

ВОССТАНОВЛЕНИЕ МИКРОДЕФЕКТОВ ДИНАСОВЫХ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ КОКСОВЫХ ПЕЧЕЙ ВОССТАНАВЛИВАЮЩИМИ НАНОКАПСУЛАМИ

А.А.Топоров, П.В.Третьяков, Н.Н.Дорошенко

Донецкий національний технічний університет

Вопросы ухудшения технического состояния оборудования в процессе эксплуатации, весьма актуальная, так как от данной проблемы зависит эффективность, надежность и работоспособность оборудования. Техническое состояние - совокупность свойств объекта подверженных изменению в процессе производства или эксплуатации, характеризующихся в определенный момент времени признаками и значениями параметров, установленных технической документацией [1]. Технологическое оборудование в процессе эксплуатации проходит через бесконечное множество технических состояний от начального, для нового, принятого в эксплуатацию оборудования, до конечного, при котором эксплуатация не возможна. Наряду с технологическими процессами, которые целенаправленно проводят в оборудовании, протекают деградиационные процессы, которые влияют на параметры технического состояния. Во время эксплуатации проходят такие процессы как закоксовывание, налипание, отложения, изменение проходного сечения, изменение технологического зазора и так далее. Все это влияет на эффективную работу, а именно снижает производительность работы и влияет на качество продукции [2].

Так результатом деградиационных явлений как износ различных элементов конструкции кладки крепежа, приводит к: уменьшению толщины стенок, развитию трещин, появлению вибрации. Что в конечном итоге может нарушить работоспособность оборудования. Но даже если работоспособность оборудования сохранится, то может произойти ухудшение показателей надежности [3].

На коксохимическом предприятии основным технологическим агрегатом является коксовые печи, одним из основных элементов которых является простенки камер коксования, которые работают в тяжелых условиях, и выполнены их динасового кирпича. Стеновые кирпичи подвергаются истирающему воздействию кокса, температурным перепадам при загрузке шихты и воздействию высокотемпературного коксового газа Динас в простенках печей работает при температуре около 1450°C, а в отдельных случаях температура в вертикалах повышается до 1550°C. Вследствие выгрузки кокса и засыпки шихты в камеру коксования, температура в кладке падает примерно в два раза, огнеупорный материал подвергается значительным тепловым ударам. После чего в огнеупоре появляются такие микродефекты как: оплавления, скалывания, выкрашивания,

микротрещины и так далее, которые впоследствии приводят к возникновению макродефектов - расколам, скалыванием, раковинам, трещинам, что в дальнейшем, после достижения критического состояния простенка, приводит к его отказу. В итоге происходит отказ коксовых печей, прекращается выдача кокса, и возникает необходимость производства ремонтов, что является снижением экономическим показателям и увеличивает себестоимость выпускаемой продукции.

Для повышения износостойкости кладки простенок печей применяется динас повышенной плотности, устойчивый против истирания.

Огневые и износостойкие свойства динаса в значительной степени определяются его химическим составом. Также свойства динасовых изделий зависит от свойств сырья, структуры и количества применяемых минерализаторов. В ответственных изделиях динаса стремятся получить как можно более высокое содержание кремния путем применения кварцита с содержанием не менее 97—98% кремния и общего количества минерализаторов не более 1%. Наиболее огнестойкой составной частью динаса является кремнезем. С увеличением содержания SiO_2 огнеупорность динаса повышается. При содержании 95—98% SiO_2 (кремния) огнеупорность находится в пределах 1710—1730.°C.

Одним из наиболее перспективных направлений повышения ресурса отопительных простенков коксовых печей является изменение свойств и структуры огнеупорного динасового кирпича.

В настоящее время большое внимание уделяется методам получения ультрадисперсных и нанодисперсных материалов. Установлено, что уменьшение размера структурных элементов (частиц, кристаллов, зерен) материалов, ниже некоторой пороговой величины приводит к существенному изменению физических, химических и механических свойств. Этот эффект проявляется, когда средний размер частиц в большинстве материалов становится меньше 40-100 нм, и которые принято называть нанокристаллическими. Кроме размеров частиц важную роль в нанокристаллических материалах играют структура и состояние границ разделов фаз. Это влияние особенно характерно для таких материалов, в которых границы разделов фаз находятся в неравновесном состоянии (интерметаллические соединения), что приводит к самопроизвольной релаксации таких границ даже при комнатной температуре.

Для формирования нанодисперсных материалов в основном используются такие методы, как интенсивная пластическая деформация, кристаллизация аморфных сплавов, компактирования порошков и т.д.

Применение плазмохимических вакуумных технологий позволило получать наноматериалы в виде нанодисперсных и нанокопозитных многокомпонентных и многослойных покрытий на

основе боридов, силицидов, нитридов, карбидов и т.д.. При этом могут формироваться нанодисперсные структура с разной степенью структурной неравновесности, спектром разорентации, дефектности и различным химическим составом границ. В большинстве случаев образование этих структур связано с сегрегацией одной фазы в пределы другой. При этом твердые частицы не внедрены в матрицу другой фазы, а разделены друг от друга или покрыты очень тонким слоем адсорбированных атомов второй фазы [4].

Существует также ингибиторы износа [5]. Это компоненты, изменяющие механизмы и кинетику физико-химических взаимодействий в поверхностных слоях элементов, которые вводят в материал для увеличения ресурса. При этом, важное значение имеет не только состав этих компонентов, но и их дисперсность и активность. Особое место занимают силикатосодержащие полимеры, включающие в составе наноразмерные частицы силикатов различной природы, что дает комплексное воздействие на структуру и свойства. Силикатосодержащие нанокompозиты по комплексу характеристик существенно превосходят традиционные материалы на основе полимерных матриц.

Одними из таких силикатных модификаторов, обладающий уникальными характеристиками являются кремний, диоксид кремния, окись алюминия.

Введение таких силикатных модификаторов в состав динасовой массы позволяет изменить его структуру с “механизмом” самовосстановления.

При развитии трещины на поверхности кладки достигают полимеркерамическую капсулу и разрушают ее оболочку. При этом температура плавления оболочки капсулы 800-900°C. Когда разрушается оболочка капсулы силикатсодержащий нанокompозит выливается, заполняя микротрещину (рисунок 1).

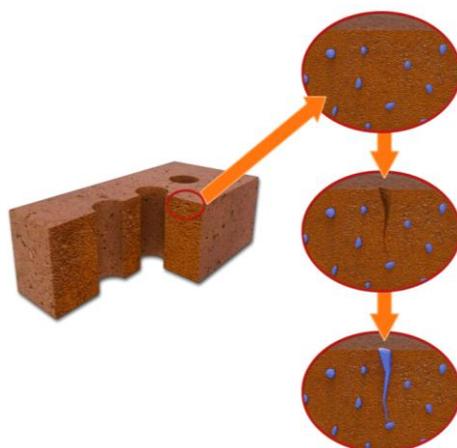


Рисунок 1 – Схема восстановления огнеупорного материала нанокapsулами.

Кроме того, возможна другая схема восстановления огнеупора, силикатосодержащими нанокompозитными ресурс-повышающими капсулами.

Ресурс-повышающие капсулы находятся между шамотом и восстановительной. При достижении температуры плавления алюминия происходит его инфильтрация в слой шамота. Структура оболочки капсулы является матрицей из твердых диоксида кремния и окиси алюминия, армированную жидким алюминием, проникающим в поры шамота. Дальнейшее повышение температуры печи приводит к экзотермической реакции взаимодействия жидкого алюминия с диоксидом кремния, входящий в состав футеровки, что приводит к расширению продуктов сгорания и образования прочного тугоплавкого каркаса. Достигнув температуры 1100°C и выше снова происходит окисление кремния до диоксида кремния за счет кислорода воздуха, находящегося в печном пространстве.

Таким образом, одним из наиболее эффективных путей повышения ресурса динасовых материалов, которые применяются в кладке коксовых печей является введение в их состав восстанавливающих нанокapsул.

Список литературы

1. Топоров А.А. Изменение расчетных схем элементов оборудования химических производств в процессе эксплуатации. Машиностроение и техносфера XXI века / Топоров А.А., Боровлев В.Н., Третьяков П.В., Власов Г.А., Кауфман С.И., Романенко Е.П. // Сборник трудов XVII международной научно-технической конференции в г. Севастополе 13-18 сентября 2010 г. В 4-х томах. – Донецк: ДонНТУ, 2010. Т3. С. 164-168
2. Калиниченко Р.С. Системный подход при анализе тепловых агрегатов / Калиниченко Р.С., Топоров А.А. // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів // Збірка доповідей VIII Міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів. Т1. – Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2009.– С 151-152.
3. Топоров А.А. Изменение эффективности работы химического оборудования в процессе эксплуатации / Топоров А.А., Парфенюк А.С. // Известия Московского государственного технического университета МАМИ выпуск № 1 (19) / том 3 / 2014 – С 98-105.
4. Миркин И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов / И. Миркин. – М.: Наука, 1964. – 860 с.
5. Механохимический синтез дисперсных слоистых композитов на основе каолинита и ряда органических и неорганических кислот. Исследование методом ИК-спектроскопии / Т.Ф. Григорьева [и др.] // Неорганические материалы. – 1996. – Т. 32, № 2. – С. 214-220.