

УДК 662.33-662.6.2+553.492.1.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ КОМПОЗИТНОГО ТВЕРДОГО ТОПЛИВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

THE COMBUSTION OPTIMIZATION OF COMPOSITE SOLID FUELS USING DOMESTIC NATURAL RESOURCES

©Кыдыралиев Т. А.,

Ошский технологический университет

им. акад. М. М. Адышева,

г. Ош, Кыргызстан, temir-88-88@mail.ru

©Kydraliev T.,

Osh Technological University named by M. M. Adyshev,

Osh, Kyrgyzstan, temir-88-88@mail.ru

Аннотация. Рассмотрено изменение и определение химического состава металлотермической реакции, а также для увеличения продолжительности горения и снижения скорости протекания металлотермической реакции добавлено боксит (оксид алюминия), каолин (смесь оксида алюминия с оксидом кремния) с природной смесью, снижено большое количество тепловыделения реакции и оптимизирована способность тепловыделения.

Целью данной работы стало исследование управления скоростью металлотермических процессов и продолжительности горения с помощью оптимизации теплотворной способности приготовленной смеси из природных отечественных сырьевых ресурсов (боксит, каолин) и окиси алюминия.

Полученные смеси обладают значительно высокими характеристиками по сравнению каждой из исходных компонентов.

Новизна темы использование природных ископаемых ресурсов (боксит и каолин) в изменении ингредиентов. Из полученных результатов видно, что боксит и каолин в практике по больше пригодны для металлотермических реакций и это составляет 6% состава.

Установлено, что процесс сгорания металлотермического композиционного твердого топлива происходит самостоятельно, путем выделения теплоты большого количества. Поэтому возникает задача управления термических процессов и оптимизации теплотворной способности композиционной смеси боксит, нитрат аммония, перманганат калия и глицерин.

Приведенные исследования показывают, что для эффективного проведения металлотермического восстановления оксидов должны соблюдаться следующие условия: температур количество теплоты, выделившиеся при термических процессов должны быть больше чем температура плавления восстанавливаемого металла, а также образующегося продукта.

Таким образом, путем, оптимизации состава металлотермического композиционного топлива можно создать топливный композит с данными теплотехническими свойствами и при этом такие композитные твердые топлива могут использоваться в малой энергетике и при бытовом использовании

Abstract. In this article the change and determination of the chemical composition of the metal-thermal reaction is considered. For the increasing the duration of combustion and reduction the speed of metal-thermal reaction a bauxite (alumina), a coal (a mixture of alumina with silicon) and a natural mixture are added. A number of heat secretion reactions is reduced, and the heat dissipation ability is optimized.

The aim of this article is a management by metallothermic processes speed and by burning duration with the help of heating value optimization of the prepared mixture from natural home raw material resources (bauxite, caoline) and aluminum oxide.

The obtained mixtures have significantly higher characteristics compared to each of the original components.

The novelty of the topic is the use of natural fossil resources (bauxite and caoline) in alternation of ingredients. From the obtained results it is sun that bauxite and caoline are more useful for metal–thermal reactions and it makes 6% of composition.

It is found that the metallothermic composite solid fuel combustion occurs independently by releasing a large amount of heat. For this reason, there is the problem of controlling thermal processes and optimizing the heating value of bauxite, ammonium nitrate, potassium permanganate and glycerin composite mixture.

The conducted researches show that the following should be observed for effective carrying out of oxides metallothermic reduction: the amount of heating temperature released during thermal processes should be greater than the melting temperature of the recoverable metal, as well as the product formed.

Thus, it is possible to create a fuel composite with these thermal properties by optimizing the metallothermic composite fuel composition, and this kind of composite solid fuels can be used in small–scale power generation and for household use.

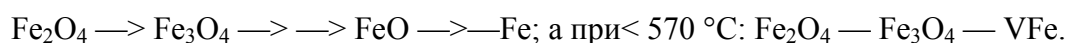
Ключевые слова: твердого топлива, состав, тепло, оксиды, температура, термическая реакция, смеси, горения, боксит, каолин.

Keywords: solid fuel, composition, heat, oxides, temperature, thermal reaction, mixtures, combustion, bauxite, caoline.

В процессе восстановления металлов с использованием металлотермических процессов происходит выделение большого количества тепла. Это связано тем, что металлотермические процессы протекают в режиме горения. В этих процессах одно вещество теряя кислород восстанавливается, а другое приобретая молекулы кислорода окисляется [1].

Остановимся на процессы восстановления оксидов железа [1].

Согласно работы [1], восстановление оксидов происходит ступенчатым образом, т.е. от более высоких ступеней к низким ступеням: если температура $>570\text{ }^{\circ}\text{C}$, то восстановительный процесс происходит согласно стадии:



Целью данной работы является управление скоростью металлотермических процессов и продолжительности горения с помощью оптимизации теплотворной способности приготовленной смеси из природных отечественных сырьевых ресурсов (боксит, каолина) и окиси алюминия.

Полученные смеси обладают значительно более высокими характеристиками по сравнению каждой из исходных компонентов.

Для получения композитного металлотермического топлива [1–2] в лабораторных условиях полученные нами оксидные смеси высушивали в муфельной печи при $150\text{--}200\text{ }^{\circ}\text{C}$. После высушивания частицы смеси растирали до порошкообразного состояния и фракционировали с помощью ситового анализа ($50\text{--}250\text{ }\mu\text{m}$). После чего отдельные смеси с твердыми частицами с различной фракцией тщательно перемешивали с помощью пропеллерной мешалки из нержавеющей стали, размер лопасти которой составляет 20 мм . Подготовленные смеси взвешивали тигель заполнили на $3/4$ части, уплотняли, насыпали

сверху слоем K_2MnO_4 (зажигательная смесь) и в композите сделали углубление (1–1,5 мм) и, а также заливали в углубление технический глицерин.

Установлено, что процесс сгорания металлотермического композитного твердого топлива происходит самостоятельно, путем выделения теплоты большого количества. Поэтому возникает задача управления термических процессов и оптимизации теплотворной способности композитной смеси (Таблица).

Отметим, что в качестве оксида алюминия (боксит), окиси алюминия и окиси кремния (каолин) использовали отечественные природные ресурсы для снижения скорости реакции и продолжительности горения.

Для определения длительности горения композитной смеси изготовили специальную установку.

Таблица.

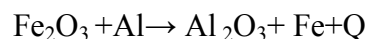
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ГОРЕНИЯ
КОМПОЗИТНОГО ТВЕРДОГО ТОПЛИВА С ПРИМЕНЕНИЕМ БОКСИТА

Состав композита мас, %	Длительность горения, с.
6% боксит + 47,6% NH_4NO_3 + 23,8% K_2MnO_4 + 22,6мл глицерин	65

Замечено, что при медленном нагревании композитного вещества в интервале температур 70–800 °С компоненты, входящие в состав композита, взаимодействуют с выделением тепла [3].

Проведенные исследования показывают, что для эффективного проведения металлотермического восстановления оксидов должны соблюдаться следующие условия: температур количества теплоты, выделившиеся при термических процессов должно быть больше чем температура плавления восстанавливаемого металла, а также образующегося продукта [4].

Согласно эффекта Н.Н. Бекетова [5] в следующей последовательности металлов (Ca, Li, Mg, Zr, Al, V, Ti, Si, Cr, Nb, Mn, V, W, Mo) любой химический элемент, впереди стоящий при химическом взаимодействии будет вытеснять менее активный химэлемент из собственных окислов, и химическая реакция вытеснения осуществляется большим, например, по следующей реакции:



Анализ научной литературы и экспериментальных наших результатов исследований показали, что углеродно–термическое восстановление металлов в соответствии с двухзвенной схемой [5]. Поэтому, анализ процессов восстановления при металлотермическом процессе необходимо воспользоваться термодинамическим методом [6]. Для этого предположим, что оксид и образующий металлический продукт образуют две твердые фазы с постоянным составом. В этом случае композитная система после реакции состоит из двух компонентов, а число фаз равна трем. Тогда число степеней свободы системы равно единице, т.е.:

$$C = K - \Phi + 2 = 2 - 3 + 2 = 1.$$

для термодинамического описания состояния рассматриваемой системы достаточно использовать один параметр (давление Р или температуры Т).

Если использовать в качестве независимого параметра температуру, то общее давление в конденсированной системе при заданной температуре и составе фаз будет следующий функциональный вид:

$$P_{\text{общ}} = f(T)$$

Тогда зависимость давления от температуры системы качественно можно описать с применением правила Ле-Шателье. В рассматриваемом случае термическая реакция композита — эндотермическая. При этом тепла подводимая извне разлагает дополнительное количество вещества до тех пор, пока давление P_{O_2} кислорода, не приведет к возникновению нового равновесного состояния. В этом случае константа равновесия термической реакции имеет вид:

$$K = P_{O_2} a_{Me}^2 / a_{MeO}^2,$$

Здесь Me означает металл, MeO — оксид металлического вещества. Если в условиях протекания эндотермического процесса a_{Me} и a_{MeO} являются неизменными, то $K = P_{O_2}$

Для расчета константы равновесия термической реакции от температуры нужно использовать уравнение:

$$dK/dT = \Delta H / RT^2$$

Таким образом, путем оптимизации состава металлотермического композитного топлива можно создать топливный композит с заданными теплотехническими свойствами и при этом такие композитные твердые топлива могут использоваться в малой энергетике и при бытовом использовании.

На основании экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Установлен оптимальный химический состав металлотермической реакции, в (%): 6 — боксит, 47,6 — $KMnO_4$, 23,8 — NH_4NO_3 , 22,6 — глицерин;
2. Для получения оптимизации длительности горения композитного твердого топлива исследованы и использованы отечественные минерально-сырьевые ингредиенты (боксит, каолин). При сжигании полученного композита температура системы повысилась до $1200^\circ C$ градусов за 65 с., что возможно при использовании в топках печей;
3. Показано, что боксит является эффективным оксидным веществом для повышения продолжительности горения смеси.

Список литературы:

1. Абачараев М. М., Абачараев И. М. Металлотермия эффективный источник возобновляемой тепловой энергии // *Fizika-2007*. CILD XIII. №12. С. 347.
2. Погодаев А. М., Погодаева И. А. Применение термодинамического метода для расчета равновесий окислительно-восстановительных реакций в пирометаллургических процессах. Красноярск: ГАЦМиЗ, 1990. 36 с.
3. Погодаев А. М., Погодаева И. А. Основы теории пирометаллургических процессов. Красноярск: ГУЦМиЗ, 2004. 136 с.
4. Байков А. А. Восстановление и окисление металлов // *Металлургия*. 1926. №3. С. 5.
5. Абачараев И. М., Абачараев М. М. Металлотермическое топливо. Патент России 20.04.2011. Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2416627>.
6. Кыдыралиев Т. А., Ташполотов Ы., Ысманов Э. М., Абдалиев У. К. Создание технологии получения тепловой энергии на основе металлотермических веществ // *Известия вузов Кыргызстана*. 2017. №6. С. 23-25.

References:

1. Abacharayev, M. M., & Abacharayev, I. M. (2007). Metallothermia is an effective source of renewable thermal energy. *Fizika-2007*, CILD XIII, (12), 347

2. Pogodaev, A. M., & Pogodaeva, I. A. (1990). Application of the thermodynamic method for calculating the equilibrium of oxidation-reduction reactions in pyrometallurgical processes. *Krasnoyarsk, GATsMiZ*, 36
3. Pogodaev, A. M., & Pogodaeva, I. A. (2004). Fundamentals of the theory of pyrometallurgical processes. *Krasnoyarsk, MTCM & Z*, 136
4. Baikov, A. A. (1926). Reduction and oxidation of metals. *Metallurgy*, (3), 5
5. Abacharayev, I. M., & Abacharayev, M. M. Metallothermic fuel. Patent of Russia 20.04.2011. Available at: <http://www.freepatent.ru/patents/2416627>.
6. Kydyraliev, T. A., Tashpolotov, Y., Ismanov, E. M., & Abdaliyev, U. K. (2017). Creation of technology for obtaining thermal energy based on metal-thermal substances. *Izvestiya vuzov Kyrgyzstana*, (6), 23-25

Работа поступила
в редакцию 21.01.2018 г.

Принята к публикации
25.01.2018 г.

Ссылка для цитирования:

Кыдыралиев Т. А. Оптимизация процесса горения композитного твердого топлива с применением отечественных природных ресурсов // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №2. С. 233-237. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/kydyraliev> (дата обращения 15.02.2018).

Cite as (APA):

Kydyraliev, T. (2018). The combustion optimization of composite solid fuels using domestic natural resources. *Bulletin of Science and Practice*, 4, (2), 233-237