

02;05

Особенности синтеза карбида кальция на солнечной печи

© М.С. Пайзуллаханов, Ш.А. Файзиев

Институт материаловедения НПО «Физика-Солнце» АН РУз, Ташкент
E-mail: fayz@bk.ru

Поступило в Редакцию 11 июля 2005 г.
В окончательной редакции 24 октября 2005 г.

Показана возможность синтеза карбида кальция на базе известняка и нефтяного кокса с использованием солнечного нагрева. Предлагаемый технологический процесс (обжиг — облучение смеси известняк + нефтяной кокс концентрированным потоком солнечного излучения мощностью порядка 110 W/cm^2), являясь экологически чистым и экономически эффективным, не требует больших энергетических затрат.

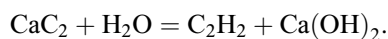
PACS: 81.05.-t

В последнее время большое внимание уделяется синтезу высокоогнеупорных материалов, упрочнению их поверхности с применением концентрированного солнечного излучения. Так, в [1] приводятся работы по синтезу огнеупорных карбидов TiC_x , SiC , WC , карбонитридов TiC_xN_y в потоке солнечного излучения мощностью 1350 kW/m^2 .

При этом уникальные возможности солнечных печей, обусловленные их конструктивными и оптическими характеристиками, с одной стороны, и сравнительно легко доступные их технико-экономические параметры, с другой, позволяют активно реализовать научные и производственные намерения [2–4].

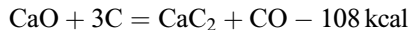
В данном сообщении приводятся результаты по синтезу карбида кальция CaC_2 на большой солнечной печи мощностью 1000 kW .

Карбид кальция широко применяется в технике главным образом для получения ацетилена, а также для получения цианмида кальция. Ацетилен образуется при разложении карбида кальция водой:



Ацетилен является исходным продуктом для производства разнообразных органических веществ, а также значительное количество его применяется для резания и сварки металлов.

Процесс образования карбида кальция



протекает только при высокой температуре и с поглощением большого количества тепла. Начальная температура образования карбида кальция находится в пределах 1700–1800°C.

Известно, что на реакцию образования карбида кальция расходуется большое количество электроэнергии. Практический расход электроэнергии на 1 t карбида кальция (в пересчете на 250-литровый) на мощных печах составляет порядка 3100 kW/h.

В этом аспекте использование возобновляемых источников энергии, в частности энергии Солнца, представляется наиболее подходящим в плане технологической доступности, экономической эффективности и высокой экологичности.

Большая солнечная печь (БСП) мощностью в 1 MW (Ташкент) позволяет реализовать все необходимые технические условия для создания высокотемпературных технологий. А именно, фокальное пятно БСП размером в диаметре до 1 m характеризуется высокой концентрацией солнечного излучения вплоть до 1000 W/cm² в максимуме, возможностью получения необходимого энергетического распределения, высокой скоростью ввода и отвода сконцентрированного потока солнечного излучения, контроля и измерения параметров технологического процесса.

Поэтому проблема разработки экономически эффективной и в то же время экологически чистой технологии синтеза карбида кальция с использованием концентрированной солнечной энергии БСП является актуальной и перспективной.

Экспериментальные результаты и их обсуждение. В качестве сырья для получения карбида кальция использовались известняк и нефтяной кокс. В таблице приведен химический состав сырьевых материалов.

В технологии получения карбида кальция в отношении исходного сырья предъявляются жесткие требования в отношении содержания примесей [5]. Особенно вредны примеси фосфора и серы, образующие фосфористый кальций Ca₃P₂ и сернистый кальций CaS, которые при

Химический состав сырьевых материалов

Материал	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃ +TiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	C
Известняк	97.80	0.70	0.96	0.15	0.008	<0.10	0.20	<0.10	
Кокс		6.60	6.30	0.43	0.035	0.20	0.20	<0.10	86.14

последующем разложении карбида кальция водой дают фосфористый водород PH₃ и сернистый газ SO₂.

Известняк, применяемый для обжига, должен содержать не менее 97–98% CaCO₃, не более 0.008% P и не выше 0.1% S. Антрацит и кокс должны содержать не более 0.04% P и до 1.5% S.

Как видно из таблицы, сырьевые материалы соответствуют требованиям ГОСТ 1460-81, и могут быть использованы при синтезе карбида кальция.

В процессе получения карбида кальция реакция происходит между двумя твердыми фазами, поэтому размеры кусков шихты, равномерность их измельчения и качество смешения оказывают большое влияние на скорость и полноту взаимодействия реагентов. Исходя из этого, сырьевой материал дробили на куски со средним размером 2 ÷ 40 mm, смешивали в пропорции CaCO₃:C = 1:1.

Смесь в количестве 35 kg помещали в графитовый тигель, представляющий собой цилиндр с диаметром 200 и высотой 300 mm. Верхний конец тигля в зависимости от условий эксперимента мог быть плотно закрытым или открытым. Тигель устанавливали на фокальную плоскость печи.

Значение мощности светового потока, соответствующей необходимой температуре, определяли из выражения Стефана–Больцмана $Q = (a/\varepsilon)\sigma T^4$, где Q — мощность излучения, a и ε — коэффициенты поглощения и излучения соответственно, σ — постоянная Стефана–Больцмана, T — температура. При значениях $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$, $a/\varepsilon \approx 1$, $T = 1800^\circ\text{C}$ мощность светового потока должна быть не менее 110 W/cm².

Ввод и отвод концентрированного светового потока осуществлялись с помощью затвора автоматической системой управления гелиостатами. Облучение мишени проводилось в течение 0.3 h. Охлаждение производилось произвольно.

Полученный материал представлял собой куски серого цвета с различными оттенками с размером $2 \div 40$ nm.

Дальнейшие исследования показали, что объем полученного карбида кальция на базе местного сырья на БСП составляет примерно 250 l.

Следует отметить, что низкая стоимость рабочего времени БСП — 20\$ США/h (включая электроэнергию) обуславливает высокую экономичность технологических процессов синтеза карбида кальция.

Таким образом, на базе местного сырья на БСП можно синтезировать карбид кальция.

Список литературы

- [1] *Journal de physique* V. 9. Pt 3–1999. Proceedings of 9th SolarPaces Intr. Symposium on Solar Thermal Concentrating Technologies 9.
- [2] Адылов Г.Т., Файзиев Ш.А., Пайзуллаханов М.С., Мухсимов С., Нодирматов Э. // Письма в ЖТФ. 2003. Т. 29. В. 6. С. 7–13.
- [3] Пайзуллаханов М.С., Файзиев Ш.А., Адылов Г.Т. // ГЕЛИОТЕХНИКА. 2003. № 4. С. 72–75.
- [4] Пайзуллаханов М.С., Файзиев Ш.А., Адылов Г.Т., Нодирматов Э., Нурматов Ш. // ГЕЛИОТЕХНИКА. 2004. № 2. С. 54–57.
- [5] Кузнецов Л.А. Производство карбида кальция. М.: Госхимиздат, 1954. 176 с.