

УДК 504.06: 658.26

**К ВОПРОСУ УЧЕТА ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ
В СИСТЕМАХ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ****Д. В. ГУРЕЦКАЯ, Е. Ю. ДОРОФЕЕВ, А. А. ШИБЕКО**
(Представлено: канд. техн. наук А. М. НИЯКОВСКИЙ)

В статье предлагается при решении задач повышения эффективности использования первичного топлива в системах теплогазоснабжения и вентиляции включать в целевую функцию для оптимизации исследуемых вариантов показатель, характеризующий эффект декарбонизации. Приведены соответствующие обоснования и примеры расчетов.

Решение задач энергосбережения в Республике Беларусь предполагает использование следующих методов для экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР):

- снижение затрат первичного топлива на выработку тепловой и/или электрической энергии, единицы продукции в результате повышения эффективности его использования в энергопотребляющих установках;
- повышение термодинамической эффективности преобразования энергии первичного энергоносителя в целевую продукцию;
- замещение импортируемых не возобновляемых природных энергоресурсов местными возобновляемыми;
- максимальное вовлечение вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).

Однако эти методы не дают однозначного ответа на вопрос об экологической цене реализации подобных мероприятий, в то время как постановка такого вопроса представляется актуальной на современном этапе реализации стратегии устойчивого развития.

Эффект от реализации энергосберегающих мероприятий согласно перечисленному выше перечню может быть выражен в удельных затратах условного топлива на выработку единицы полученной производной энергии и/или продукта, термодинамическими показателями, например, эксергетическими, а также долей замещения первичного топлива вторичными и возобновляемыми ресурсами. При этом с точки зрения термодинамической эффективности наиболее весомыми являются критерии, основанные не на первом, а на втором законе термодинамики [1–5].

Однако, все эти показатели не учитывают экологические последствия от реализации энергосберегающих мероприятий, к которым, в первую очередь, следует отнести эмиссию CO₂. Именно этот критерий важно принимать в расчет при сопоставлении между собой различных вариантов повышения энергетической и экономической эффективности технических систем и технологических процессов вообще и систем теплогазоснабжения и вентиляции в частности.

Уровень эмиссии парниковых газов должен быть использован в качестве ограничения при оптимизации любой теплоэнергетической системы, что ранее уже было показано в работах [6; 7]. В работе [8] предлагается использовать для этого удельную эмиссию в расчете на единицу эксергии используемых при сжигании ТЭР (Таблица 1).

Таблица 1. – Расчет удельной эмиссии CO₂ при сжигании различных видов топлив^{*)}

Вид топлива	Теплотворная способность (низшая), кДж/кг топлива (при влажности древесины 40 %)	Химическая (реакционная) эксергия, отнесенная к 1 кг топлива, кДж/кг	Эмиссия CO ₂ , отнесенная к теплотворной способности топлива, кгCO ₂ /кДж	Эмиссия CO ₂ , отнесенная к 1 кг топлива, кгCO ₂ /кг	Эмиссия CO ₂ в расчёте на единицу удельной эксергии топлива, кгCO ₂ /(кДж/кг)
Дрова (сосна)	10986	12268	0,112	1230	0,1003
Дрова (берёза)	10815	12106	0,112	1211	0,1001
Дрова (ольха)	10805	12109	0,112	1210	0,0999
Дрова (осина)	10617	11905	0,112	1189	0,0999
Дрова (ель)	10769	12096	0,112	1206	0,0997
Природный газ	49000	51101	0,0544	2666	0,0522

^{*)} при определении величин теплотворной способности и эксергии топлив использованы сведения, приведённые в [9]

Используем данные таблицы 1 для оценки экологических последствий энергосберегающего мероприятия по переводу котельной с использования природного газа на сжигание местного древесного топлива, приняв в расчет следующие характеристики процесса:

- КПД котла при сжигании газа 90 %;
- КПД котла при сжигании древесного топлива 60 %;
- древесное топливо представлено осинной, имеющей влажность 40 %;
- тепловая мощность котельной 1000 кДж/с.

В этом случае затраты природного газа по теплотворной способности составят в эквиваленте:

- при сжигании природного газа 1111,1 кДж/с;
- при сжигании древесного топлива 1667 кДж/с.

При этом будет производиться эмиссия CO₂ в следующих объемах:

- при сжигании природного газа $1111,1 \times 0,0522 = 58$ кг/с;
- при сжигании древесного топлива $1667 \times 0,0999 = 166,5$ кг/с.

Таким образом, замещение природного газа местным древесным топливом привело к возрастанию эмиссии CO₂ в атмосферу почти в 2,9 раза.

Выводы:

1. При разработке энергосберегающих мероприятий следует при их оптимизации и выборе производить оценку эмиссии парниковых газов в атмосферу как дополнительного ограничения.

2. Показано, что при замещении природного газа древесным топливом эмиссия CO₂ значительно (в 2,9 раза) возрастает, в зависимости от КПД котельных установок при различных видах используемого топлива.

3. При выполнении технико-экономических обоснований энергосберегающих мероприятий целевая функция для расчета экономического эффекта должна быть дополнена показателями стоимости валового выброса CO₂, который будет иметь место при каждом варианте рассматриваемых мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ключников, А.Д. Предпосылки радикального повышения эффективности работ в области энергосбережения / А.Д. Ключников // Промышленная энергетика. – № 4. – 2001. – С. 12–17.
2. Сазанов, Б.В. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий / Б.В. Сазанов, В.И. Ситас. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 304 с.
3. Романюк, В.Н. Интенсивное энергосбережение в промышленных теплотехнологиях / В.Н. Романюк; под общ. ред. д.т.н., проф., акад. НАН Беларуси Б.М. Хрусталева. – Минск: БНТУ, 2009. – 380 с.
4. Романюк, В.Н. Пути повышения эффективности использования первичного топлива в Республике Беларусь / В.Н. Романюк, Д.Б. Муслина, А.А. Бобич // Энергетическая стратегия. – 2013. – № 3. – С. 39–43.
5. Бродянский, В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа / В.М. Бродянский. – М.: Энергия, 1973. – 296 с.
6. Нияковский, А. М., Москалёнок, Ф. И., Сидорова, А. Ю. Выбор оптимальной плотности теплового потока при расчёте тепловой изоляции трубопроводов с целью обеспечения заданного коэффициента полезного действия тепловой сети и снижения выброса вредных веществ в атмосферу / А. М. Нияковский, Ф. И. Москалёнок, А. Ю. Сидорова // Материалы докладов 50 Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвящённой году науки. Том 1. – Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2017г. С. 299–302.
7. Нияковский, А.М., Москалёнок, Ф.И., Сидорова, А.Ю. К вопросу выбора расчётной производительности системы горячего водоснабжения при замене кожухотрубных подогревателей на пластинчатые / А. М. Нияковский, Ф. И. Москалёнок, А. Ю. Сидорова // Материалы докладов 51 Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. Том 1. – Витебск: ВГТУ, 2018г. – С. 376–378.
8. Нияковский, А.М. О некоторых аспектах выполнения эксергетического анализа теплоэнергетических систем с целью снижения выбросов CO₂ в окружающую среду / А. М. Нияковский // Материалы Международной научно-технической конференции Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности, Витебск, 21–22 ноября 2018 года. – С. 259–261
9. Степанов, В.С., Степанова, Т.Б., Старикова, Н.В. Определение химической энергии и эксергии древесных топлив / В.С. Степанов, Т.Б. Степанова, Н.В. Старикова // Системы. Методы. Технологии. 2017 № 1 (33) с. 91–96.