

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

## ENVIRONMENTAL ASPECTS OF WIND POWER DEVELOPMENT

**Аннотация:** в данной работе приведена информация о нынешнем этапе развития ветроэнергетики в нашей стране. Рассмотрены основные способы утилизации различных частей ветрогенератора и используемого вместе с ним оборудования.

**Abstract:** this work provides information on the current stage of development of wind energy in our country. The article considers main methods of utilization of various parts of wind generator and equipment used together with it.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, ветроэнергетика, экология, переработка.

**Keywords:** renewable energy sources, wind energy, ecology, recycling.

В настоящее время все больше внимания уделяется экологической ситуации на планете. Антропогенное воздействие на природу с каждым годом увеличивается, что негативно сказывается на экосистеме Земли. Данные воздействия могут иметь катастрофические последствия. Например, изменение климата – очень важно регулировать степень воздействия человека на природу. Необходимы меры, ликвидирующие или минимизирующие негативное влияние человека на природу, такие как изменения в энергетической политике государств, так как на данный момент человечество не готово отказаться от полезных ископаемых, используемых для выработки энергии [1]. На данный момент считается перспективным развитие атомной энергетики и возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Остановимся на последних более подробно. В Российской Федерации уже действуют стратегические программы, направленные на поддержание развития нетрадиционной энергетики. Документом, подтверждающим это, является энергетическая стратегия России на период до 2035 г. [2].

Наиболее перспективными представителями возобновляемых источников энергии являются солнечная энергетика и ветроэнергетика. Однако объекты генерации, не выделяющие загрязняющих отходов при работе, нельзя назвать полностью «зелеными». Чтобы наиболее целостно оценить вред, наносимый энергоустановкой, стоит рассмотреть

полностью жизненный цикл оборудования. Рассмотрим негативное воздействие на экологию ВИЭ на примере ветроэнергетики.

Развитие ветроэнергетики в нашей стране идет активными темпами. Только за 2021 г. установленная мощность ветроэнергетического комплекса увеличилась на 1ГВт, а вырабатываемая мощность увеличилась в 2,4 раза по сравнению с 2020 годом [3]. Несмотря на то, что доля ветроэнергетики в единой энергетической системе (ЕЭС) страны мала, уже сейчас стоит задуматься об экологических последствиях, вызванных увеличением установленной мощности ветрогенераторов. Жизненный цикл оборудования можно поделить на три этапа. Первый – производство оборудования. Второй – его эксплуатация. Третий – утилизация. Основная часть эмиссии парниковых газов приходится на первый этап. Однако, на данный момент, это неотъемлемая часть производства, как и косвенный выброс углекислого газа во время обслуживания энергетической установки. Заострим внимание на последнем этапе.

На сегодняшний день вопрос наиболее экологически чистого и в тоже время экономически выгодного способа утилизации, отработавшего оборудования ветроэнергетической установки (ВЭУ) особенно актуален. К такому оборудованию можно отнести электронику: конвектор, инвертор, различные датчики. В них помимо цветных металлов также используются и опасные химические вещества, например, ртуть, свинец, полимерная изоляция. Сжигание такого оборудования приведет к выделению вредных газов, а также не рациональному использованию дорогих металлов. Наиболее приоритетным способом утилизации является переработка, так появляется возможность вторичного использования материалов.

Неотъемлемой частью энергосистемы с ветрогенераторами являются накопители энергии, необходимые из-за особенности ресурса, на котором работают ВЭУ. Наиболее часто в качестве накопителей энергии используются литий-ионные и кислотнo-щелочные аккумуляторы. Здесь также переработка является наиболее приемлемым способом утилизации. Но существует проблема утилизации литий-ионных аккумуляторов, поэтому наиболее распространенным способом утилизации для них является захоронение [4]. Однако можно рассмотреть замену или совместное использование аккумуляторных батарей (АКБ) с кинетическими накопителями энергии (КНЭ), которые также активно внедряются в энергосистемы, но пока не получили столь широкого распространения. Материалом для изготовления КНЭ служит металл, утилизация которого не вызывает трудностей, а по техническим характеристикам данный вид накопителей энергии не уступает АКБ. Единственным минусом на данный момент является высокая стоимость КНЭ. Как и для кинетических накопителей, основным материалом ветрогенератора является металл. Для

фундамента используется бетон, утилизация которого также не является проблемой. Однако трудности возникают с утилизацией лопастей ветрогенераторов. Очень высокие требования к данным элементам, вынуждают производителей делать данные конструкции максимально прочными и легкими. Материалом для лопастей служат композитное стекловолокно и алюминий. Переработка данной части ветрогенератора, требует больших затрат и высоких технологий, что делает это, на данный момент, не рациональным.

Основными способами утилизации является дробление с целью создания стройматериалов или захоронение. Последнее не несет опасности для почвы, но создание полигонов захоронения требует большого свободного пространства, что в дальнейшем может вылиться в экологическую проблему. Иногда лопасти используются вторично, но не по назначению: в качестве ограждения. Усложняет утилизацию тот факт, что далеко не все компании производители, предусматривают последующую утилизацию лопастей по истечении срока эксплуатации.

Анализ способов утилизации различных частей ветрогенератора и смежного оборудования, показывает, что наиболее экологичные способы утилизации требуют применения высоких технологий и вложения больших денежных средств, что не всегда является экономически выгодным. Однако это не все проблемы, связанные с экологичной выработкой электроэнергии ветрогенераторами. Например, опираясь на зарубежный опыт, можно предположить появление эстетико-экологических проблем, которые могут стать более острыми с увеличением количества установленных генераторов [5]. Уже на данном этапе развития ветроэнергетики стоит комплексно подходить к интеграции ВИЭ в ЕЭС. Также отметим, что анализ зарубежного опыта может предупредить возникновение некоторых проблем, с которыми столкнулись западные коллеги.

### **Список литературы**

1. Пахомова М. А., Храмцов А. Б. Опыт решения экологических проблем в России и за рубежом // Арктика: современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе : материалы Национальной научно-практической конференции. Тюмень, 2022. С. 240–244.
2. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года : проект. URL: <https://www.npkks.ru/fileadmin/f/documents/energ-strat-2035.pdf> (дата обращения: 12.05.2022).
3. Отчет о деятельности АРВЭ за 2021 год. URL: <https://ireda.ru/reports> (дата обращения: 12.05.2022).
4. Окулов Е. В., Ордина С. Н. Возможности по утилизации компонентов ветряной электростанции // Современные материалы, техника и технология : сборник научных статей

11-й Международной научно-практической конференции, Курск, 30 декабря 2021 г. Курск : Юго-Западный государственный университет, 2021. С. 315–318.

5. Дегтярев К. С. ВИЭ и побочные экологические эффекты // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. 2015. № 5 (161). С. 90–94.