УДК 502.3:621.311.23

КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА МАЛОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ И ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Маслеева О.В., Пачурин Г.В.

ФГБОУ ВПО Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, Россия, email: PachurinGV@mail.ru, http://www.famous-scientists.ru/1238

Важнейшим фактором, стимулирующим развитие распределенной энергетики в России является повышение энергоэффективности энергетики за счет увеличения доли местных и альтернативных источников энергетических ресурсов. К объектам малой распределенной энергетики относятся мини-ТЭЦ, максимально приближенных к потребителю. Поэтому они имеют минимальные потери энергии в процессе передачи и высокий *КПД, который составляет у лучших современных малых электростанций более 80%.* В работе приведены результаты экологической оценки жизненного цикла мини-ТЭЦ, работающих с газопоршневыми, газотурбинными и дизельными двигателями, использующих в виде топлива природный газ, дизельное топливо и биотопливо, получаемое из навоза. Рассматрены солнечные, ветровые электростанции и мини-ГЭС. Предложен алгоритм комплексного анализа всех стадий жизненного цикла, который позволяет дать суммарную интегрированную оценку жизненного цикла для каждого вида малой распределенной и возобновляемой энергетики и проводить сравнение различных вариантов при выборе источника энергии с экологической и ресурсосберегающей точек зрения.

Ключевые слова: малая распределительная энергетика, мини ТЭЦ, возобновляемая энергетика, потери энергии, экологическая оценка жизненного цикла, выбор источника энергии

INTEGRATED ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE LIFE CYCLE SMALL DISTRIBUTED AND RENEWABLE ENERGY

Masleeva O.V., Pachurin G.V.

FGBOU VPO Nizhny Novgorod State Technical University R.E. Alekseev Nizhny, Novgorod, Russia, email: PachurinGV@mail.ru, http://www.famous-scientists.ru/1238

The most important factor stimulating the development of distributed power generation in Russia is to increase energy efficiency by increasing the proportion of local and alternative energy resources. The objects are small distributed energy CHP, as close as possible to the consumer. Therefore, they have minimal power loss during transmission and high efficiency, which is in the best modern small power more than 80%. The results of the environmental life cycle assessment of mini - CHP with gas piston, gas turbine and diesel engines using fuel as natural gas, diesel fuel and biofuels derived from animal manure. Consider solar, wind farms and mini-hydro. An algorithm comprehensive analysis of all stages of the life cycle, which allows us to give an integrated assessment of the total life cycle for each type of small distributed and renewable energy, and to compare different options when choosing an energy source from an environmental and resource point of view.

Keywords: low energy distribution, mini-cogeneration, renewable energy, energy loss, environmental life cycle assessment, choice of energy source

Введение

Важнейшим фактором, стимулирующим развитие распределенной энергетики в России является повышение энергоэффективности энергетики за счет увеличения доли местных и альтернативных источников энергетических ресурсов (биотоплива и других возобновляемых источников энергии). В 2011 года Правительственная комиссия по высоким технологиям и инновациям утвердила перечень технологических платформ, к которым относятся «Экологически чистая тепловая энергетика высокой эффективности», «Перспективные технологии возобновляемой энергетики» и «Малая распределенная энергетика» [3].

В настоящее время общая мощность малой электроэнергетики в России составляет порядка 8% всей установленной мощности, а годовая выработка электроэнергии на этих электростанциях достигает 5% от общей выработки электроэнергии в стране. Как правило, такие установки используют дизельные или бензиновые двигатели. Наибольшее распространение они получили в районах Крайнего Севера, Дальнего Востока, Сибири.

К объектам малой распределенной энергетики относятся мини-ТЭЦ, максимально приближенных к потребителю. Поэтому они имеют минимальные потери энергии в процессе передачи и высокий *КПД, который составляет у лучших современных малых электростанций более 80%.* К источникам возобновляемой энергии относятся солнечные, ветровые, приливные, геотермальные электростанции и мини-ГЭС.

Предмет и методика исследования

В данной работе приведены результаты комплексной экологической оценки жиз-

ненного цикла мини-ТЭЦ, работающих с газопоршневыми, газотурбинными и дизельными двигателями, использующих в виде топлива природный газ, дизельное топливо и биотопливо, получаемое из навоза. Также в работе рассматривались солнечные, ветровые электростанции и мини-ГЭС.

Для экологической оценки возможно применение различных методов.

Известна [4] оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), которая используется при разработке технико-экономических обоснований и проектов строительства объектов различного назначения. Разработанные руководства позволяют провести ОВОС для конкретного производственного объекта в заданной местности.

Стандарты СТО НОСТРОЙ устанавливают оценку устойчивости среды обитания людей при строительстве, эксплуатации и утилизации жилых общественных зданий и безопасность жизнедеятельности [5]. Определение рекомендуемых показателей критериев базовых категорий производится с учетом функционального назначения объектов недвижимости и региональных особенностей их эксплуатации.

Картографический метод основан на результатах проведенного контроля экологической обстановки исследуемой территории [6]. Экологическое картографирование обобщает экологическую информацию с территориальной привязкой и представляет в наиболее удобной для анализа и сравнения форме. Данный метод возможно применять для действующих объектов, загрязняющих окружающую среду и может быть применен для оценки фактической региональной экологической обстановки в районе строительства энергетического объекта.

Метод оценки жизненного цикла (ОЖЦ)

При оценке жизненного цикла рассматриваются не только этапы производства продукции, но и стадии добычи природных ресурсов, изготовления, транспортировки, эксплуатации и утилизации [2]. Метод основан на оценке входных и выходных материальных потоков единичных процессов, а также возможных воздействий на окружающую среду на всем протяжении жизненного цикла продукции. Уровень подробности моделирования, который необходим для обеспечения цели исследования, определяет границу единичного процесса. ОЖЦ является итеративным методом, так как отдельные этапы ОЖЦ используют результаты других этапов. ОЖЦ использует относительный (сравнительный) подход, основанный на функциональной единице.

Для ОЦЖ хорошо прослеживается путь движения природных ресурсов (материальный поток), расход электроэнергии на процесс производства (энергетический поток), выбросы в окружающую среду, но только для всех единичных процессов (материальный поток). Затруднена оценка для физического загрязнения и изменений в социально-экономических условиях.

Метод ОЖЦ представляет собой достаточно сложную процедуру, состоящую из множества этапов, выполнение которых связано с различного рода допущениями и ограничениями. С другой стороны, преимуществами ОЖЦ являются системный подход, использование научно обоснованных, признанных на международном уровне универсальных показателей воздействия продукции на окружающую среду.

Жизненным циклом называется последовательность этапов производства продукта, начиная от добычи природных ресурсов, процесса производства, эксплуатации и утилизации, которые взаимосвязаны между собой. Оценка жизненного цикла заключается в сборе информации и оценки входных и выходных потоков, а также возможных воздействий на окружающую среду на протяжении жизненного цикла.

Потоки, которые будут включены в анализ:

- массовые (расход природных ресурсов, материалов);
- энергетические (расход электроэнергии жизненным циклом);
- экологические.

Критерием для включения входных и выходных потоков является масса, поскольку в анализ включаются входные потоки, доля которых в массе общего входного потока больше 95 %.

ОЖЦ моделирует жизненный цикл продукта в виде его продукционной системы. Продукционная система представляет собой совокупность единичных процессов. Единичные процессы соединяются между собой потоками полуфабрикатов и элементарными потоками с окружающей средой. Продукционная система для объектов малой энергетики приведена на рис. 1. Исходя из экологической задачи исследования ОЖЦ, было произведено разделение на элементы с учетом того, что каждый элемент может быть однозначно определен и можно проводить оценку качества по каждому элементу. Разделение продукционной системы на компоненты, состоящие из единичных процессов, обеспечивает идентификацию входных и выходных потоков продукционной системы. Компоненты схемы связа-

ны между собой транспортными потоками (трубопроводы, железнодорожный и автомобильный транспорт). Однако, компоненты схемы, обозначающие транспортировку, на схеме не показаны, чтобы не загромождать схему.

Для оценки экологической эффективности необходимо учитывать:

- качество воздуха, воды, почвы в регионе,
- отходы (количество образовавшихся отходов в год и их использование),
- выбросы в атмосферу (количество выбросов и сбросов в год; количество выбросов загрязнителей, потенциально влияющих на уменьшение озонового слоя; количество выбросов загрязнителей, потенциально влияющих на изменение климата),
- сбросы в воду (годовое количество сбрасываемых веществ)
- уровень шума, вибрации, излучений, объем сбрасываемого тепла,
- площадь электростанции ($м^2$/кВт) и изменение ландшафта.

Для экологической оценки было принято, что все расчеты для единичных процессов жизненного цикла будут вестись в удельных единицах: кг используемых материалов на тонну продукции, кВт час на тонну продукции. А интегрированная экологическая оценка всего жизненного цикла – на кВт мощности энергетического источника.

Единичные процессы для производства мини-ГЭС, из которых состоит продукционная система, представлены на рис. 2 - добыча железной руды, 3 - производства стали, 4 - производства мини-ГЭС, 5 – эксплуатация мини-ГЭС, 6 – утилизация мини-ГЭС.

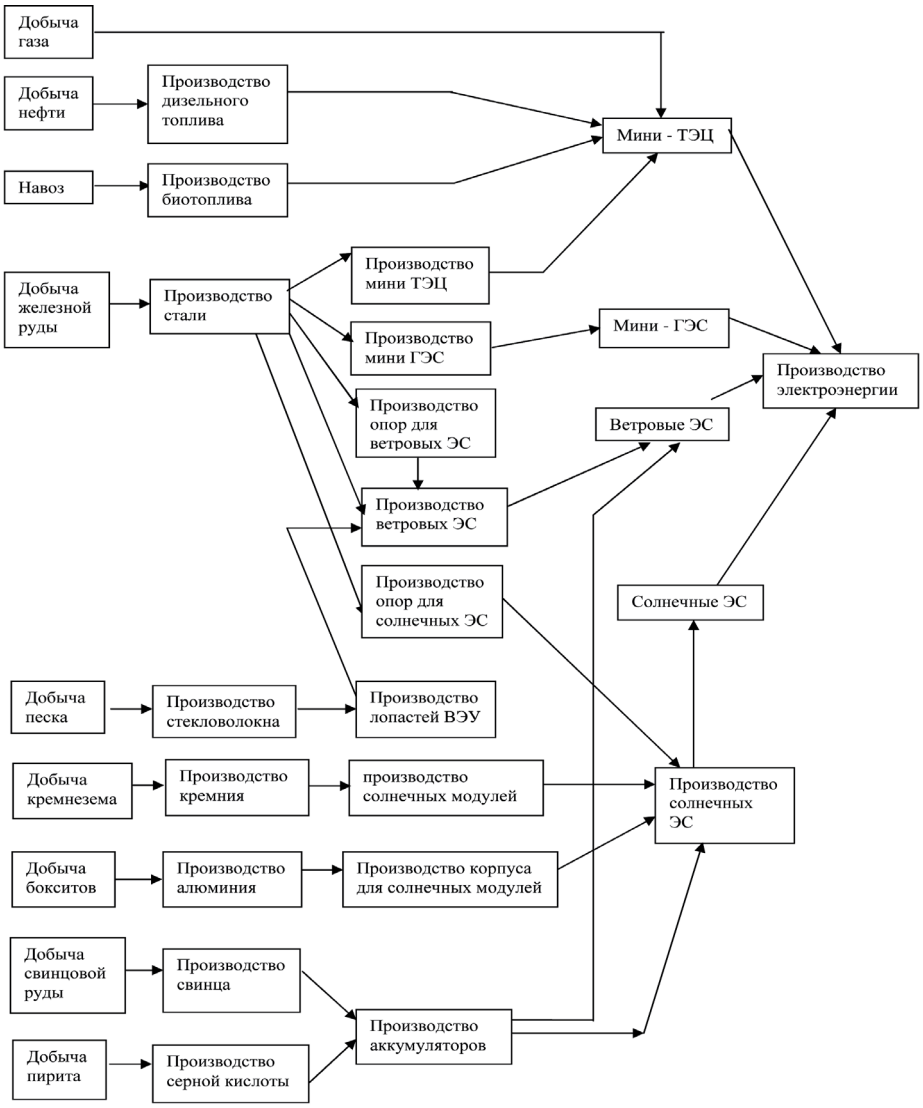

Рис. 1. Общая схема жизненного цикла малой распределенной и возобновляемой энергетики

Рис. 2. Единичный процесс «добыча железной руды» в рамках продукционной системы

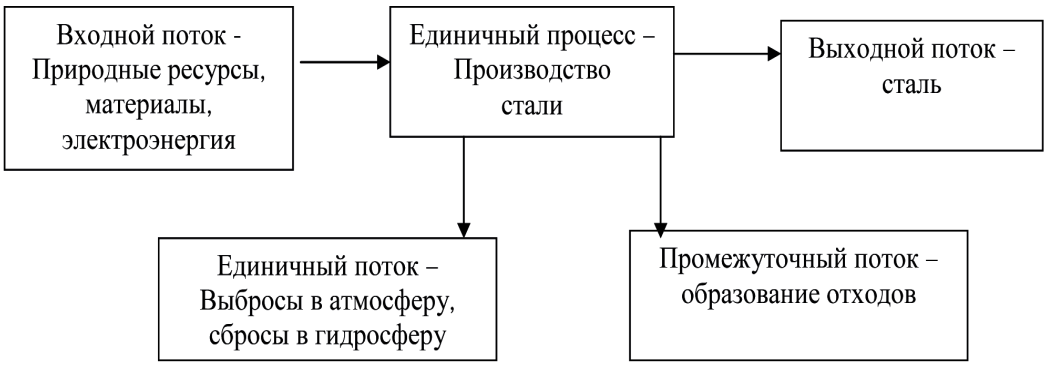

Рис. 3. Единичный процесс «производства стали» в рамках продукционной системы

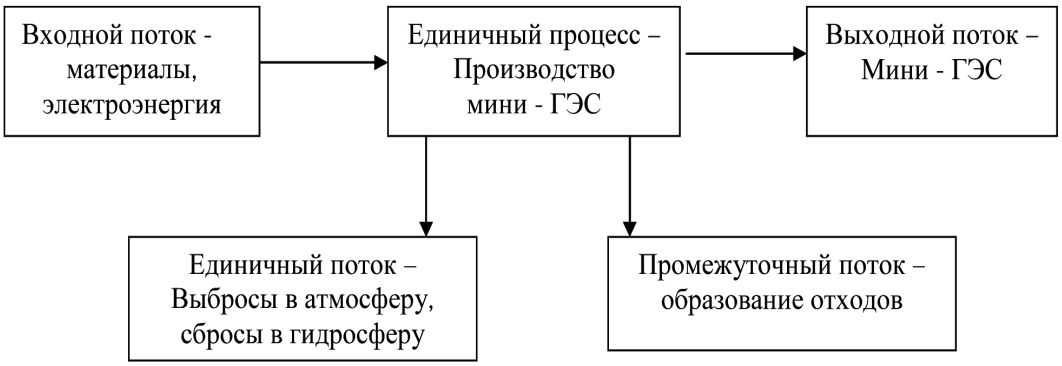

Рис. 4. Единичный процесс «производства мини-ГЭС» в рамках продукционной системы

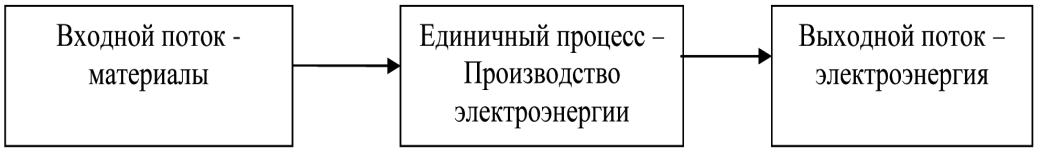

Рис. 5. Единичный процесс «эксплуатация мини-ГЭС» в рамках продукционной системы

Результаты исследования и их анализ

Разберем более подробно процесс «утилизация мини-ГЭС». Считаем, что процесс утилизации заключается в переплавке стали, из которой состоит энергоустановка. В электродуговых печах образующаяся пыль состоит из соединений кремния, железа, марганца, алюминия, магния, хлора, хрома и фосфора.

Газ, выделяющийся из печи, имеет химический состав до 68% CO, до 30% CO_2, до 21% O_2, 30-79% N_2 и другие газы [7]. В сталеплавильном производстве сточные воды образуются при очистке газов печей, охлаждении и обмывке котлов-утилизаторов [1]. Сточные воды загрязнены взвешенными частицами. Твердые отходы образуются практически на всех стадиях металлургического производства. Основными источниками являются образующиеся шлаки, шламы и лом. Более подробно единичный процесс «утилизация мини-ГЭС» представлен на рис. 6.

Рис. 6. Единичный процесс «утилизация мини-ГЭС» в рамках продукционной системы

Обязательными элементами ОВЖЦ являются: выбор категорий воздействий, показателей категорий и характеристических моделей; идентификацию категорий воздействий, характеристических моделей, конечных точек категорий и связанных с ними результатов ИАЖЦ, к которым адресуется исследование ОЖЦ.

Категории воздействия на окружающую среду для процесса «утилизация мини-ГЭС» представлены в табл. 1.

Таблица 1

Категории воздействия на окружающую среду для процесса «утилизация мини-ГЭС»

Категория воздействия	Результат инвентаризации	Показатель категории	Характеристический коэффициент
	Категории воздействия входных потоков		
Истощение природных ресурсов	Входные потоки (водные, энергетические ресурсы)	MIPS, кг/кг	MI-число, кг/кг
Категории воздействия выходных потоков			
Образование отходов	При плавке стали (шлаки, шламы, лом)	Образование отходов	Потенциал образования отходов (ПОО), кг/кг
Выброс вредных веществ	пыль, CO, CO_2, SO_2, H_2S, NO_x	Выброс вредных веществ	приведённая масса выброса, г/кг
Глобальное потепление климата	CO_2, CH, N_2O, углеводороды	Поглощение инфракрасного излучения	Потенциал глобального потепления (ПГП), гэкв. CO/г
Образование фотохимического смога	CO	Образование фотохимичес-кого смога в тропосфере	Потенциал фотохимического образования озона ПФОО), гэкв.этана/г
Закисление почв, воды	Выбросы NOx, SO_2	Накопление кислотных примесей	Потенциал закисления (ПЗ), моль H/г

Выводы

Таким образом, в работе предложен алгоритм анализа всех стадий жизненного цикла, который позволяет:

- дать суммарную интегрированную оценку ОЖЦ для каждого вида малой распределенной и возобновляемой энергетики;
- проводить сравнение различных вариантов при выборе источника энергии с экологической точки зрения.

Рецензенты: 1. Лоскутов Алексей Борисович, д.т.н., профессор.

2. Кузьмин Николай Александрович, д.т.н., профессор.

Список литературы

1. Большина Е.П. Экология металлургического производства: Курс лекций. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2012. 155 с.

2. ГОСТ Р ИСО 14040-2010 «Экологический менеджмент — Оценка жизненного цикла — Принципы и структура»

3. Малая распределенная энергетика России: вектор развития, проблемы и достижения.- http://www.smartgrid.ru/tochka-zreniya/intervyu/malaya-raspredelennaya-energetika-rossii-vektor-razvitiya-problemy-i/

4. Руководство по проведению оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при выборе площадки, разработке технико-экономических обоснований и проектов строительства (реконструкции, расширения и технического перевооружения) хозяйственных объектов и комплексов - Москва – 2011г

5. СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания.

6. Стурман В.И. Экологическое картографирование: учебное пособие. - М.: Аспект Пресс, 2003. 251с.

7. Юдашкин М.Я. Пылеулавливание и очистка газов в черной металлургии М.: Металлургия, 1984. 320 с.