

Автор:

Григорьев Илья Александрович

ученик 11 класса

ЧОУ «СОШ Ор-авнер»

г. Оренбург, Оренбургская область

Научный руководитель:

Полянская Елена Евгеньевна

канд. пед. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный

педагогический университет»

г. Оренбург, Оренбургская область

DOI 10.21661/r-119546

ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Аннотация: в статье представлены разработанные исследователями физические задачи экологического содержания, которые адресованы учащимся при изучении тем «Тепловые двигатели. Преобразование энергии при работе тепловых двигателей. КПД теплового двигателя. Охрана окружающей среды. Альтернативные источники энергии». По мнению авторов, поиск ответов на поставленные в задачах вопросы, их анализ стимулируют самостоятельность учащихся в познании своей «малой родины», формируют их экологическое критическое мышление. В ходе решения подобных задач школьники самостоятельно получают и осмысливают новую для них информацию.

Ключевые слова: экологическое мышление, физическая задача, экологическое содержание, солнечная электростанция, экологическая целесообразность, экономическая целесообразность, солнечная электростанция.

Сегодняшние школьники в достаточной степени информированы о проблемах взаимодействия природы и общества. Чаще всего эту информацию они получают из научно-методической литературы, СМИ. При этом количественные

характеристики экологических ситуаций, оценка последствий воздействия человека на среду, как правило, остаются вне поля зрения. Эффективным способом получения соответствующих количественных характеристик на уроках физики является, на наш взгляд, составление и решение задач экологического содержания.

В мае 2015 года в СМИ появилась информация о том, что в п. Переволоцк нашей Оренбургской области завершено строительство первой в европейской части России солнечной электростанции (СЭС) мощностью 5 МВт. В октябре Наблюдательным советом Ассоциации НП «Совет рынка» Переволоцкой СЭС был присвоен статус квалифицированного генерирующего объекта, работающего на основе возобновляемых источников энергии. В газетах сообщалось, что проект обошёлся инвестору в полмиллиарда рублей, и окупится нескоро – по расчётам, «в ноль» СЭС выйдет лишь к 2030 году.

На данном материале мы разработали физические задачи экологического содержания, которые адресованы учащимся при изучении темы «Тепловые двигатели. Преобразование энергии при работе тепловых двигателей. КПД теплового двигателя. Охрана окружающей среды. Альтернативные источники энергии». Отметим, что официальной информации о технических характеристиках Переволоцкой СЭС в свободном доступе нет, поэтому их выявление мы осуществляли в ходе критического анализа статей из СМИ по проблеме исследования.

Решение составленных нами задач позволяет оценить затраты на реализацию технологии преобразования солнечной энергии в универсальный энергоноситель – электричество и «экологическую чистоту» СЭС.

Задача 1

Определите массу кислорода, необходимого для поддержания горения топлива, и массу углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу, при функционировании в течении года ТЭС, равной по мощности Переволоцкой солнечной электростанции.

Рассчитаем энергию, вырабатываемую Переволоцкой СЭС за 1 год:

$$E_{\text{СЭС}} = N_c \cdot 6 \cdot 3600 \cdot P_{\text{max}} + N_n \cdot 6 \cdot 3600 \cdot P_{\text{min}}; E_{\text{СЭС}} = 6 \cdot 3600 (N_c \cdot P_{\text{max}} + N_n \cdot P_{\text{min}}),$$

где N_c – количество солнечных дней в году (для Оренбургской области примерно 300 дней в году); N_n – количество пасмурных дней в году (для Оренбургской области примерно 65 дней в году); «6» обозначает среднее количество часов в сутках, когда солнечного света достаточно для работы СЭС; P_{max} – мощность СЭС в солнечный день (5 МВт); P_{min} – мощность СЭС в пасмурный день (1 МВт).

Таким образом,

$$E_{\text{СЭС}} = 33,8 \cdot 10^{12} \text{ Дж}.$$

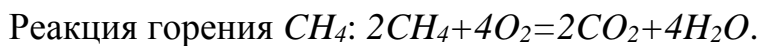
Определим сколько топлива будет сожжено на ТЭС, чтобы получить то же количество энергии за 1 год. Учтём, что КПД современной ТЭС 36%.

$$\text{Тогда, } E_{\text{СЭС}} = q \cdot m_m \cdot 0,36.$$

Пусть в качестве топлива используется природный газ (метан). Удельная теплота сгорания метана $q = 49800 \text{ кДж/кг}$.

$$m_m = \frac{E_{\text{СЭС}}}{q \cdot 0,36}; m_m = 1885319 \text{ кг}.$$

Определим количество затраченного на горение кислорода и выброшенного в ходе реакции углекислого газа.



Известно, что $m = n \cdot M$, где n – количество вещества, а M – молярная масса вещества. С учетом коэффициентов в уравнении горения:

$$m_{\text{CH}_4} = n \cdot M_{\text{CH}_4}; m_{\text{CO}_2} = n \cdot M_{\text{CO}_2}; m_{\text{O}_2} = 2n \cdot M_{\text{O}_2}.$$

$$\text{Получаем: } m_{\text{CO}_2} = 5184627 \text{ кг}; m_{\text{O}_2} = 7541276 \text{ кг}.$$

Наши расчёты показали, что использование одной солнечной электростанции, по мощности равной Переволоцкой СЭС, позволяет избежать выброса в атмосферу 5184627 кг углекислого газа и сохранить 7541276 кг атмосферного кислорода в год. Вместе с тем, рост концентрации углекислого газа в атмосфере увеличивает поглощение ИК-излучения, что приводит к повышению ее темпера-

туры. Этот эффект создает угрозу таяния ледников и катастрофическое повышение уровня Мирового океана. Потребление же кислорода при горении топлива уменьшает его содержание в атмосфере.

Задача 2

Фотоэлементы какой площади необходимо изготовить для замены действующего типового агрегата ТЭС или реактора АЭС мощностью 1000 МВт солнечной электростанцией, подобной Переволоцкой СЭС? Оцените объем материалов для монтажа такой солнечной электростанции.

В справочнике находим, что среднесуточная солнечная постоянная (суммарная энергия солнечного излучения, падающего перпендикулярно на 1 м^2 поверхности за 1 с) на средних широтах составляет величину около 160 Вт/м^2 . КПД лучших солнечных батарей в настоящее время составляет порядка 15%. Следовательно, $P = c \cdot S \cdot 0,15$,

где P – мощность СЭС, c – солнечная постоянная, S – суммарная площадь фотоэлементов. Получаем $S=41,7 \text{ км}^2$. Для сравнения, площадь Оренбурга составляет 259 км^2 .

Необходимость использовать коллекторы огромных размеров относит солнечную энергетику к наиболее материалоемким видам производства энергии. По современным данным материалоемкость для СЭС составляет $100\text{--}150 \text{ кг/м}^2$. Крупномасштабное использование солнечной энергии влечёт за собой гигантское увеличение потребности в материалах, а, следовательно, и в трудовых ресурсах для добычи сырья, его обогащения, получения материалов, изготовления коллекторов, другой аппаратуры, их перевозки. Электрическая энергия, рождённая солнечными лучами, обходится намного дороже, чем получаемая традиционными способами.

Переволоцкая СЭС работает на фотоэлектрических (солнечных) модулях, производимых компанией «ХевелСолар». Анализ устройства таких фотоэлектрических модулей позволил нам оценить объем материалов для построения СЭС с целью замены типового агрегата ТЭС мощностью 1000 МВт. Для этого потребуется 150 тыс. т металла, 210 тыс. т стекла, более 300 тыс. т бетона.

Согласно расчётам для изготовления 1 км^2 коллекторов солнечного излучения требуется только алюминия примерно 10^4 т . Доказанные же на сегодня мировые запасы этого металла оцениваются в $1,17 \cdot 10^9 \text{ т}$.

Обратим внимание, что несмотря на экологическую чистоту получаемой энергии, производство фотоэлементов является «экологически грязной» технологией и сами фотоэлементы содержат ядовитые вещества. Массовое применение их поставит в ближайшее же время вопрос их утилизации, который тоже не имеет пока приемлемого с экологической точки зрения решения.

Задача 3

Определите площадь, на которой необходимо разместить фотоэлементы СЭС, чтобы коллекторы солнечного излучения «собрали и накопили» за год энергию, необходимую для удовлетворения годовой потребности человечества.

Сегодня годовая потребность человечества в энергии: $2,9 \cdot 10^{20} \text{ Дж/год}$. Как и в предыдущей задаче будем считать, что среднесуточная солнечная постоянная на средних широтах составляет величину около 160 Вт/м^2 . Учтем, что КПД лучших солнечных батарей в настоящее время составляет порядка 15%.

$$P = c \cdot S \cdot 0,15,$$

где P – мощность СЭС, c – солнечная постоянная, S – суммарная площадь фотоэлементов. Мощность воображаемой СЭС запишем через «годовую потребность человечества в энергии»: $P = \frac{E}{t}$. Получаем $S = 380 \text{ тыс. км}^2$. В то же время из-

вестно, что общая площадь пригодных для пахоты земельных ресурсов мира (пашни, луга и пастбища) оценивается экспертами в различных источниках от 25 до 32 млн. км². Таким образом, одним из главных факторов, ограничивающих развитие солнечной энергетики, являются ресурсы площадей.

Проведенная нами количественная оценка экологической и экономической целесообразности СЭС в сравнении с традиционными источниками электроэнергии позволила сделать следующие выводы:

– использование одной солнечной электростанции, по мощности равной Переволоцкой СЭС, позволяет избежать выброса в атмосферу порядка 10^6 кг углекислого газа и сохранить порядка 10^7 кг атмосферного кислорода в год;

– необходимость использовать коллекторы огромных размеров относит солнечную энергетику к наиболее материалоемким и дорогим видам производства энергии;

– несмотря на экологическую чистоту получаемой энергии, производство фотоэлементов является «экологически грязной» технологией и сами фотоэлементы содержат ядовитые вещества;

– одним из главных факторов, ограничивающих развитие солнечной энергетики, является дефицит площадей для размещения фотоэлементов;

– развитие солнечной энергетики станет целесообразным, если удастся добиться увеличения КПД фотоэлементов в несколько раз.

Отрадно отметить, что в декабре 2015 г. в нашей области запущена крупнейшая в регионе и одна из крупнейших в стране Орская солнечная фотоэлектрическая станция имени А.А. Влазнева мощностью 25 *MВт*. Ее мощность превосходит мощность Переволоцкой СЭС в пять раз, при том, что площадь, занимаемая фотоэлементами больше лишь в 3,5 раза. Причем в перспективе мощность объекта будет увеличена до 40 *MВт* с сохранением занимаемой площади. Данные факты убеждают, что увеличение КПД фотоэлементов в ближайшем будущем реально.

На наш взгляд, поиск ответов на поставленные в задачах вопросы, их анализ стимулируют самостоятельность учащихся в познании своей «малой родины», формируют их экологическое критическое мышление. В ходе решения подобных задач школьники самостоятельно получают и осмысливают новую для них информацию.

Список литературы

1. Общемировые перспективы развития солнечной энергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pronedra.ru/alternative/2012/09/04/solnechnaya-energetika/>

2. Переволоцкая солнечная электростанция начала работу на оптовом рынке электроэнергии и мощности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elec.ru/news/2015/11/05/perevolockaya-solnechnaya-elektrostanciya-nachala-.html>

3. Повышение эффективности энергетической системы Казахстана за счёт внедрения солнечной электроэнергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://refleader.ru/jgejggeneratypol.html>

4. Солнечная электростанция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F

5. Трофимова Т.И. Курс физики: Учеб. пособие для вузов / Т.И. Трофимова. – 21-е изд., стер. – М.: Академия, 2015. – 560 с.

6. Физика. 10 класс: Учеб. для общеобразоват. учреждений и шк. с углубл. изучением физики: профил. уровень / О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, Э.Е. Эвенчик [и др.]; под ред. А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина. – 13-е изд. – М.: Просвещение, 2011. – 431 с.