

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Крюков Е.В.

ФГБОУ ВПО Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, Россия (603600, Н. Новгород, ГСП-41, ул. Минина, 24, НГТУ, каф. «ПБиЭ»)

Традиционные источники энергии являются основными загрязнителями окружающей среды и потребителями невозобновляемых природных ресурсов. Альтернативные источники энергии помогают решить проблему устойчивого развития человечества за счет использования возобновляемых ресурсов и снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха, воды и почвы. Для общей экологической оценки необходимо учитывать экологическое воздействие энергоустановок на ВИЭ (возобновляемых источников энергии) на окружающую среду на всех этапах: в процессе их производства, эксплуатации и утилизации. В данной работе рассматриваются энергетические установки, использующие ветровую и солнечную энергию, а также малые гидроэлектростанции. Приведены результаты исследования экологической оценки выбросов вредных веществ в атмосферный воздух при сжигании топлива для получения электроэнергии на процесс производства энергоустановок на ВИЭ. Установлено, что в процессе производства всех возобновляемых энергетических установок происходит загрязнение окружающей среды. Минимальный уровень загрязнения происходит для мини-ГЭС, а самым не экологичным – солнечные энергоустановки.

Ключевые слова: энергетика, удельный расход электроэнергии, возобновляемые источники энергии, ветровая энергия, солнечная энергия, мини-ГЭС, атмосферный воздух, вода, почва, вредные вещества.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE PRODUCTION OF RENEWABLE ENERGY

Sosnina E.N., Masleeva O.V., Pachurin G.V., Kryukov E.V.

FGBOU VPO Novgorod State Technical University im. R. E. Alekseyev, Nizhny Novgorod, Russia (603600, Nizhny Novgorod, GSP-41, str. Minin, 24, NSTU Univ. "PBiE")

Traditional sources of energy are the main polluters and consumers of non-renewable natural resources. Alternative sources of energy can help solve the problem of sustainable human development through the use of renewable resources and reduce pollution of air, water and soil. For general environmental assessment must take into account the environmental impact of power plants on the RES (renewable energy sources) on the environment at all stages in the process of their production, use and disposal. In this paper, power plants using wind and solar energy, and small hydropower. The research results of the environmental assessment of emissions of harmful substances into the air from burning fuel for electricity production process power plants RES. It is established that during the production of renewable energy systems pollute the environment. The minimum level of contamination occurs for mini-hydro, and thus not environmentally friendly – solar power.

Keywords: energy, specific energy consumption, renewable energy, wind energy, solar energy, mini-hydro, air, water, soil, hazardous substances.

Введение

Согласно Федеральному закону № 261 одним из основных мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности, является использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Реализация «низкоуглеродных» сценариев развития экономики прописана в «Энергетической стратегии-2030» – постепенный отказ от традиционных путей развития энергетики, реализация широкомасштабных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и развитие возобновляемых источников энергии.

Традиционные источники энергии являются основными загрязнителями окружающей среды и потребителями невозобновляемых природных ресурсов. Альтернативные источники энергии помогают решить проблему устойчивого развития человечества за счет использования возобновляемых ресурсов и снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха, воды и почвы.

Географически и климатически так сложилось, что основной потенциал использования возобновляемых источников энергии в России связан с гидроэнергетикой, биоэнергетикой, ветровой и геотермальной энергетикой, в меньшей степени – солнечной.

В данной работе рассматриваются энергетические установки, использующие ветровую и солнечную энергию, а также малые гидроэлектростанции.

Экологическая оценка производства возобновляемых источников энергии

Ветроэнергетическая установка (ВЭУ) – устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим ее преобразованием в электрическую энергию. ВЭУ состоят из ветровой турбины и электрогенератора.

Солнечная энергоустановка (СЭУ) – устройство для прямого преобразования световой энергии в электрическую элементами из монокристаллического или поликристаллического кремния. Конструктивно СЭУ состоит из отдельных однотипных солнечных батарей (модулей).

Электрическая схема СЭУ и ВЭУ включает энергоустановку, аккумулятор и инвертор.

Малая гидроэлектростанция или мини-ГЭС – гидроэлектростанция, вырабатывающая сравнительно малое количество электроэнергии и использующая энергию свободного течения рек. Конструкция мини-ГЭС базируется на гидроагрегате, который включает в себя энергоблок, водозаборное устройство и элементы управления.

В процессе эксплуатации возобновляемых источников энергии не происходит загрязнения атмосферного воздуха, гидросферы и литосферы.

Однако для строительства станции необходимо изъятие земель из окружающей среды. А эти площади земли были заняты естественными экологическими системами, которые включают определенные виды животных и растений. Строительство станции может изменить ареал обитания, что может привести к изменению состава экологической системы. Основными направлениями отрицательного воздействия на окружающую среду для ветровой энергетики являются шум и электромагнитные помехи [11]. Строительство мини-ГЭС осуществляется без затопления земель и без перекрытия полного створа реки, что позволяет уменьшить нагрузку на экосистемы рек.

Однако для общей экологической оценки необходимо учитывать экологическое воздействие энергоустановок на ВИЭ на окружающую среду в процессе их производства. Основные материалы, используемые для производства данных энергоустановок – это сталь, пластмасса, стекло, алюминий, кремний, а также свинец и серная кислота для аккумуляторных батарей.

Для получения высококачественных сталей применяют электрические дуговые печи. При плавке различают пять периодов: завалка шихты, расплавление, кипение металла, раскисление и доводка. Введение в сталь легирующих элементов для получения нужного химического состава производится во время обработки ее шлаком. Когда сталь приобретает заданный состав, ее выпускают из печи в ковш [13].

Производство синтетических пластмасс основано на реакциях полимеризации, поликонденсации или полиприсоединения низкомолекулярных исходных веществ, выделяемых из угля, нефти или природного газа. При этом образуются высокомолекулярные связи с большим числом исходных молекул [6].

Основным сырьем для производства алюминия служат бокситы. Бокситы содержат 40–60 % глинозема (Al_2O_3), а также кремнезем, оксид железа и диоксид титана. Чтобы выделить из них чистый глинозем, руду нагревают в автоклаве с едким натром, затем охлаждают и отделяют от жидкости твердый осадок. После этого из полученного раствора осаждают гидроокись алюминия и прокаливают ее, чтобы получить чистый глинозем. Заключительный этап – восстановление алюминия электролизом. Производство алюминия является исключительно энергоемким [10].

Кремний технической чистоты в промышленности получают, восстанавливая расплав SiO_2 коксом при температуре около 1800 °С в руднотермических печах шахтного типа. Чистота полученного таким образом кремния может достигать 99,9 % [2].

Стекло является продуктом плавления кварцевого песка, синтетической соды и доломита. В плавильной печи смесь плавится при температуре 1500–1600 °С. Расплавившееся стекло выливается в ванну с плавленным оловом. Жидкое стекло, как более легкое, плавают на поверхности олова, растекается по нему, выравнивается под влиянием собственной тяжести и становится плоской поверхностью [9].

Основным сырьем для производства свинца являются сульфидные полиметаллические руды. Около 90 % свинца получают по технологии, включающей стадии: агломерирующий обжиг сульфидных концентратов, шахтная восстановительная плавка агломерата и рафинирование черного свинца. Очистку черного свинца производят пиromеталлургически или электролитически. В результате содержание примесей падает менее чем до 0,2 % [3].

Сырьём для получения серной кислоты служат элементарная сера, сульфиды и сульфаты металлов, сероводород, отходящие газы теплоэлектростанций, использующих неочищенную нефть и др. Основные стадии получения серной кислоты включают: сжигание или обжиг сырья в кислороде с получением SO_2 , очистка от примесей газа, окисление SO_2 в SO_3 , абсорбция SO_3 водой [8].

В данной работе приведены результаты исследования по оценке расхода электрической энергии в процессе производства энергоустановок на возобновляемых источниках энергии. В работе оценивались следующие марки энергоустановок ВИЭ мощность 30 кВт: ветрогенератор «Муссон» [1], мини-ГЭС ИНСЭТ Пр 30 [7], солнечный модуль Saana 250 LM3 MBW [4]. Технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики энергоустановок ВИЭ и аккумуляторов

Вид ВИЭ	Марка	Характеристики	Полная масса, кг
Ветровая	«Муссон»	Мощность 30 кВт	3180
Мини-ГЭС	ИНСЭТ Пр 30	Мощность 30 кВт	2000
Солнечная (120 модулей)	Saana 250 LM3 MBW	Мощность 0,25 кВт	21,1
Аккумуляторы (13 штук)	Volta ST-200	Емкость 200 А·ч Напряжение 12 В	60

Удельный расход электроэнергии (УРЭ) – показатель, определяемый как отношение общего количества израсходованной электрической энергии (кВт·ч) к количеству произведенной годной продукции данного вида [5]. Ветровые энергоустановки состоят: ветрогенератор и опора из стали, лопасти – из пластика, мини- ГЭС – из стали, солнечные – модуль из кремния, аккумулятор – свинец и серная кислота. Масса кабелей и устройств управления приблизительно одинаковые во всех случаях, поэтому в расчетах не учитывались. В таблице 2 приведены массы установок и аккумуляторов, удельный расход электроэнергии при производстве материалов и общий расход электрической энергии на производство энергоустановок на ВИЭ.

Таблица 2. Расход электрической энергии на производство энергоустановок на ВИЭ

Тип энергоустановки	Масса, т	Удельный расход электроэнергии[2], кВт·ч/т	Расход электроэнергии, кВт·ч
Ветровая: - сталь	3,08	690	2125,2

- пластмасса	0,1	2800	280
- свинец (аккумулятор)	0,507	500	253,5
- кислота (аккумулятор)	0,234	80	18,72
- пластмасса (аккумулятор)	0,039	2800	109,2
- итого	-	-	2786,62
Мини-ГЭС:			
-сталь	2,0	690	1380
Солнечная:			
- стекло	1,92	200	384
- кремний	0,336	12050	4048,8
- алюминий	0,276	18000	4968
- свинец (аккумулятор)	0,507	500	253,5
- кислота (аккумулятор)	0,234	80	18,72
- пластмасса (аккумулятор)	0,039	2800	109,2
- итого	-	-	9782,22

Для экологической оценки расхода электроэнергии на процесс производства энергоустановок на ВИЭ были проведены расчеты выбросов вредных веществ в атмосферный воздух при сжигании топлива.

Структура производства электроэнергии по видам электростанций в 2011 г. включает в себя: тепловые – 68 %, гидроэлектростанции – 16 %, атомные – 16 %. Основным источником производства теплоэлектроэнергии остаются тепловые станции, сжигающие органическое топливо. Структура топливопотребления на тепловых станциях составляет: газ – 55 %, уголь – 34 %, мазут – 5 %. В процессе сжигания топлива (уголь, мазут, газ) образуются CO, CO₂, SO₂, NO_x, CH₄, пыль. Удельные выбросы вредных веществ при производстве 1 кВт·ч электрической энергии представлены в таблице 3. Выбросы вредных веществ при производстве электрической энергии для различных видов ВИЭ приведены на рис.1.

Таблица 3. Удельные выбросы вредных веществ при производстве электрической энергии

Вредные вещества	Удельные выбросы, г/кВт·ч
Твердые частицы	1,54
Диоксид серы SO ₂	2,26
NO ₂	1,06
NO	0,17
CO	0,85

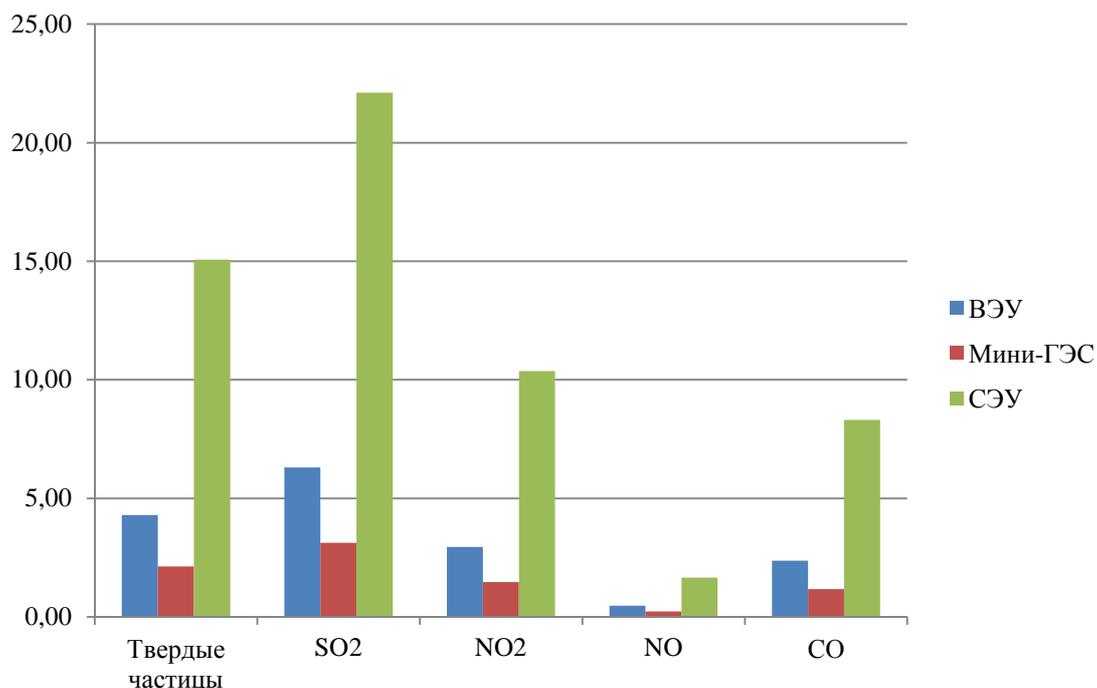


Рисунок 1. Выбросы вредных веществ при производстве энергоустановок на ВИЭ, кг

Выводы

Результаты исследования показали, что:

- 1 – в процессе производства всех возобновляемых энергетических установок происходит загрязнение окружающей среды;
- 2 – минимальный уровень загрязнения происходит для мини-ГЭС;
- 3 – максимальный уровень загрязнения происходит для солнечных энергоустановок.

Список литературы

1. Ветрогенератор Муссон 30 кВт – БризХВетрогенераторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.breezex.ru/?issue_id=3&id=10(дата обращения: 11.12.2013).
2. Кремний для солнечных батарей: технология очистки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.74rif.ru/Polikremny.html>(дата обращения: 11.12.2013).
3. Мировые запасы и ресурсы никеля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.libmetal.ru/svinec>(дата обращения: 11.12.2013).
4. Монокристаллические модули Saana 245-260 LM3 MBW[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.multiwood.ru/pv/S245-260LM3MBW/>(дата обращения: 11.12.2013).
5. Папков Б.В. Краткий словарь современной электроэнергетики: учеб.пособие / Б.В. Папков; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2013. – 395 с.
6. Полимерпортал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.polimerportal.ru/>(дата обращения: 11.12.2013).

7. Пр-30 – инстэт[Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.inset.ru/r_offers/Pr-30.htm(дата обращения: 11.12.2013).
8. Производство серной кислоты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/>(дата обращения: 10.12.2013).
9. Процесс изготовления стекла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.petro-okna.ru/protsiess-izghotovlieniia-stiekla>(дата обращения: 11.12.2013).
10. Сайт про алюминий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aluminiumleader.com/>(дата обращения: 11.12.2013).
11. Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Пачурин Г.В. Акустическое воздействие ветроэнергетических установок на окружающую среду / Е.Н. Соснина, О.В. Маслеева, Г.В. Пачурин // Экология и промышленность России. – 2013. – № 9. – С.8-11.
12. Справочник по проектированию электрических сетей /под ред. Д. Л. Файбисовича. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЭНАС, 2012. – 376 с.
13. Технология металлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.conatem.ru/tehnologiya_metallov/(дата обращения: 11.12.2013).

Рецензенты:

Михаленко М.Г., д.т.н., профессор, директор ИФХТиМ, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ), г. Нижний Новгород.

Кузьмин Н.А., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Автомобильный транспорт», Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ), г. Нижний Новгород.