

УДК 666.762.11-492.3-127

ВЫСОКОПОРИСТЫЙ ГРАНУЛИРОВАННЫЙ КОРУНДОВЫЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ ИЗ ГЛИНОЗЕМОПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ МАСС. Части 1 и 2

Предлагаемые способы получения пористых корундовых заполнителей имеют ряд существенных недостатков: значительную сложность, малую производительность, высокую энергоёмкость, узкий фракционный состав. Наиболее перспективным способом получения пористых корундовых заполнителей трех типов (полых, пористых и типа керамзит) является грануляция формовочных масс на основе вспененного бисерного полистирола (отсева). Изменяя параметры грануляции глиноземо пенополистирольных масс, можно регулировать свойства готового продукта.

Ключевые слова: пористый сферический корундовый заполнитель, гранулят, засыпная теплоизоляция, пенополистирол, электрокорундовый наполнитель, полые сферы, керамзит, параметры грануляции.

Часть 1. Способы получения корундового заполнителя и предпосылки создания сферических гранул с широким диапазоном гранулометрии, повышенными прочностью и термостойкостью

Ряд отраслей промышленности испытывает потребность в пористых корундовых заполнителях, основную массу которых должны составлять специально изготовленные легковесные гранулы с широким диапазоном физико-технических свойств. Гранулы необходимы для создания засыпной теплоизоляции различных промышленных установок с возможностью изоляции пространства сложной конфигурации, для изготовления легких огнеупорных бетонов, фильтров, носителей катализаторов, создания теплоизоляции поверхности расплавленного металла. Однако в России промышленное производство высокопористых корундовых гранул отсутствует. Единственным источником их получения является дробление корундовых теплоизоляционных материалов. Однако при дроблении частицы заполнителя имеют неправильную остроугольную форму, что затрудняет его применение в качестве засыпной теплоизоляции, а также образуются отходы в виде мелких фракций (пыль). Кроме того, использование качественных легковесных огнеупорных изделий как полуфабриката для получения заполнителя не только малоэффективно, но и просто недопустимо.

Для изготовления пористых корундовых гранул используют в основном общеизвестные методы формования, в частности способ раздува расплава технического глинозема различными энергоносителями (сжатым воздухом, паром и т. п.). Существенными недостатками этого и многих других предлагаемых способов являются их значительная сложность, малая производительность и экономичность, узость диапазона гранулометрии, трудность регулирования физико-технических свойств заполнителя. Способ раздува расплава к тому же характеризуется нестабильным выходом готового продукта (от 44,0 до 91,0 %) и большим колебанием свойств в пределах одной фракции. Зерновой состав получаемых гранул, как правило, очень ограничен, что является весьма отрицательным фактом, поскольку огнеупорные заполнители могут использоваться как в связанном состоянии, так и в свободном (в виде теплоизоляционных засыпок, фильтров, носителей катализаторов и т. п.). И в этом случае их гранулометрия превращается в одно из наиболее важных свойств, так как, изменяя крупность и соотношение отдельных фракций засыпки, можно варьировать в значительных пределах прочность, газопроницаемость, теплопроводность и другие важные свойства композиций.

Основные свойства пористых заполнителей определяются пористостью, ее характером и зависят от метода формирования высокопористой структуры. Наиболее эффективным способом получения искусственного пористого заполнителя является грануляция, а наиболее перспективным способом поризации формовочных масс — способ выгорающих добавок. Грануляция как основной техникой прием формования



В. Н. Соков
E-mail: sersok_07@mail.ru

искусственных гранул была использована при разработке технологии легковесного корундового заполнителя в ВостИО*. Предложенная технология предусматривала грануляцию вибромолотой смеси технического глинозема и гидрата глинозема в грануляторе тарельчатой формы при одновременном увлажнении гидрофильной добавкой. Формирование заполнителя грануляцией позволяет получать высокопористые гранулы правильной сферической формы с широким диапазоном гранулометрии и достаточно высокими показателями. Грануляция характеризуется простотой аппаратного оформления, сравнительно легко регулирует основные физико-технические свойства материала, обладает высокой производительностью, требует малых затрат энергии и ручного труда. Невысокая влажность отформованных гранул способствует значительному сокращению длительности технологического процесса за счет уменьшения срока их сушки.

Тонкопористая структура высокопористых и одновременно достаточно прочных гранул получается способом выгорания с применением сравнительно мелких сферических фракций поризующего компонента. В настоящей работе исследовали возможность использования мелких фракций пенополистирола. В пользу зерен пенополистирола как выгорающей добавки для изготовления огнеупорных заполнителей можно выделить следующие факторы.

1. Зерна пенополистирола обладают правильной сферической формой и характеризуются широким диапазоном гранулометрии. Подбирая их зерновой состав, можно добиться получения достаточно плотной и компактной укладки компонентов системы, с высокой степенью точности регулировать основные физико-технические свойства материала.

2. Правильная сферическая форма пор, получаемых после выжигания зерен пенополистирола, будет способствовать уменьшению концентрации напряжений в стенках гранул заполнителя при нагружении материала и, следовательно, улучшению его механических свойств, причем тем больше, чем меньше крупность зерен выгорающей добавки.

3. Пенополистирол характеризуется низким водопоглощением (~1 % за 24 ч) и высокой химической стойкостью не только по отношению к огнеупорным порошкам и воде, но и к воздействию минеральных агрессивных сред.

4. Зольность пенополистирола менее 0,1 %, что дает возможность получать изделия с высокими химической чистотой и огнеупорностью.

* Разработка технологии производства огнеупорных тонкостенных сферических заполнителей для легких бетонов и засыпок : отчет ВостИО. — Свердловск, 1972. — С. 3–80.

Низкая средняя плотность (35–50 кг/м³) и невысокая крупность зерен пенополистирола (<1 мм) должны обеспечивать высокую скорость его горения и сравнительно легкое выжигание при низких температурах (до 420 °С), т. е. задолго до активного спекания материала.

5. Мелкие фракции бисерного полистирола (<0,315 мм) — отсев, из которого путем вспучивания получают зерна пенополистирола, не используются при производстве поропластов из-за низкого коэффициента вспенивания и являются промышленным отходом. Радикальное средство повышения термостойкости пористых гранул — введение в сырьевую смесь зернистого наполнителя в виде электроплавленного корунда. Это способствует локализации разрядки термических напряжений.

Применение грануляции для формования заполнителя из масс, значительно различающихся по плотности и содержащих до 80 % (по объему) легкодеформирующихся зерен пенополистирола, обладающих к тому же упругим последствием, является весьма целесообразным приемом, позволяющим, не нарушая целостности их шаровидной формы, получать достаточно плотную и прочную структуру корундовых гранул с заданной крупностью. Вместе с тем присутствие в формовочной массе значительного количества эластичных пенополистирольных частиц и крупнозернистого корундового наполнителя в сочетании с незначительными размерами отформованных гранул позволит использовать жесткие режимы сушки вплоть до совмещения процессов сушки и обжига сырцовых гранул в одной технологической операции.

Часть 2. Обоснование способа грануляции глиноземополистирольных смесей

Важным моментом при получении легковесных корундовых заполнителей трех типов — полых, пористых, а также керамзита, имеющего прочную плотную оболочку и вспененную сердцевину, на основе технического глинозема, электроплавленного корунда и зерен пенополистирола является выбор способа грануляции. Известны две разновидности грануляции различных материалов: сухая и мокрая. При сухой грануляции в гранулятор подают сухие или частично увлажненные материалы влажностью меньше оптимальной и недостающее количество воды. Мокрой грануляции подвергают массу оптимальной влажности или влажности, превышающей оптимальную, с добавлением некоторого количества сухого материала.

Основной фактор, влияющий на выбор способа грануляции, — различие в плотности используемых материалов (средняя плотность пенополистирола 35,0–50,0 кг/м³, плотность зерен технического глинозема и электрокорунда соот-

ветственно 3500–3600 и 3800–3900 кг/м³). Полые сферы предполагалось получать путем накатывания на предварительно сформованные пенополистирольные ядра слоя огнеупорного компонента, а наполнитель двух других типов — путем совместной грануляции формовочной массы с нанесением на отформованные гранулы сухой смеси для заполнения типа керамзит или без нанесения для пористых гранул. Проведенные исследования показали, что использование сухого способа грануляции создает повышенное пылевыведение и частичное удаление легких пенополистирольных зерен из гранулятора. Формирование пенополистирольных ядер затруднено из-за неравномерного смачивания поверхности исходных зерен выгорающей добавки. Сухое смешение в грануляторе разноплотных компонентов при формировании пористых гранул не позволяет получать материал с достаточно однородной структурой из-за всплывания легких зерен пенополистирола на поверхность гранулятора. Эти обстоятельства предопределили необходимость выбора мокрого гранулирования формовочных масс.

На качество формовочных масс для получения пористых сфер наиболее сильно влияют порядок загрузки исходных компонентов в смесительный агрегат и степень их увлажнения. Предварительное увлажнение огнеупорных компонентов и последующее их смешение с выгорающей добавкой не обеспечивают получения однородной массы при оптимальной влажности, так как введенная влага расходуется на образование гидратных оболочек вокруг сухих порошков и заполнение капилляров между частицами шихты. Поэтому для смачивания гранул пенополистирола потребуются значительное увеличение влагосодержания, что в результате роста подвижности массы может обеспечить необходимую гомогенность. Однако

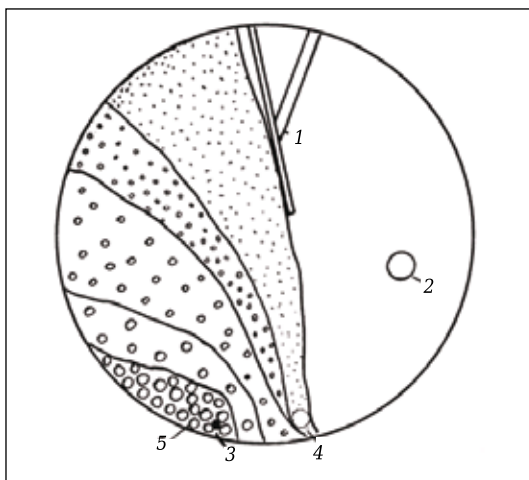


Схема грануляции материалов: 1 — нож для очистки дна тарелки; 2 — зона загрузки глиноземополистирольной или пенополистирольной массы; 3 — зона подачи сухих компонентов для опудривания гранул; 4 — зона подачи раствора с. с. б. (при получении полых сфер); 5 — зона выгрузки отформованных гранул

увеличение количества влаги сверх оптимального крайне нежелательно из-за снижения прочности сырцовых гранул. Лишь только введение сухого огнеупорного порошка в предварительно увлажненный пенополистирол при непрерывном перемешивании позволяет получить однородную массу. Пенополистирол обладает способностью накапливать на своей поверхности статическое электричество, причем степень электризации увеличивается при уменьшении диаметра гранул. Обработка пенополистирола раствором ПАВ создает смачивание его поверхности за счет сил электростатического электричества и образование вокруг гранул молекулярных слоев жидкости, являющихся адсорбентами. При совместном перемешивании увлажненного пенополистирола с огнеупорным порошком будет происходить адсорбирование частиц порошка на увлажненной поверхности пенополистирольных зерен.

Для формирования корундовых гранул использовали гранулятор тарельчатой формы, представляющий собой чашу (тарель), установленную под некоторым углом к горизонту и вращающуюся на центральном валу. Схема грануляции материалов показана на рисунке. Формовочная масса подается в верхнюю часть днища тарелки, перемещающуюся вниз, и под воздействием центробежных сил устремляется вверх к очистительному скребку, который препятствует дальнейшему ее продвижению. Под воздействием гравитационных сил и сил инерции зародышевые комочки свободно скатываются вниз и вновь увлекаются по направлению вращения тарелки. С ростом размера гранул сила их трения о поверхность слоя материала снижается, уменьшается и угол естественного откоса, при котором происходит скатывание гранул по днищу тарели. Гранулы поднимаются на все меньшую высоту, что приводит к сокращению продолжительности их скатывания. В результате закатывания гранул в тарельчатом грануляторе происходит движение крупных и мелких фракций по различным траекториям, благодаря чему осуществляется их классификация по крупности.

Изменяя параметры грануляции — угол наклона, частоту вращения и высоту борта тарели, продолжительность гранулирования, а также поступление влаги, можно в известных пределах регулировать интенсивность процесса грануляции и свойства готового продукта (прочность и насыпную плотность гранул). При изучении грануляции глиноземополистирольных масс исследовали влияние дисперсности, влажности и состава формовочных масс, а также режимов работы тарельчатого гранулятора и других факторов на качество получаемого продукта.

(Продолжение следует)

Получено 02.03.17
© В. Н. Соков, 2017 г.