

С. Н. Потеряев, С. Е. Щеклеин

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

poteriaev.stas@yandex.ru

О ПРИМЕНЕНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТОПЛИВ В ЭНЕРГЕТИКЕ

В работе рассмотрен один из возможных вариантов решения проблемы загрязнения атмосферы выбросами CO₂ – переходом к новому виду топлива. Рассмотрено применение металлического топлива. Для поиска наиболее эффективного горючего проанализирован ряд металлов.

Ключевые слова: *металлическое топливо; горение металлов; энергоэффективность; теплота сгорания; алюминий; бериллий; магний*

S. N. Poteryaev, S. E. Shcheklein

Ural Federal University, Ekaterinburg

ABOUT THE USE OF METAL FUELS IN POWER ENGINEERING

The work considered one of the possible options to solve the problem of air pollution with CO₂ emissions – the transition to a new type of fuel. The paper deals with the use of metal fuel as such. A number of metals have been analyzed to find the most efficient fuel.

Keywords: *metallic fuel; metal combustion; energy efficiency; combustion heat; aluminum; beryllium; magnesium*

В современной энергетике преобладает тенденция к снижению выброса CO₂ в атмосферу, одним из возможных решений этой проблемы является отказ от органических топлив (угля, газа, мазута, используемых на ТЭС) и переход к нетрадиционной энергетике. Возникает вопрос: как быть с теми районами, где для поддержания необходимой мощности электросети нельзя построить ГЭС или АЭС?

Возможным решением является постройка или переоборудование ТЭС под топливо на основе металлов.

Эффект горения металлов в кислороде и других окислителях широко используется в ракетной технике и металлургических производствах (например, кислородные копы).

Одним из главных достоинств такого решения является экологическая чистота продуктов сгорания, в процессе реакции образуются только металлические оксиды, которые легко уловить и переработать. Другими достоинствами являются: низкие затраты на хранение и транспортировку, высокая теплотворная способность металлов.

Из всех доступных металлов в качестве топлива могут использоваться те, что являются химически устойчивыми при взаимодействии с атмосферой воздуха (транспортировка, хранение). Также важно количество теплоты, выделяемое в ходе реакции горения. Перечислим наиболее подходящие: Be, Al, Mg, Ti, Zr, Fe, Cr.

Для оценки потенциальной эффективности топлива воспользуемся величиной Q_1 (рассматриваются реакции, в которых окислителем является кислород):

$$Q_1 = \frac{\Delta H}{n \cdot A}, \quad (1)$$

где ΔH – молекулярная теплота образования окисла, кДж/моль [1]; n – число атомов элемента, входящее в молекулу окисла; A – молярная масса, г/моль.

Для оценки энергетической эффективности топлива воспользуемся величиной \mathcal{E}_1 :

$$\mathcal{E}_1 = \frac{Q_1}{Q_2}, \quad (2)$$

где Q_2 – удельная энергия на получения металла, кДж/г [2–4].

В таблице приведены данные по теплоте сгорания и энергии для получения металла из соответствующих окислов.

Расчётные величины по энергетической эффективности металлических топлив

Элемент	Формула оксида	Теплота образования оксида, кДж/моль	Удельная энергия получения, кДж/г	Молярная масса, г/моль	Q_1 , кДж/г	\mathcal{E}_1 , отн. ед.
Mg	MgO	601,2	64,8	24,307	24,73	0,38
Al	Al ₂ O ₃	1675,0	174	26,982	31,04	0,18
Be	BeO	598,7	620	9,012	66,43	0,11
Cr	Cr ₂ O ₃	1141,0	48	51,996	10,97	0,23
Fe	Fe ₃ O ₄	1117,7	18	55,845	6,67	0,37
Zr	ZrO ₂	1094,0	144	91,224	11,99	0,08
Ti	TiO ₂	943,9	400	47,861	19,72	0,05

На рис. 1 изображена гистограмма зависимости удельной теплоты сгорания Q_1 от порядкового номера элемента.

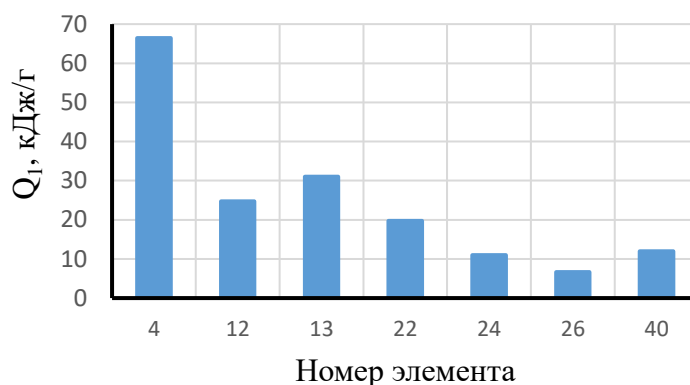


Рис. 1. Количество выделяющегося тепла при сгорании

На рис. 2 представлена гистограмма зависимости доли воспроизводимой энергии от порядкового номера элемента.

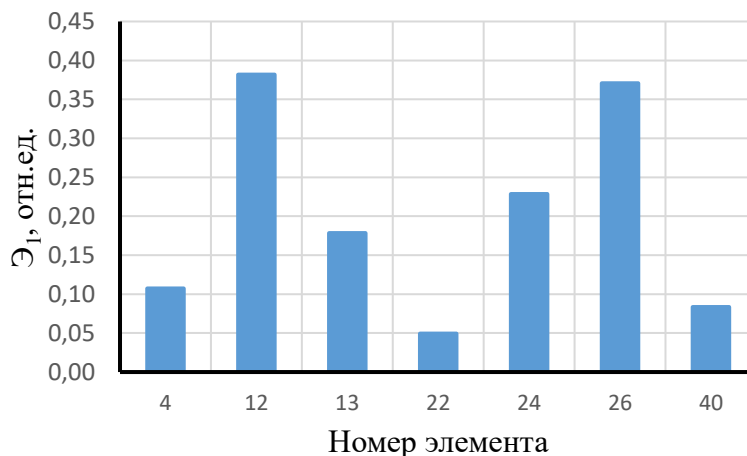


Рис. 2. Доля воспроизводимой энергии при горении

Можно сделать вывод, что использование алюминия в качестве топлива является наиболее эффективным решением.

В общем виде схема работы такой технологии следующая:

- 1) Производство алюминия за счет «первичной» электроэнергии;
- 2) Транспортировка алюминия в район конечного потребления;
- 3) Производство «вторичной» электроэнергии из алюминия;
- 4) Возврат продуктов реакции на переработку.

Существует различные варианты энергетических установок, использующих алюминиевое топливо. Наиболее высокую энергетическую эффективность обеспечивают комбинированные энергетические установки.

Таким образом, переход к использованию металлического топлива обусловлен необходимостью снижения выбросов CO_2 в атмосферу. Разумеется, что при этом будет теряться достаточное большое количество энергии, идущее на производство горючего. Алюминий является наиболее предпочтительным в качестве топлива, т. к. обладает необходимыми свойствами для транспортировки и хранения, высокой теплотой сгорания, отсутствием токсичности, широкой распространённостью, приемлемой долей использования энергии получения, которая будет существенно выше при использовании «вторичного», уже отработавшего алюминия.

Список использованных источников

1. Химическая термодинамика : учебное пособие / Г. В. Лямина, Т. В. Лапова, И. А. Курзина и др.; под ред. Г. В. Ляминой. Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2007. 82 с.
2. Энергозатраты на производство материалов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.festivalnauki.ru/statya/77603/energozatraty-na-proizvodstvo-materialov> (дата обращения: 22.11.2019).
3. Структура и развитие металлургического производства [Электронный ресурс]. URL: <https://steeltimes.ru/books/allmet/srmp/12/12.php> (дата обращения: 22.11.2019).
4. Малютин Л. Н. Способ получения гидроксида бериллия из флюорит-фенакит-бертрандитового концентрата с использованием гидрофторида аммония : дис. ... канд. тех. наук : 05.16.02 : защищена 02.10.2019 / Малютин Лев Николаевич. Томск, 2019. 142 с.