

УДК 699.866

В.Н. Соков, А.Э. Бегляр

ФУТЕРОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Изложены принципы разработки состава футеровочного материала на основе высокоглиноземистого огнеупора для зоны спекания вращающихся печей. Приведены результаты исследований, подтверждающих эффективность применения бетонов на основе высокоглиноземистого алуминатного цемента с использованием заполнителя — белого электроплавленного корунда Тихвинского глиноземного завода. Предложена конструкция двухслойных блоков.

Ключевые слова: огнеупорные материалы, тепловые процессы, вращающаяся печь, высокотемпературная изоляция.

UDK 699.866

V.N. Sokov, A.E. Beglyarov

COVERING MATERIALS FOR HIGH TEMPERATURE INSULATION

Engineering philosophies of the covering material proportion based on the high-alumina refractory for the burning zone of revolver furnaces are set out. Research data confirming the concrete efficacy based on high-alumina aluminous cement using the aggregate — white electromelted corundum of Tikhvin alumina plant — are presented. The construction of two-layer blocks is offered.

Key words: hearthstone, thermal processes, revolver furnace, high temperature insulation.

Развитие отраслей народного хозяйства, связанных с интенсификацией тепловых процессов, ставит перед огнеупорной промышленностью многочисленные задачи по повышению качества и стойкости в службе огнеупоров, созданию и освоению новых видов эффективных огнеупорных материалов и изделий, обладающих специальными свойствами и способных, не разрушаясь, выдерживать высокие давления и температуры, резкие тепловые удары, воздействие радиации и т.п. Одной из таких задач является разработка состава футеровочного материала для зоны спекания вращающихся печей.

Футеровка вращающейся печи, ее стойкость, вид огнеупора, из которого она выполнена, организация футеровочных работ, толщина обмазки на поверхности в зоне спекания являются основными факторами, влияющими на коэффициент использования печи, ритмичность работы предприятия, тепловые потери, удельный расход тепла при обжиге клинкера.

Стойкость футеровок из хромомagneзитовых и периклазшпинелидных огнеупоров, являющихся основными футеровочными материалами зоны спекания, составляет в среднем около 230 сут, что в 2...2,5 раза ниже продолжительности компании печи между средними ремонтами.

За рубежом (Англия, США, Япония, Австралия и др.) для футеровки зоны спекания применяют как основные, чаще всего магнезитохромитовые, так и высокоглиноземистые огнеупоры. Причем высокоглиноземистая футеровка применяется только в том случае, если обжигаемый материал обладает хорошей способностью к образованию обмазки. В качестве сырья для изготовления высокоглиноземистых изделий применяют корунд и муллит, получаемые электротермическим методом, а также силлиманит и боксит. Если сырье отличается трудной спекаемостью и огнеупор еще до образования обмазки подвергается интенсивному химическому воздействию, для футеровки зоны спекания применяют основные огнеупоры.

В Австралии в зоне спекания применяют высокоглиноземистый огнеупор с содержанием Al₂O₃ около 70, в США — 70...80, в Испании — 70...95 %.

Стойкость футеровок в зоне спекания на зарубежных цементных заводах различна, зависит от вида огнеупора, диаметра печи, обжигаемого материала, вида технологического топлива и других факторов и составляет по некоторым сведениям от 3 до 24 мес.

При взаимодействии высокоглиноземистых огнеупоров с портландцементными клинкерами наблюдается интенсивное разъедание огнеупора в месте контакта с клинкером. При этом в результате проникновения в глубь кирпича относительно легкоплавких эвтектических расплавов он приобретает зональное строение. Глубина проникновения расплава определяется глиноземным модулем сырьевой смеси. С увеличением его глубина зоны уменьшается. Коррозия огнеупора происходит в первую очередь по связке, которая представлена кристобалитом.

Промышленные испытания показали, что высокая стойкость высокоглиноземистого огнеупора может быть обеспечена при создании на футеровке устойчивой защитной обмазки из обжигаемого материала толщиной не менее 50 мм. При этом все низкотемпературные образования кристаллизуются на контакте огнеупор — обмазка, образуя буферный слой с переменным по толщине коэффициентом термического расширения, что способствует устойчивости обмазки.

Все исследования стойкости высокоглиноземистых огнеупоров в зоне спекания вращающейся печи проводились применительно к мелкоштучным изделиям (кирпичу). Однако, в связи с увеличением размеров печи, возрастанием объема футеровочных работ, возникли новые более высокие требования к футеровочным материалам, их размерам, способам укладки, организации и механизации. Решению создания промышленных крупноразмерных футеровочных элементов для зоны спекания вращающихся печей и способов их монтажа и посвящена данная работа.

Условия службы огнеупоров в зоне спекания очень тяжелые. Даже при стабильной работе печи огнеупор подвергается воздействию большого количества факторов, оказывающих разрушающее действие. К ним относятся следующие: высокая температура рабочей поверхности футеровки, достигающая 1500...1600 °С; интенсивная химическая агрессия обжигаемого материала; взаимодействие компонентов клинкера и огнеупора с образованием легкоплавких эвтектик; значительные механические нагрузки, возникающие в замкнутом кольцевом своде за счет теплового расширения футеровки; высокий температурный градиент в теле огнеупора (50...60 °С/см); механическое абразивное воздействие обжигаемого материала и др.

В связи с этим, к огнеупорам для футеровки зоны спекания предъявляются требования высокой огнеупорности, температуры деформации под нагрузкой, термостойкости, прочности, устойчивости к химическим воздействиям, и способности образовывать устойчивую обмазку на своей поверхности. Положительные результаты исследований, проведенных на кафедре технологии отделочных и изоляционных материалов (ТОИМ) МГСУ, показали, что наиболее полно перечисленным требованиям удовлетворяют бетоны на основе высокоглиноземистого алюминатного цемента. Этот цемент отличается от других тем, что он содержит 100 % СА2, т.е. по химическому составу содержание в нем А12О3 находится в пределах 75...90 %. Это обеспечивает огнеупорность до 1800 °С и позволяет определить температуру службы до 1750...1800 °С.

Большая огневая усадка высокоглиноземистого цемента, достигающая 2 % в интервале температур 800...1400 °С, может быть снижена до минимальной величины путем введения в бетон заполнителя соответствующего

гранулометрического состава. Таким заполнителем является белый электроплавленный корунд Тихвинского глиноземного завода.

Кроме того, с целью значительного снижения массы футеровочных блоков и улучшения теплозащитных свойств, предложена конструкция двухслойных блоков. При размерах блока 1000×500×230 мм плотный слой имел толщину 130 мм, а второй теплоизоляционный — 100 мм.

В качестве материала теплоизоляционного слоя использовались легко-весные огнеупорные гранулы, изготовленные на основе высокотемпературостойкого волокна и высокоглиноземистого цемента. Средняя плотность таких гранул составила 600 кг/м³, прочность на сжатие — 2,0 МПа при температуре применения до 1200 °С.

Разработанная технология огнеупорных гранул предусматривает использование гранулятора, что позволяет получать высокопористые гранулы правильной сферической формы различной гранулометрии и достаточно высокими показателями свойств. Невысокая влажность отформованных гранул способствует значительному сокращению длительности технологического процесса, за счет уменьшения времени их сушки. Совершенствование технологии указанных огнеупорных гранул продолжается на кафедре ТОИМ МГСУ.

Исследование основных физико-технических свойств огнеупорного бетона, разработанная конструкция блоков и технологический регламент изготовления показали их преимущество перед другими видами жаростойких бетонов и мелкоштучными изделиями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология строительных материалов многофункционального назначения / В.Н. Соков, А.Д. Жуков, Г.Р. Чернова, С.А. Сиденев // Строительный комплекс Востока России : сб. тр. Межрегион. науч.-практ. конф. Том 1 / ВСГТУ. Улан-Уде, 1999.
2. Некоторые аспекты создания строительных материалов в условиях гидротеплосилового поля / В.Н. Соков, А.Д. Жуков, Г.Р. Чернова, А.В. Подпоринова // Проблемы строительной физики систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях : сб. тр. V Науч.-практ. конф. НИИСФ. М., 2000.

REFERENCES

1. Sokov V.N., Zhukov A.D., Chernofa G.R., Sidenov S.A. *Stroitelny kompleks Vostoka Rossii : sb. trudov Mezhhregionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. T. 1.* [Collected papers of the interregional research and practice conference “Building complex East of Russia”. Part 1]. Ulan-Ude, 1999.
2. Sokov V.N., Zhukov A.D., Chernofa G.R., Podporinova A.V. *Problemy stroitelnoi fiziki, sistem obespecheniya, mikroklimata i energosberezheniya v zdaniyakh : sb. trudov V Nauchno-prakticheskoy konferentsii NIISF* [Collected papers of the V Research and practice conference of NIISPh. “Problems of building physics, supporting system, small-scale climate and energy efficiency in buildings”]. Moscow, 2000.

Поступила в редакцию в мае 2011 г.

Об авторах:

Соков Виктор Николаевич, профессор, доктор технических наук, профессор кафедры технологии отделочных и изоляционных материалов, МГСУ, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, mgsu_toim@mail.ru;

Бегляров Андрей Эдуардович, инженер, ассистент кафедры технологии отделочных и изоляционных материалов, МГСУ, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, mgsu_toim@mail.ru

About authors:

Sokov Viktor Nikolayevich, Professor, Doctor of Engineering Science, Professor of finishing and insulating materials technology department, MSUCE, 26 Yaroslavskoye Freeway, 129337, Moscow, Russia, mgsu_toim@mail.ru;

Beglyarov Andrei Eduardovich, Engineer, Assistant Professor of finishing and insulating materials technology department MSUCE, 26 Yaroslavskoye Freeway, 129337, Moscow, Russia, mgsu_toim@mail.ru