

УДК 699.866

Н.В. Трескова, Л.А. Харитоновна

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ КЕРАМОВОЛОКНИСТАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

Рассмотрена технология композиционных волокнистых изделий для высокотемпературной изоляции и исследованы их свойства. Обосновано применение керамоволокнистых материалов при футеровочных работах тепловых агрегатов.

Ключевые слова: огнеупоры, глина, огнестойкие волокна, обжиговые печи, экономия энергоресурсов, волокнистая теплоизоляция.

UDK 699.866

N.V. Treskova, L.A. Haritonova

HIGH-TEMPERATURE CERAMIC-CURLY BUILDING INSULATION

The technology of composite fiber products for high-temperature insulation and the properties research is described. The ceramic-curlly materials application for line operating of thermal generating units is justified.

Key words: refractories, clay, flame-retardant fibers, burning kiln, energy saving, curly building insulation.

Преимущества волокнистой высокотемпературной теплоизоляции проявляются в нескольких аспектах. При проектировании теплового агрегата конструкция ограждения может быть устроена проще и легче, что повлияет на его габариты и массу. Такие конструкции также проще монтировать. Время и трудовые затраты на монтаж футеровки из волокнистых изделий составляют 10 % времени и трудовых затрат на монтаж футеровки из легко-весных огнеупоров. Использование волокнистых изделий в периодических печах позволяет экономить до 30...50 % топлива, ускорить процессы нагрева и охлаждения, т.е. сократить время тепловой обработки и сроки ремонта, улучшить условия труда.

На основе высокотемпературостойких волокон и огнеупорной глины получены материалы средней плотностью 300...700 кг/м³, пределом прочности при сжатии 0,3...4,0 МПа, при изгибе — 0,3...2,5 МПа, температурой применения до 1200 °С, теплопроводностью при температуре 600 °С на горячей стороне 0,14...0,24 Вт/м·К. Материал можно получать пропиткой волокнистого ковра либо мокрым способом — прессованием либо вибропрессованием из гидромасс, или формованием подпрессовкой с вакуумированием и последующей тепловой обработкой — сушкой, а для обеспечения прочности изделий еще и обжигом. Введением различных ПАВ (поверхностно-активных веществ), изменением водотвердого отношения смесей, использованием различных способов приготовления смеси, формования и тепловой обработки можно изменять свойства получаемых материалов в зависимости от требований потребителя.

Для снижения количества воды в гидромассе ее подготовку можно проводить не в обычном лопастном смесителе, а в вибрационном. Вибрационное воздействие на керамические массы приводит к большему их разжижению вследствие временного разрушения структуры и высвобождения связанной и иммобилизованной воды, таким образом обеспечивается равномерное распределение частиц твердой фазы в волокнистой матрице при пониженном водосодержании. Причем, согласно положениям физико-химической механики, наибольшее разжижение достигается при сочетании воздействий вибрации и ПАВ.

Использование вибрационного смесителя позволяет отказаться от предварительной обработки ваты — ее распушки в трепальном аппарате. При вибрации под воздействием интенсивных механических колебаний раз-

рушаются внутренние связи между отдельными слоями и волокнами ваты, наблюдаются значительное ее диспергирование и распушка. Введение в массу ПАВ и образование благодаря этому на поверхности волокна адсорбционных пленок способствует дополнительной распушке ваты и получению меньших по размеру гранул и отдельных волокон. Получаемый материал отличается мелкопористой однородной структурой с равномерным распределением ваты и связки по всему объему.

Изучение реологических свойств формовочной смеси позволило установить зависимость между основной реологической характеристикой формовочных масс — эффективной вязкостью и структурой получаемого материала. Системы, характеризующиеся наименьшей эффективной вязкостью, обладают наибольшей однородностью структуры готового материала. Установлено требуемое для достижения этого состояния время вибрационной обработки и прослежена динамика изменения эффективной вязкости и коэффициента гомогенности формовочной массы с использованием добавок различных ПАВ. Регулируя реологические свойства формовочных глинисто-волоконистых масс, можно прогнозировать свойства получаемых керамоволоконистых изделий. Данные исследований показывают, что структура керамоволоконистого материала в основном формируется волокном. Применение обжига способствует более равномерному распределению связки по поверхности волокон, т.е. увеличению поверхности контакта связки с волокном вследствие появления жидкой фазы и, таким образом, образованию более жесткого каркаса. Причем, с повышением температуры обжига с 900 до 1200 °С структура керамоволоконистого материала становится однороднее, а распределение пористости равномернее.

Как уже было отмечено, структура композиционных керамоволоконистых материалов формируется волокном, и в условиях теплового нагружения их поведение специфично, так как волокно обладает высокой термической стойкостью, а обожженная глина плохо сопротивляется термическим нагрузкам. Керамоволоконистые изделия характеризуются повышенной (в несколько раз) термостойкостью в сравнении с легковесными огнеупорами, причем последняя имеет наивысшие для данного материала показатели при вибрационных способах подготовки формовочных масс и формования изделий.

Точно также теплопроводность керамоволоконистого материала вследствие волоконного строения ниже теплопроводности легковесных огнеупоров. Это характерно для всех керамоволоконистых материалов, получаемых при различных способах формования и с различными ПАВ. Однако способ формования также оказывает, хотя и в меньшей степени, влияние на теплопроводность, и значение последней несколько выше при получении изделий мокрым способом.

Эффективность использования керамоволоконистых материалов различной плотности в качестве футеровки и изоляции промышленных печей не вызывает сомнений. Для подтверждения этого ограничимся лишь двумя примерами. На Екатеринбургском кирпичном заводе в результате замены арочного свода кольцевой печи из обыкновенного и огнеупорного кирпича с изоляционной засыпкой на плоские съемные панели перекрытия из огнеупорных керамоволоконистых материалов масса свода уменьшена до 3 т, вместимость печи увеличена на 15 %, а производительность труда на 20 %.

Использование высушенного керамоволоконистого материала для монолитной футеровки в прецизионных электропечах позволило уменьшить толщину футеровки до 75 (вместо 100 мм) из огнеупорного легковеса (ШЛБ-

0,4), что позволило сократить расход электроэнергии на 20 %. Также было достигнуто равномерное распределение температуры на рабочей площади $\pm 0,5$ °С при температуре в рабочем пространстве печи 1240 °С. В то время как с изоляцией, выполненной из отдельных сегментов из легковесных огнеупоров, разброс температур составил ± 4 °С.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горлов Ю.П., Устенко А.А., Илясова И.А. Вибрационный способ изготовления керамоволокнистых теплоизоляционных изделий // Строительные материалы. 1978. № 9. С. 31—32.
2. Горлов Ю.П., Устенко А.А., Илясова И.А. Реологические свойства волокнисто-керамических масс // Строительные материалы. 1981. № 12. С. 26—27.
3. Оценка термостойкости керамоволокнистых материалов / Ю.П. Горлов, Л.А. Харитонова, Н.В. Трескова и др. // Стекло и керамика. 1985. № 9. С. 20—21.

REFERENCES

1. Gorlov Yu.P, Ustenko A.A., Ilyasova I.A. *Stroitelnyye materialy* [Constructional materials]. 1978, pp. 31—32.
2. Gorlov Yu.P, Ustenko A.A., Ilyasova IA *Stroitelnyye materialy* [Constructional materials]. 1981, pp. 26—27.
3. Gorlov Yu.P., Kharitonova L.A., Treskova N.V. etc. *Steklo i keramika* [Glass and ceramic], 1985, pp. 20—21.

Поступила в редакцию в мае 2011 г.

Об авторах:

Трескова Надежда Владимировна, канд. техн. наук, профессор кафедры технологии отделочных и изоляционных материалов, МГСУ, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, mgsu_toim@mail.ru

Харитонова Лидия Васильевна, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, МГСУ, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, mgsu_toim@mail.ru

About authors:

Treskova Nadezhda Vladimirovna, Candidate of Technical Science Professor of finish and insulating materials technology department, MSUCE, 26 Yaroslavskoye Freeway, 129337, Moscow, Russia, mgsu_toim@mail.ru

Kharitonova Lidiya Vasilevna, Candidate of Technical Science, Senior Research Fellow, MSUCE, 26 Yaroslavskoye Freeway, 129337, Moscow, Russia, mgsu_toim@mail.ru