

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

КНИГА 8 из 9

# САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ

Ред. 01.04.2024

[vihrihaosa.ru](http://vihrihaosa.ru)

[vihrihaosa.wordpress.com](http://vihrihaosa.wordpress.com)

Хаустов Владимир Игоревич  
2020 год.

[vihrihaosa@mail.ru](mailto:vihrihaosa@mail.ru)



г. Череповец.

## СОДЕРЖАНИЕ

№	Наименование	стр. №
1.	Самораспространяющийся высокотемпературный синтез объёмного полупроводника .....	3
2.	Самораспространяющийся высокотемпературный синтез огнестойкого защитного покрытия графитового электрода дуговой печи.....	7
3.	Самораспространяющийся высокотемпературный синтез защитного покрытия поверхности стальной заготовки от высокотемпературной газовой коррозии.....	12
4.	Самораспространяющийся высокотемпературный синтез - базовая технология ремонтно-восстановительных работ отопительных простенков коксовой батареи.....	16
5.	Самораспространяющийся высокотемпературный синтез в качестве альтернативы огневой ручной зачистке дефектов слябов литейного производства.....	21
6.	Самораспространяющийся высокотемпературный синтез металлов из руд горных пород.....	23
7.	Утилизация фосфогипса самораспространяющимся высокотемпературным синтезом огнеупорных изделий.....	25
8.	Приложение.....	32
9.	Литература.....	33

# 1. САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ ОБЪЁМНОГО ПОЛУПРОВОДНИКА

Опубликована: 02.07.2021 года.

Ссылка: [Само распространяющийся высокотемпературный синтез полупроводника для термоэлектрической генерации электричества .](#)

Предлагается простейшая технология изготовления полупроводников для термоэлектрического элемента термоэлектрического генератора с энергетическим выходом **0,2 вольт на 100 градусов**.

Полупроводниковый термоэлемент состоит из двух полупроводниковых «таблеток» р-типа и n-типа, не образующих р-п-переход, которые соединены между собой.

Каждая «таблетка» синтезирована методом СВС. Одна «таблетка» — из оксида меди и алюминиевой пудры, вторая «таблетка» — из медного купороса и алюминиевой пудры.

## **Технология изготовления следующая:**

Реактивы:

- 1) Медный купорос.
- 2) Натрий двууглекислый или обыкновенная пищевая сода
- 3) Алюминиевая пудра.
- 4) Железный купорос

## **СВС “таблетки” из медного купороса.**

Порошок медного купороса перетирается в ступе до пылевидной структуры. Смешивается с алюминиевой пудрой.

Изготавливаем несколько смесей в следующей пропорции (оксид меди: оксид алюминия) 90:10, 87:13, 84:16, 82:18. Это необходимо для экспериментов с получением максимального термо ЭДС для определённого диапазона температур.

Смесь засыпается в стальную толстостенную трубку диаметром 8 мм и прессуется сверху ударами болта М8. Получается классическая

достаточно прочная “таблетка” из спрессованной реакционной смеси для СВС. Затем сверху таблетки газовой горелкой инициируется протекание скоростного высокотемпературного синтеза. СВС в данном случае протекает послойно сверху вниз совершенно спокойно без образования пор, разрыхлений и т.п., в полной противоположности классической алюмотермии, примером которой является обыкновенный бенгальский огонь.

### **СВС “таблетки” из оксида меди.**

Оксид меди изготавливается из медного купороса классическим способом. Берётся отдельно сода и купорос в пропорции 1:1 по весу. Далее медный купорос растворяется в воде. Затем в воду добавляется сода. Начнется бурное вспенивание раствора и выделение углекислого газа. Отделяем наш осадок от раствора путем фильтрации (отжимать марлей). Полученный густой продукт небесно-голубого цвета “размазывается” по стальному листу и прокаливается сверху газовой горелкой до образования чёрного порошка. Получается чистый оксид меди.

Полученный порошок из оксида меди перетирается в ступе до пылевидной структуры. Смешивается с алюминиевой пудрой.

Изготавливаем несколько смесей в следующей пропорции (оксид меди: оксид алюминия) 90:10, 87:13, 84:16, 82:18. Это необходимо для экспериментов с получением максимального термо ЭДС для определённого диапазона температур.

Смесь засыпается в стальную толстостенную трубку диаметром 8 мм и прессуется сверху ударами болта М8. Получается классическая достаточно прочная “таблетка” из спрессованной реакционной смеси для СВС. Затем сверху таблетки газовой горелкой инициируется протекание скоростного высокотемпературного синтеза. СВС в данном случае протекает послойно сверху вниз совершенно спокойно без образования пор, разрыхлений и т.п., в полной противоположности как при классической алюмотермии, примером которой является обыкновенный бенгальский огонь.

### **СВС “таблетки” из оксида железа.**

Оксид железа изготавливается из железного купороса классическим способом.

Берётся отдельно сода и купорос в пропорции 1:1 по весу. Далее железный купорос растворяется в воде. Затем в воду добавляется сода. Начнется бурное вспенивание раствора и выделение углекислого газа. Отделяем осадок от раствора путем фильтрации (отжимать марлей). Полученный густой продукт зеленоватого цвета “размазывается” по стальному листу и прокаливается сверху газовой горелкой до образования чёрного порошка. Получается чистый оксид железа.

Полученный порошок из оксида железа перетирается в ступе до пылевидной структуры. Смешивается с алюминиевой пудрой.

Изготавливаем несколько смесей в следующей пропорции (оксид железа: оксид алюминия) 90:10, 87:13, 84:16, 82:18. Это необходимо для экспериментов с получением максимального термо ЭДС для определённого диапазона температур.

Смесь засыпается в стальную толстостенную трубку диаметром 8 мм и прессуется сверху ударами болта М8. Получается классическая достаточно прочная “таблетка” из спрессованной реакционной смеси для СВС. Затем сверху таблетки газовой горелкой инициируется протекание скоростного высокотемпературного синтеза. СВС в данном случае протекает послойно сверху вниз совершенно спокойно без образования пор, разрыхлений и т.п., в полной противоположности как при классической алюмотермии, примером которой является обыкновенный бенгальский огонь.



Рис. № 1.1. Само распространяющийся высокотемпературный синтез (СВС)

Известно, что по виду проводимости полупроводники подразделяют на n-тип и p-тип. У чистых или собственных полупроводников концентрация электронов и дырок одинакова. Электропроводимость собственного (беспримесного) полупроводника очень низка.

Чтобы превратить собственный полупроводник в примесный, необходимо ввести в его кристаллическую решетку некоторое количество специально подобранной химической добавки, т.е. осуществить легирование полупроводника. Примеси создают ряд энергетических уровней в запрещенной зоне. В результате вероятность образования электронно-дырочных пар при температуре возбуждения оказывается значительно более высокой, чем в собственном полупроводнике.

В таких полупроводниках электрическая проводимость осуществляется в основном за счет носителей зарядов одного знака – электронов или дырок. Чтобы обеспечить электронную или дырочную проводимость, достаточно, как правило, ввести один атом соответствующей примеси на атомов собственного полупроводника.

## **ВЫВОД:**

Настоящим, показана возможность получение объёмных полупроводниковых материалов методом само распространяющегося высокотемпературного синтеза.

Технология само распространяющегося высокотемпературного синтеза позволяет получать объёмные полупроводники N и P типа любой формы в зависимости от химического состава легирующих примесей в порошковую смесь для СВС.

## **2. САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ ОГНЕСТОЙКОГО ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ГРАФИТОВОГО ЭЛЕКТРОДА ДУГОВОЙ ПЕЧИ.**

Опубликован: 24.12.2020 года.

Ссылка: [Само распространяющийся высокотемпературный синтез \(свс\) покрытия электрода дуговой печи. | вихри хаоса \(wordpress.com\)](#)

Предлагается принципиально новый способ защиты поверхности графитового электрода формированием на его поверхность методом само распространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) высокопрочного, огнестойкого защитного покрытия. При этом само защитное покрытие формируется в момент начала использования самого электрода по назначению. Метод основано на научном открытии советских ученых А.Г. Мержанова с соавторами «Явление твердого пламени». Приоритет открытия — 1967 год.

В настоящее время мероприятия по снижению расхода электродов при электродуговой плавке металлов приобретают актуальное значение.

При горении дуги, вследствие разогрева происходит интенсивное эрозионное разрушение графитового электрода с боковых поверхностей за счет окисления, сублимации зерен графита, разрушения материала связки.

Повышенная эрозия материала электрода в расплав приводит к уменьшению диаметра электрода и как следствие к блужданию дуги с возникновением по этой причине дополнительных потерь, и как следствие -к потреблению дополнительной энергии.

Предлагаемые в настоящее время варианты решения проблемы известны и широко используются в металлургии.

Один из наиболее близких к заявляемому способу это способ нанесения плазменным напылением на боковую поверхность графитового электрода эрозионностойкого электропроводящего покрытия суммарной толщиной не более 0,5 мм из алюминия, ферросилиция, силикокальция или других веществ.

Основной недостаток данного способа также всем известен. Это повышенные трудозатраты, (несколько часов на один электрод), энергозатраты, ручное нанесение, и как следствие неравномерная

толщина покрытия и т.п. Прогорание такого металлического покрытия при высоких температурах происходит очагами и как правило раньше, чем полное прогорание самого электрода. Как следствие – полностью защитить поверхность электрода от окисления таким способом невозможно.

В данной статье предлагается принципиально новый способ защиты поверхности графитового электрода от окисления графита при плавке формированием на его поверхность методом само распространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) высокопрочного, огнестойкого защитного покрытия.

Сам метод само распространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) является одним из перспективных методов получения покрытий. В основе метода само распространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) лежит экзотермическая реакция взаимодействия двух и более химических элементов, протекающая в режиме послыонного направленного горения.

Основными компонентами само распространяющегося высокотемпературного синтеза высокопрочного, огнестойкого защитного покрытия, согласно научного открытия советских ученых “Приоритет открытия — 1967 год.” обязательно должны быть:

1. Порошок металлического алюминия (для алюмотермии).
2. Различные наполнители, т.е. оксиды для так называемого бескислородного горения и восстановления в порошке алюминия. Это могут быть кремнеземы, периклазы, хромитовые концентраты, оксиды железа и т.п.
3. Раствор связующего, в качестве которого можно использовать этилсиликат, растворы жидкого стекла, а также фосфаты натрия, калия, алюминия, магния.

Расчёт количественных характеристик составляющих компонентов смеси для само распространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) ведётся по классических школьным химическим формулам балансов при алюмотермии.

Рациональное сочетание исходных компонентов и добавок дает возможность получать высокопрочные, огнестойкие защитные покрытия с требуемыми характеристиками.



Для примера: исходная смесь (обмазка) для само распространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) высокопрочного, огнестойкого защитного покрытия графитового электрода может состоять из следующих компонентов:

1. Диоксида кремния 70–80 %,
2. Порошок алюминия 20–30 %
3. Раствор жидкого стекла 35 %-ный в количестве 16–18 % от массы.

После перемешивания смесь для само распространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) высокопрочного, огнестойкого защитного покрытия наносят на электрод слоем толщиной 1-3 мм различными способами. Например, погружением в раствор, или нанесением пульверизатором и т.п. Затем электрод сушат в течение 1 часа. Далее электрод используют по назначению.

При зажигании дуги на конце электрода от высокой температуры выше 1000 градусов происходит воспламенение смеси начинает протекать само распространяющийся высокотемпературный синтез, который идёт со скоростью 1 мм/секунда в направлении снизу – вверх электрода, рис. № 2.1.



Рис. № 2.1. Само распространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) огнестойкого защитного покрытия на стальном прутке.

При этом температура в зоне горения достигает более 2000 градусов. Идёт экзотермическая реакция синтеза высокопрочного, огнестойкого защитного покрытия толщиной до 1 мм на поверхности электрода в режиме послойного направленного горения снизу-вверх с одновременной сверхпрочной адгезией с поверхностью электрода.

После завершения стадии горения покрытие практически сразу набирает требуемую прочность. По адгезии покрытие значительно превосходит традиционно полученные методом напыления. Этот эффект обусловлен тем, что в ходе само распространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) из-за развития в зоне горения сверхвысоких температур происходит не только синтез огнеупорного материала покрытия, но и одновременно взаимодействие компонентов смеси само распространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) с поверхностью графитового электрода с образованием прочной связи.

Экспериментируя с различными наполнителями можно подобрать оптимальный состав смеси для само распространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) высокопрочного, огнестойкого защитного покрытия электрода.

Нужно проводить эксперименты на действующем производстве. Это обусловлено тем, что в лабораторных условиях не все параметры само распространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) известны. При начальной стадии дугообразования на конце электрода параметры изменяются пропорционально линейным размерам, температурам, токовым характеристикам и т.п., а некоторые параметры имеют вероятностные характеристики.

В таких условиях только эксперимент на действующем производстве может подтвердить эффективность заявляемого способа защиты поверхности электрода.

В качестве наполнителя мной предлагается начать проводить эксперименты с тестированием бесплатного отхода производства фосфорной кислоты – сверхтонкого порошка фосфогипса, который имеет однородную структуру по всему объёму как по химии, так и по размерности. (см. п.2. настоящего приложения)

При приближённом расчёте экономической эффективности можно ориентироваться на стоимость алюминиевого порошка, который выступает, как маркер по затратам.

Пример, для синтеза высокопрочного, огнестойкого защитного покрытия толщиной 1 мм для одного электрода диаметром 610 мм (“обмазка” всей поверхности электрода компонентами СВС толщиной в 3 мм) нужно примерно 10 кг. порошка алюминия. При цене порошка

алюминия в 120 руб. за килограмм, примерная себестоимость защитного покрытия для одного электрода не превысит 2000,00 рублей.

При этом такое покрытие гарантированно защитит поверхность электрода от окисления в условиях агрессивной высокотемпературной среды на весь срок службы, в отличие от способов плазменного напыления, указанных выше.

Предлагаемая идея применения технологии само распространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) защитного покрытия на поверхности электрода является технологически самой простой, надёжной и наиболее эффективной как по физическим характеристикам электрода, так и по стоимостным.

### **3. САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНОЙ ЗАГОТОВКИ ОТ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ГАЗОВОЙ КОРРОЗИИ.**

Опубликован: 07.06.2021 года.

Ссылка: [Способ формирования и состав смеси для СВС защитного покрытия поверхности стальной заготовки| ВИХРИ ХАОСА \(wordpress.com\)](https://vixri.xaos.ru/wordpress.com)

Всем известно, что высокотемпературная газовая коррозия и т.п., имеющие место при нагреве стальных заготовок в печи, перед горячей прокаткой ухудшают показатели качества дальнейшего передела и одновременно увеличивают потери металла.

Особенности, причины, классические способы борьбы и т.п. высокотемпературной газовой коррозии здесь рассматриваться не будут. Они довольно широко представлены в открытом доступе.

При этом разработка эффективных и недорогих способов снижения потерь металла является актуальной задачей.

Предлагается состав защитного простого защитного покрытия стальной заготовки, состоящий из экзотермической СВС (Скоростной Высокотемпературный Синтез) смеси термитного типа. Такое покрытие при нагреве стальной заготовки в нагревательной печи выше 850 градусов воспламеняется в режиме теплового взрыва. При более низких температурах горение экзотермической СВС смеси термитного типа не происходит.

В качестве защитного покрытия предлагается использовать масляную краску МА-15 “железный сурик” с добавкой алюминиевой пудры.

Согласно ГОСТ масляная краска МА-15 содержит 50-60 % железного сурика. Остальное — связующие и добавки. В пересчёте на чистый оксид железа, содержание его в краске составляет 45-50 %.

Для протекания термитного горения, согласно температурному балансу достаточно в масляную краску добавить 20% алюминиевой пудры.

Проведённые ОКР по теме подтверждают такую возможность, см. рис. № 3.1.

На рис. № 3.1. видно, что на поверхности стального прутка с обмазкой по выше предлагаемому в пламени газовой горелки при цвете свечения, соответствующем 800-850 градусов начинает протекать СВС (скоростной высокотемпературный синтез) формирования защитного покрытия



Рис. № 3.1. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) защитного покрытия поверхности стальной заготовки от высокотемпературной газовой коррозии.

### **ВЫВОД:**

Практические работы, проведенный по теме подтверждают тот факт, что защитное покрытие на основе масляной краски МА-15 “железный сурик” с добавкой 20 % алюминиевой пудры в качестве экзотермической СВС (скоростной высокотемпературный синтез) смеси термитного типа позволяет создать защитное покрытие из оксида алюминия. Защитное действие покрытия обуславливается образованием на поверхности заготовки плотной окисной пленки с хорошим сцеплением с поверхностью самой стальной заготовки.

### **ПО СУЩЕСТВУ ПРЕДЛАГАЕМОГО:**

Перед нагревом в печи вся поверхность стальной заготовки должна быть покрыта тонким слоем толщиной не менее 1 мм и высушена.

В нагревательной печи на первом этапе нагрева заготовки с покрытием до 850 градусов происходит полное выгорание плёнообразующих веществ и добавок. Остаётся спеченная термитная смесь, которая при нагреве сляба выше 850 градусов инициируется термитным горением.

При достижении такой температуры поверхности заготовки начинает происходить относительно низкотемпературное очаговое восстановления оксида алюминия и железа, при котором отсутствует процесс распространения горения в режиме волнового синтеза. На поверхности раскаленной экзотермической СВС смеси термитного типа начинают наблюдаться кратковременные локальные очаговые области горения, где интенсивность свечения значительно выше общего фона разогретой поверхности шихты. По мере прогрева стальной заготовки происходит преимущественное послойное распространение очагов термитного горения со скоростью примерно 0,5 – 1 см/с.

После прохождения фронта термитного горения с температурой более 2000 градусов на поверхности металлической заготовки образуется защитное покрытие из оксида алюминия.

При дальнейшем нагреве и последующей выдержке заготовки в печи синтезированная таким способом защитное покрытие является буфером для защиты от окисления и обезуглероживания стальных заготовок при высокотемпературном нагреве.

## **ФИНАНСОВЫЕ ЗАТРАТЫ НА ОКР.**

Ориентировочно можно оценить, что одной банки краски МА-15 стоимостью 150 руб. и 200 грамм алюминиевой пудры стоимостью 300 руб. достаточно для нанесения смеси толщиной 1 мм. на всю поверхность одного стального сляба размером 100x100x12000 мм. Себестоимость такой смеси для синтеза огнестойкого защитного покрытия на всей поверхности одного сляба размером 100x100x12000 мм. составит 450 рублей.

К сожалению, провести эксперимент по качеству полученного заявленным способом покрытия в условиях моей мастерской не возможно. При этом возможно нужно пересмотреть после дополнительных экспериментов толщину нанесения смеси для синтеза защитного покрытия.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЕ.**

Для подтверждения заявляемого предлагается на действующем металлургическом производстве необходимо провести ОКР с финансовыми затратами уровня нескольких бутылок хорошего импортного пива, и на месте оценить степень влияния высокотемпературной газовой коррозии на качество заготовки с защитным покрытием, сформированным таким образом.

#### **4. САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ - БАЗОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРОСТЕНКОВ КОКСОВОЙ БАТАРЕИ.**

Опубликован: 22.05.2021 года.

Ссылка: [Самораспространяющийся высокотемпературный синтез, как базовая технология изготовления любых огнеупорных изделий | ВИХРИ ХАОСА \(wordpress.com\)](https://vixri.xaosca.wordpress.com)

Предлагаются технологии изготовления огнеупорных изделий любой сложной формы методом скоростного высокотемпературного синтеза (СВС). При этом рецептура смесей и технологии изготовления самих изделий для СВС кардинально отличаются друг от друга в зависимости от использования основных составляющих оксидов, и тем самым — от используемых температур при работе.

Рассмотрим по аналогии с шамотным и динасовым кирпичом две технологии изготовления огнеупорных изделий.

##### **1. Синтез огнеупорного изделия с огнеупорностью 1100-1300 градусов.**

Здесь в качестве основного компонента смеси всегда выступает оксид алюминия. Экспериментально доказано, что в смеси с алюминиевой пудрой он прекрасно прессуется в любой форме до готового изделия для СВС. Использовать связующее в этом случае нет необходимости.

##### **2. Синтез огнеупорного изделия с огнеупорностью 1700-1800 градусов.**

Здесь в качестве основного компонента смеси всегда выступает оксид кремния и т.п. Экспериментально доказано, что в смеси с алюминиевой пудрой он не прессуется до готового изделия. Здесь необходимо использовать обязательно связующее по типу силикатов и т.п.



Исходя из Выше изложенного предлагается кардинально изменить технологию восстановления отопительных простенок коксовых печей и рассмотреть возможность применения технологии так называемого твёрдого пламени или само распространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) — научное открытие советских ученых 1967 год.

Такая технология позволит создать отопительный простенок по аналогии с огнеупорным литьем, но с учётом того, что при СВС отопительный простенок практически сразу набирает требуемую прочность, огнестойкость и немедленно готов к использованию. А это уже в контексте временных характеристик простоя печей, как я понимаю, для Вас самое главное.

Здесь нет смысла акцентировать внимание на физических основах данного явления. Всё достаточно просто и к тому же одновременно – достаточно сложно. Только экспериментальные работы позволят подобрать состав компонентов, их предварительную обработку и т.п. Это обусловлено тем, что в теории не все параметры СВС однозначны, а некоторые имеют вероятностные характеристики. Скажу только, что для целей заявляемого основными компонентами СВС всегда являются:

1. Порошок металлического алюминия (для алюмотермии).
2. Оксиды для так называемого бескислородного горения и восстановления в порошке алюминия.

Для примера – рецептурный состав для СВС, с которым я лично экспериментировал.

1. Диоксида кремния 75 %,
2. Порошок алюминия 25 %
3. Раствор жидкого стекла 35 %-ный в количестве 16–18 % от массы.

При зажигании дуги внизу сформованной заготовки начинает протекать СВС, который всегда идёт со скоростью примерно 1 мм/секунда в направлении снизу – вверх. При этом температура в зоне горения достигает более 2500 градусов. Идёт экзотермическая реакция синтеза высокопрочного, огнестойкого огнеупора в режиме послойного горения, направленного снизу-вверх, рис. № 4.1.



Рис. № 4.1. Само распространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) огнеупорного изделия.

Остановимся сейчас на самих технологиях применения заявляемого. Их может быть, на мой взгляд, две.

1. Монтируется опалубка с внутренними вертикалами всего отопительного простенка. Вводится смесь компонентов для СВС. Иницируется СВС снизу-вверх. Но здесь нужно решить главную проблему – теплоизоляция поперечных стяжек КБ.
2. Заблаговременно до начала ремонтных работ методом СВС в формах формируются отдельные модули простенка по типу элементов конструктора ЛЕГО для без растворной сборки. Дополнительное прессование компонентов в формах позволит получить модули, которые не требуют дополнительной механической обработки. Размер модулей здесь будет зависеть от существующих возможностей сборки, т.е. от 30 кг для ручной сборки и выше – при использовании какого-либо механического манипулятора. Просматривая мировую практику по этому вопросу, например, одна иностранная компания рассчитала, что для восстановления всего простенка оптимальным является 21 модуль. Только в её работах речь велась о модулях, изготовленных из огнеупорного бетона, а я веду здесь речь о кардинально другой технологии, которая позволяет использовать печь по назначению сразу, после формирования простенка.

При заранее отработанной на стапеле заявленной выше технологии восстановление отопительного простенка “с нуля” можно провести в течении одного дня, а с учётом того фактора, что после СВС простенок практически сразу набирает требуемую прочность, огнестойкость — печь будет готова к работе немедленно.

В качестве основных финансовых затрат в этом случае является порошок алюминия. Остальными затратами для предварительного расчёта можно пренебречь. Возьмём для примера отопительный простенок размером 6,00x15,00 м. Для СВС количество порошка алюминия будет ориентировочно необходимо в количестве 13.5 тонн. Это примерно 1 350 000,00 руб.

Однозначно для отработки технологии затраты возрастут в десятки раз.

Проведённые эксперименты подтверждают возможность с помощью СВС синтеза любых огнеупорных изделий.

В области качественных характеристик получаемых огнеупорных изделий – здесь большое поле для эксперимента.

Экспериментами подтверждено, что:

1. изменения даже в 1 % любого компонента из смеси для СВС,
2. усилие прессования изделия, существенно влияют на качественные характеристики синтезируемого огнеупорных изделий.

К сожалению в настоящее время полноценный математический расчёт качества готовой продукции не возможно, слишком много неопределённостей и вероятностных характеристик.

Таким образом проведение ОКР - единственный способ повышения качества готовой огнеупорной продукции.

PS:

Способом СВС (скоростного высокотемпературного синтеза) была отремонтирована футеровка фехральной электрической печи, в которой со временем раскрошились так называемые «полочки» под нагревательную спираль, рис. № 4.2.



Рис. № 4.2. Само распространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) полочек под нагревательную спираль внутри печи.

Состав смеси для СВС:

1. Диоксида кремния 75 %,
2. Порошок алюминия 25 %
3. Раствор жидкого стекла 35 %-ный в количестве 16–18 % от массы.

В печи болгаркой была убрана полностью спирального вида внутренняя опора для нагревательного элемента.

Была «вылеплена» внутри печи заново так называемая вставка со спиральным углублением по всему внутреннему периметру.

После полного высыхания вставки произведён нагрев и непосредственно инициация СВС снизу вверх .

## **5. САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ ОГНЕВОЙ РУЧНОЙ ЗАЧИСТКЕ ДЕФЕКТОВ СЛЯБОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА.**

Опубликована: 16.01.2021 года.

Ссылка: [Алюмотермическая технология в качестве альтернативы огневой ручной зачистке дефектов слябов литейного производства. | ВИХРИ ХАОСА \(wordpress.com\)](https://vixri.xaosca.wordpress.com)

Предлагаемая технология основывается на полной противоположности классическому способу огневой зачистки пламенем горения газокислородной смеси, при которой удаляемый дефектный слой металла нагревается до высокой температуры, воспламеняется в струе кислорода и сжигается.

Вместо зачистки (удаления) дефекта сляба на глубину до 10 мм предлагается расплавлять локальное место дефекта или всю поверхность сляба известным способом алюмотермии.

При такой обработке поверхность места дефекта или вся поверхность сляба становится однородной.

После механической очистки от шлака оксида алюминия сляб с однородной поверхностью без дефектов литейного производства готов к дальнейшему переделу.

Технический результат достигается размещением на место зачистки прямоугольной пластины из специально подготовленной шихты. Количество шихты рассчитывается по известным формулам теплового баланса для оплавления поверхности сляба на глубин до 10 мм.

После этого шихта поджигается горелкой с одной стороны, происходит алюмотермическая реакция с выделением большого количества тепла, при которой поверхность сляба оплавляется и становится однородной, см. рис. № 11.1.

В этом случае известный состав термитной шихты обеспечивает возможность стабильной экзотермической реакции с выделением количества тепла, достаточного для оплавления поверхностного слоя сляба на глубин до 10 мм.

Подготовка шихты для алюмотермии осуществляется классическим способом. Шихта содержит классические порошки оксида железа и алюминия, а также обязательно соду в качестве технологической добавки для уменьшения разбрызгивания и связующее из силиката натрия (силикатного клея).

Грануляция порошков оксида железа и алюминия составляет также классические 10...40 мкм. При этом оксид железа берётся от дробеструйной обработки стальных деталей, в которой присутствует до 3 % осколков стальной дроби.

Шихта перемешивается с последующей формовкой прямоугольных пластин различного размера с сушкой.

Остаётся только положить такую заранее подготовленную пластину на место дефекта и поджечь газовой горелкой для поверхностного оплавления любого дефекта сляба с последующей механической очисткой от шлака (оксидов алюминия).



Рис. № 5.1. Алюмотермическое горение в качестве альтернативы огневой ручной зачистке дефектов слябов литейного производства.

Экспериментируя с процентным составом шихты и его количеством можно добиться оптимального оплавления любых дефектов поверхности сляба на любую глубину.

## 6. САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ МЕТАЛЛОВ ИЗ РУД ГОРНЫХ ПОРОД

Опубликована: 03.05.2020 года.

Ссылка: Технология бездоменного производства стали методом СВС карбида железа из руды | ВИХРИ ХАОСА (wordpress.com)

Металлизация руды - интересное направление ухода от двух стадийного процесса: руда -> чугун -> сталь .

Предлагается обратить внимание на химию окислительно-восстановительной реакции без газового горения смесей по уравнению  $Fe_2O_3 + 2C + 2Al = 2FeC + Al_2O_3$ , а именно: само распространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) карбида железа со скоростью 0.1-20 см/сек из спрессованных порошков. Грубая аналогия - алюмотермия, только реакция протекает спокойно и послойно, без разбрызгивания. Спрессованные брикеты становятся основой при выплавке стали взамен основной части стального лома в кислородных конвертерах или электродуговых печах.

В этом случае выплавка стали будет проходить в два этапа. Сначала СВС карбида железа в так называемом режиме теплового взрыва - самовоспламенения и послойного горения синтеза карбида железа, затем непосредственный процесс производства стали.

В этой технологии есть подводные камни, это экономическая целесообразность. Все процессы СВС относятся к разряду гетерогенных, т.е. скорость реакции и тепловыделения пропорциональны удельной поверхности реагентов. Следовательно, чем меньше размер частиц компонентов смеси СВС, тем выше скорость процесса. Также, на условия протекания СВС влияют параметры окружающей среды. На практике, в любых системах СВС размер частиц порошков не должен превышать 200 мкм. К тому же количество алюминия должно составлять не менее 15-20 % от железной руды для протекания реакции СВС.

Многие скажут, что в промышленных масштабах технология не эффективна. Цена мелко дисперсионного порошка алюминия, например, марки ПА-4 достаточно велика. Что ставит под вопрос экономическую целесообразность самой технологии.

Здесь хочется отметить одну особенность протекания любой

реакции СВС в режиме теплового взрыва (самовоспламенения). Чем выше температура брикетов, тем больший размер фракций порошков компонентов СВС можно использовать в них. А предварительный нагрев брикетов может быть обеспечен в конвертере или электросталеплавильной печи. Размер фракций компонентов может быть увеличен с групп дисперсности до обыкновенных порошков с фракцией, например 1 мм, которые на много дешевле получать из лома алюминия.

Технология производства брикетов для СВС карбида железа показана на рис. № 6.1.



Рис. № 6.1. Технология производства брикетов для СВС карбида железа.

Таким образом, технология производства спрессованных брикетов из порошков железной руды, алюминия и углерода с фракцией 1 мм для конвертерных и электросталеплавильных печей может стать альтернативой двух стадийному процессу производства стали - руда -> чугун -> сталь.

Без аглофабрик, коксовых и доменных печей.



## 7. УТИЛИЗАЦИЯ ФОСФОГИПСА САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИМСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫМ СИНТЕЗОМ ОГНЕУПОРНЫХ ИЗДЕЛИЙ.

**Опубликована:** 06.12.2020 года.

**Ссылка:** [Утилизация фосфогипса самораспространяющимся высокотемпературным синтезом \(СВС\) огнеупорных изделий | ВИХРИ ХАОСА \(wordpress.com\)](https://vixri.xaosca.wordpress.com/2020/12/06/7-uti.html)

Обратим внимание на получение высокотемпературного огнеупора, в котором главная составляющая представлена оксидом щелочного металла второй группы (бериллий, магний, кальций) периодической системы Д.И. Менделеева, а именно — оксид кальция.

Практические работы в этом направлении не проводятся. Это связано с высокой гидратационной способностью таких огнеупоров, где главная составляющая представлена оксидом кальция. Такой огнеупор должен иметь температуру спекания выше 1700 градусов. Чем выше температура спекания — тем меньше гидратационной способности.

При этом характерно, что аналог оксида кальция — оксид магния является основным видом огнеупоров (периклаз), который относится также ко второй группе периодической системы Д.И. Менделеева и лишён этого основного недостатка.

Оксиды магния и кальция образуют однотипные кристаллические структуры и имеют близкие температуры плавления. Особенность оксида кальция в том, что невозможно получить высокопрочный огнеупор при ПОЛНОМ спекании с температуре ниже 2000 градусов без введения дополнительных спекающих добавок или двух стадийного обжига, что приводит к значительному удорожанию готовой продукции по сравнению с периклазом — оксидом магния. Получается, для получения высококлассного огнеупора необходима температура спекания выше 2000 градусов, что ограничивает их получение.

### 1. Где можно взять бесплатно оксид кальция.

В настоящее время на территориях компаний по производству фосфорной кислоты скопился огромный запас старых лежалых отходов производства, с которым компании не знают что делать, и

которым является ФОСФОГИПС — основной компонент — сульфат кальция.

Старый, лежалый фосфогипс, прежде всего, вследствие загрязненности фосфатными, фтористыми и другими соединениями, не находит непосредственной полной утилизации и накапливается в значительных количествах на специальных полигонах. Переработка его представляется довольно трудной и энергозатратной проблемой.

При этом проблема утилизации и хранения фосфогипса в настоящее время наиболее остро актуальна для любой компании.

Исходя из выше изложенного рассмотрим сами физико-химические свойства самого фосфогипса и порассуждаем, что можно сделать.

В составе фосфогипса преобладает физический мелко дисперсионный песок, содержится большое количество кальция (до 30 % в расчете на элемент), серы (до 24,3 %), неразложившихся фосфатов (до 4 %), а также кремний (около 0,3 %) и немало микроэлементов. Примерный химический состав фосфогипса известен: CaO – 39–40 %; SO<sub>3</sub> – 56–57 % ; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> общ – 1,0–1,2 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> вод – 0,5–0,6 % ; R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,5–0,6 %; F – 0,3–0,4 %; нерастворимого осадка – 0,7–0,8 %.

**Известно также, что сульфат кальция разлагается при температуре выше 1450° С, образуя оксид кальция, оксид серы и кислород.**

Старый лежалый фосфогипс по своим физико-химическим характеристикам фосфогипс является идеальным наполнителем для строительных бетонов. Но именно из-за загрязненности фосфатными, фтористыми и другими соединениями фосфогипс не находит применения. Слишком энергетически затратны технологии по его очистке, которые заключаются в промывке, обжиге для удаления вредных соединений и т.п.

Приведённый состав фосфогипса позволяет предположить, что он сможет стать практически бесплатной заменой магнезитовым наполнителям для огнеупоров, применяемых сейчас в производственных процессах с высокими температурами, например в металлургии.

2. Где можно взять рабочие температуры выше 2000 градусов.

А) Разработаны технологии детонационного горения (детонационные горелки), обеспечивающие нагрев выше 2000 градусов и практически до температур ядерного синтеза. Такие технологии широко представлены в книге № 2. Исследование в области детонационных технологий. 2021 год, г. Череповец.

Б) Существуют технологии скоростного высокотемпературного синтеза (СВС).

Здесь нет смысла акцентировать внимание на физических основах данного явления. Всё достаточно просто и к тому же одновременно – достаточно сложно. Только экспериментальные работы позволят подобрать состав компонентов, их предварительную обработку и т.п. Это обусловлено тем, что в теории не все параметры СВС однозначны, а некоторые имеют вероятностные характеристики.

Скажу только, что для целей заявляемого основными компонентами СВС всегда являются:

1. Порошок металлического алюминия (для алюмотермии).
2. Оксид кальция (ФОСФОГИПС) так называемого бескислородного горения и восстановления в порошке алюминия.

Для примера – рецептурный состав для СВС, с которым я экспериментировал:

1. Фосфогипс 75 %,
2. Порошок алюминия 25 %
3. Раствор жидкого стекла 35 %-ный в количестве 16–18 % от массы.

При зажигании дуги внизу сформованной заготовки начинает протекать СВС, который всегда идёт со скоростью примерно 1 мм/секунда в направлении снизу – вверх, см. рис. № 1.1. При этом температура в зоне горения достигает более 2500 градусов. Идёт экзотермическая реакция синтеза высокопрочного, огнестойкого огнеупора в режиме послойного горения, направленного снизу-вверх.

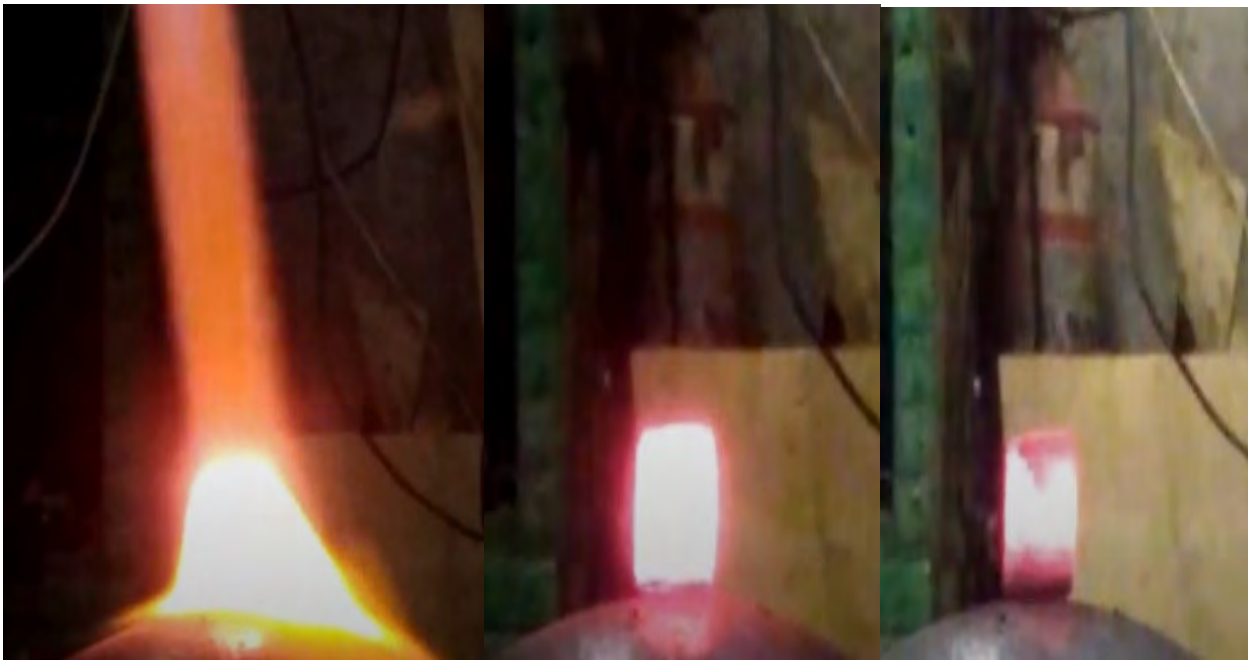


Рис. № 7.1. Само распространяющийся высоко температурный синтез (CBC).

В ходе использования фосфогипса уже в составе огнеупора - основной недостаток, как загрязненность фосфатными, фтористыми и другими соединениями в условиях промышленного технологического процесса перестаёт быть актуальным.

Фосфатные, фтористые и другие вредные соединения просто выгорают, что наталкивает на мысль повторного использования уже прошедшего термическую очистку боя огнеупора из фосфогипса

После помола боя огнеупора из фосфогипса он будет являться идеальным безвредным наполнителем уже для промышленного бетона.

Проведённые эксперименты подтверждают возможность утилизации фосфогипса с помощью CBC синтеза любых огнеупорных изделий.

В области качественных характеристик получаемых огнеупорных изделий – здесь большое поле для эксперимента.

Экспериментами подтверждено, что:

3. изменения даже в 1 % любого компонента из смеси для СВС,
4. усилие прессования изделия,  
    существенно влияют на качественные характеристики  
    синтезируемого огнеупорных изделий.

К сожалению в настоящее время полноценный математический расчёт качества готовой продукции не возможно, слишком много неопределённостей и вероятностных характеристик.

Таким образом проведение ОКР - единственный способ повышения качества готовой огнеупорной продукции.

## 8. ПРИЛОЖЕНИЕ

Добро пожаловать в авторский проект инновационных идей и экспериментов, а также творчество в различных областях науки и техники - ВИХРИ ХАОСА.

vihrihaosa.ru

vihrihaosa.wordpress.com

### Проект предлагает:

- инновационные не патентованные идеи, научно-исследовательские, опытно-конструкторские работы и творчество в различных областях науки и техники.
- инновационные идеи и решения технических задач по заявкам сторонних лиц.
- научно-техническая оценка инновационных идей, решений, проектов сторонних лиц.
- раскрытие ноу-хау, конструкций, моделей и услуг технологического содержания.
- авторские книги в различных областях науки и техники ([ссылка](#)).
- видео отчёты результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ ([ссылка](#)).
- новый формат взаимодействия изобретателей – краудсорсинговая площадка изобретателей ([ссылка](#)).

## 9. ЛИТЕРАТУРА

1. Перспективные направления в науке и технике.  
**Закрученные течения.** Книга 1 из 9. Издание 2020 год.
2. Перспективные направления в науке и технике.  
**Детонационное горение.** Книга 2 из 9. Издание 2020 год.
3. Перспективные направления в науке и технике.  
**Контактная разность потенциалов.** Книга 3 из 9.  
Издание 2020 год.
4. Перспективные направления в науке и технике.  
**Техническая левитация.** Книга 4 из 9. Издание 2020 год.
5. Перспективные направления в науке и технике.  
**Ядерные трансмутации.** Книга 5 из 9. Издание 2020 год.
6. Перспективные направления в науке и технике.  
**Новые физические эффекты.** Книга 6 из 9. Издание 2020 год.
7. Перспективные направления в науке и технике.  
**Мощные источники направленного излучения.** Книга 7 из 9.  
Издание 2020 год.
8. Перспективные направления в науке и технике.  
**Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.** Книга 8 из 9. Издание 2020 год.
9. Перспективные направления в науке и технике.  
**Альтернативные (свободные) источники энергии.**  
Книга 9 из 9. Издание 2020 год.