роста возводимых ВЭУ в 2014 – 2018 годах). В 2019 году в эксплуатацию введено 3 ВЭУ суммарной мощностью около 8 МВт. При этом следует отметить тенденцию существенного увеличения единичной мощности устанавливаемых ветроагрегатов, что соответствует мировым трендам ветроэнергетической отрасли. Так в 2019 году в Лиозненском районе Витебской области введена в эксплуатацию самая мощная из действующих в стране ВЭУ марки Vensys – 3,495 МВт. В декабре 2020 года завершён монтаж самого высокого ветряка Мстиславском районе Могилевской области г. ВЭУ мощностью 3,4 с высотой мачты в 142 м и размахом лопастей 136 м МВт.

Опубликованная статистика по Европе, ассоциацией WindEurope показывает, что коэффициент использования установленной мощности в материковой ветроэнергетике в среднем по Европе, составляет примерно 0,22, морской – 0,37. За прошедший год коэффициент использования установленной мощности по ВЭУ установленными Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь в Новогрудском районе составил 0,34, по ветропарку РУП «Гродноэнерго» – 0,31. На эти регионы республики – Могилевская и Гродненская области, приходится свыше 85 % установленных ВЭУ в стране (57 и 37 ВЭУ соответственно) (рис. 5).



Рисунок 4. Новогрудская ветроэлектрическая станция (парк) суммарной мощностью 9 МВт



Рисунок 5. Распределение ВЭУ порегионом республики

В рамках Государственной программы «Энергосбережение» на 2021 – 2025 годы» для субъектов хозяйствования производственной сферы республики поставлена задача введению в эксплуатацию ветроэнергетических установок (ВЭУ) суммарной мощностью – 29,8 МВт.

Промышленное развитие ветровой энергетики в республике имеет все условия для перспективного ее дальнейшего развития, что позволяет решать проблемы энергообеспечения малых населенных пунктов и отдельно расположенных объектов за счет привлечения инвестиций и средств предприятий. При этом существенное значение необходимо отвести ВЭУ небольшой мощности. По проведенным исследованиям на семью, проживающую в сельской местности, в сутки расходуется до 2 кВт·час электроэнергии, на фермерское хозяйство – до 10 кВт, а на небольшой поселок около 100-150 человек – 50 кВт·час.

Можно сделать вывод, что для поддержания жизнедеятельности небольших населенных пунктов и хозяйств целесообразно развитие малой ветроэнергетики в республике. Для монтажа данных ВЭУ достаточно небольшой площади. Подобные ветроустановки могут быть могут функционировать везде, где скорость ветра составляет от 4-5 м/с, а при использовании многолопастных установок от 3 м/с (рис. 6 и 7). Или аэродинамических турбин, например типа AeroGreen (РФ), за счет своей оригинальной конструкции, обеспечивающей увеличение коэффициента использования воздушного потока в два раза (рис. 8), и обеспечивают вращение ветроколеса уже при скорости ветра от 1,5 м/с.



Рисунок 6. Малая  
горизонтально осевая  
ВЭУ



Рисунок 7. Малая  
вертикально  
осевая многолопастная ВЭУ



Рисунок 8. ВЭУ  
AeroGreen 1 кВт

Другим положительным моментом при использовании местной ветроэнергетики является снижение потерь электроэнергии в электрических сетях. По предварительным оценкам снижение потерь в течение года может составить около 93 кВт·час на 1 кВт ВЭУ.

Ускоренное развитию альтернативной, в том числе ветровой, энергетики будет способствовать улучшению экономического развития регионов.

### Литература

1. О возобновляемых источниках энергии: Закон Респ. Беларусь от 27 дек. 2010 г. № 204-З; одобр. Советом респ. 10 дек. 2010.
2. Республиканская программа энергосбережения на 2021–2025 годы: утв. Постановлением Совета Министров Респ. Беларусь 14.01.2021 [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021. – URL: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 14.01.2021.
3. Коваленко, Э. П. Возобновляемые источники энергии и возможности их использования в Беларуси / Э. П. Коваленко. – Минск, 1995. – 137 с.
4. Департамент по Энергоэффективности [Электронный ресурс]. – URL: [http://energoeffekt.gov.by/news/news\\_2020/20201102\\_news2](http://energoeffekt.gov.by/news/news_2020/20201102_news2) – дата доступа: 20.03.2021
5. Портал: Neftegas.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://neftegaz.ru/news/Alternative-energy/494988-v-2020-g-v-belorussii-budet-postroen-krupneyshaya-v-strane-vetryanaya-elektrostantsiya/> – дата доступа: 20.03.2021

6. Портал: Проект международной технической помощи «Устранение барьеров для развития ветроэнергетики в Республике Беларусь» [Электронный ресурс]. –URL: <https://www.windpower.by/info/objekty-vetroenergetiki-belarusi/>– дата доступа: 20.03.2021

УДК 697.9

### **К вопросу работы систем вентиляции в больницах, в период распространением вирусной инфекции**

**Климович С.В.<sup>1</sup>, Янцевич И.В.<sup>1</sup>, Балабанова О.В.<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup> Белорусский национальный технический университет,

<sup>2</sup> УЗ «10-я городская больница»

Не вызывает сомнения что при наличии вирусной инфекции передаваемой воздушно-капельным путем, что вентиляция в зданиях является важнейшей составляющей в стратегии предупреждения её распространения. Особенно если это COVID-19. В связи с этим рядом международных, в том числе и европейских организаций были разработаны предложения по системам вентиляции и кондиционирования (СВК) зданий, которые обеспечивают снижение риска распространения инфекции, и предложено начать разработки новых критериев для оценки качества вентиляции зданий [1,2]. Однако это касались главным образом проектирования жилых и общественных зданий и лишь в малой степени – эксплуатации существующих зданий.

Тем более не касалось больничных зданий, предназначенных для лечения больных, в том числе и с COVID-19. Между тем даже при грамотно организованной системе вентиляции в больницах работающих с «обычными» больными и «красных зонах» с коронавирусомными больными, совершенно не исключен риск заражения вирусной инфекции. В том случае, если эти системы не будут должным образом эксплуатироваться технически грамотным и опытным персоналом.

Имеют место ряд нормативных документов, регламентирующих вопросы эксплуатации систем ВК, как Республики Беларусь так и Российской Федерации [3-9]. Однако в этих документах очень мало внимания уделяется эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования больниц. Раздел, касающийся этой большой проблемы – эксплуатации систем организации воздухообмена в больницах и палатах