Д. т. н. **В. Н. Соков** (✉)

ФГБОУ ВО НИУ «Московский государственный строительный университет», Москва, Россия

УДК 666.762.11-492.3-127

ВЫСОКОПОРИСТЫЙ ГРАНУЛИРОВАННЫЙ КОРУНДОВЫЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ ИЗ ГЛИНОЗЕМОПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ МАСС. Часть 8. Рациональные режимы сушки и обжига сырцовых корундовых гранул*

Результаты исследований сушки сырцевых корундовых гранул полностью подтвердили предположение о том, что глиноземопенополистирольные массы обладают низкой чувствительностью к сушке, что позволит совместить сушку и обжиг в одном тепловом агрегате. Поскольку интенсивное выделение продуктов пиролиза и горение пенополистирола могут привести к деструкции сырцовых гранул, скорость их нагрева должна быть подобрана так, чтобы газообразные продукты успевали диффундировать из материала, не нарушая сплошности его структуры. Предложен рациональный режим обжига.

Ключевые слова: *корундовые гранулы, зерна пенополистирола, глиноземопенополистирольная масса, кривые сушки, чувствительность к сушке, пиролиз.*

Основными компонентами, слагающими сырец исследуемых гранул, являются пенополистирол, огнеупорные компоненты и вода затворения. Для исследуемых систем характерно преобладание физико-механического вида связи влаги с материалом, тем более что они содержат значительное количество (до 80–81 об. %) зерен пенополистирола, обладающих низкими гигроскопичностью и водопоглощением (~1,0 % в сутки). Это в основном два вида влаги: капиллярная и влага смачивания, как известно, наиболее легко удаляемые из материала.

Содержащиеся в сырцовых гранулах сферические зерна пенополистирола обладают высокой эластичностью и склонностью к упругой деформации. Значительное количество плотноуложенных частиц выгорающей добавки образует достаточно плотную структуру сырца, мало подверженную деформации и растрескиванию под воздействием возникающих при сушке напряжений. Это связано с тем, что в процессе сушки зерна пенополистирола воспринимают на себя образующиеся напряжения и в результате небольшой усадки сырцовых сфер гасят или ослабляют их. В случае образования микротрещин зерна выгорающей добавки будут играть роль барьера на пути их распространения. Микротрещины будут вынуждены огибать крупные частицы пенополистирола, что задержит их распространение в материале и ослабит усадочные напряжения. Такую же роль в материале будут играть и крупные частицы корундового наполнителя, что также улучшит сушильные свойства гранул. Таким образом, вышесказанные предпосылки позволили предположить наличие у сырцовых глиноземопенополистирольных гранул сравнительно низкой чувствительности к сушке, давая возможность проводить ее при жестких режимах.

Исследование процесса сушки осуществляли на гранулах фракций 5–10 и 10–20 мм на основе как электрокорунда (влажность гранул 16,0 %), так и технического глинозема (влажность гранул 42,0 %), сырцы укладывали в сушилку слоем толщиной 0,03–0,04 м. Сушку гранул начинали при 75–80 °С. Скорость подъема температуры на стадии прогрева составляла 50,0–55,0 °С/ч. В период постоянной скорости сушки температура поднималась до 120 °С и при этой температуре осуществлялась изотермическая выдержка гранул. Температура выше 120 °С нежелательна вследствие размягчения пенополистирола и ухудшения качества изделий. Скорость движения теплоносителя 5 м/с.

Кривые сушки сырцовых гранул показаны на рис. 1. Видно, что с уменьшением их размера

*[1] Продолжение. Части 1 и 2 статьи опубликованы в журнале «Новые огнеупоры» № 7 за 2017 г., часть 3 — в № 9 за 2017 г., часть 4 — в № 11 за 2017 г., часть 5 — в № 1 за 2018 г., часть 6 — в № 3 за 2018 г., часть 7 — в № 5 за 2018 г.

✉
В. Н. Соков
E-mail: sersok_07@mail.ru

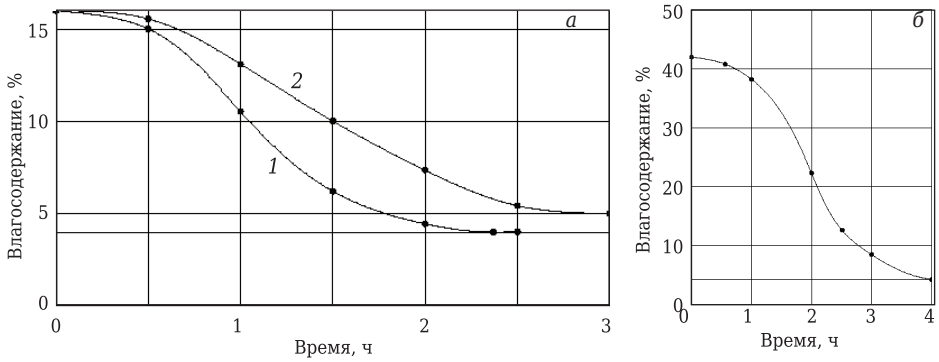

Рис. 1. Кривые сушки гранул (*1* — 5–10 мм; *2* — 10–20 мм) на основе электрокорунда (*а*) и гранул (5–20 мм) на основе технического глинозема (*б*)

продолжительность сушки сокращается. Так, при сушке гранул (5–10 и 10–20 мм) на основе электрокорунда продолжительность сушки при выбранном режиме составляла соответственно 2,5 и 3,0 ч при остаточной влажности 4,0 %. В процессе сушки гранул не было замечено появления трещин и других дефектов. Объемная усадка материала 1,0–1,5 %. При этом предел прочности при сжатии высушенных гранул на основе электрокорунда составлял 0,4–0,5 МПа, а гранул на основе технического глинозема 0,15–0,2 МПа.

Таким образом, результаты проведенных исследований полностью подтвердили предположение о том, что сушку сырцовых глиноземопенополистирольных гранул можно проводить в жестких режимах: начальная температура 75–80 °С, скорость подъема температуры 50–55 °С/ч, максимальная температура изотермической выдержки 120 °С, скорость теплоносителя 4–5 м/с, продолжительность сушки пористых гранул 3,0 ч, полых гранул 4,0 ч. Низкая продолжительность сушки в сочетании с высокими значениями параметров теплоносителя позволяют исключить сушку как самостоятельный технический передел и совместить ее и обжиг гранул в одном тепловом агрегате.

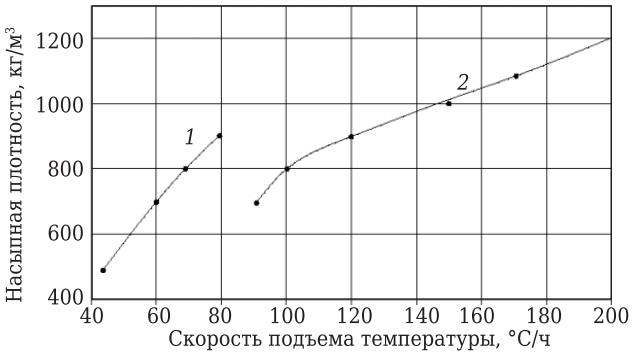

Рис. 2. Рекомендуемые режимы подъема температуры при выжигании пенополистирола из высушенных гранул в зависимости от их типа и насыпной плотности: *1* — полые гранулы на основе молотого технического глинозема; *2* — пористые гранулы на основе смеси электрокорунда и глинозема

Обжиг сырцовых гранул сопровождается пиролизом органических компонентов и имеет важное техническое значение. Интенсивное выделение продуктов пиролиза и горения пенополистирола может привести к деструкции сырцовых гранул и увеличению брака готовой продукции. Наиболее интенсивное разложение и улетучивание пенополистирола происходит в интервале 250–320 °С, а полное удаление остатков органики заканчивается при 420 °С. Следовательно, скорость нагрева сырцовых гранул при этих температурах должна быть подобрана таким образом, чтобы выделяющиеся газообразные продукты успевали диффундировать сквозь стенки материала, не нарушая сплошность его структуры. Для реализации этого условия необходимо либо растянуть во времени режим обжига в данной области температур, либо обеспечить площадку изотермической выдержки при температурах, соответствующих наибольшей скорости процесса пиролиза. Для этого были подобраны режимы подъема температур при выжигании пенополистирола как из полых сфер, так и из пористых при разной насыпной плотности сырца. Отформованные гранулы высушивали до постоянной массы и обжигали с различной скоростью разогрева в интервале 200–450 °С. После охлаждения образцы осматривали на предмет образования трещин. Были подобраны рациональные режимы, позволяющие получать материал хорошего качества. Как видно из рис. 2, при увеличении насыпной плотности сырцовых гранул можно использовать более жесткие режимы подъема температуры на первой стадии обжига, что связано с уменьшением в материале содержания пенополистирола. Более жесткие режимы рекомендуется также применять при обжиге более пористых гранул, так как выгорающая добавка в таком материале распределена более равномерно по объему сферы, обеспечивая равномерное воздействие выделяющихся газов на все слои материала. Одновременно с процессами пиролиза пенополистирола заканчиваются также процессы разложения и удаления поверхностно-активных веществ.

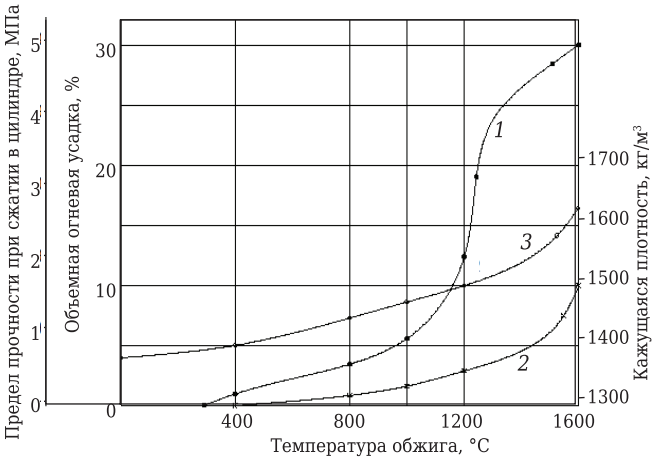

Рис. 3. Влияние температуры обжига на предел прочности при сжатии (*1*), объемную огневую усадку (*2*) и кажущуюся плотность гранул (*3*)

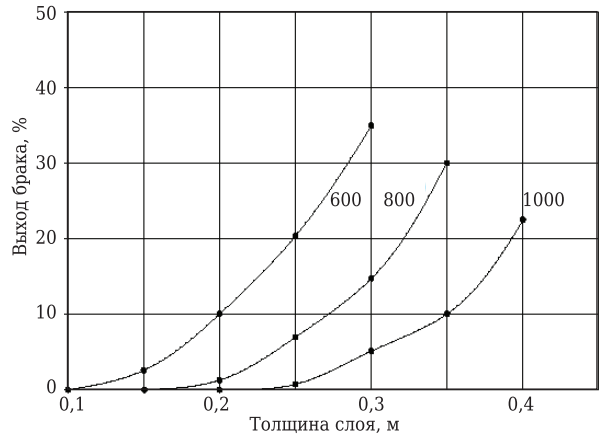

Рис. 4. Влияние толщины слоя обжигаемого материала при различной насыпной плотности пористых гранул (указана на кривых, кг/м³) на выход брака

Исследования влияния температуры обжига гранул на некоторые свойства заполнителя показаны на рис. 3. Дополнительная усадка гранул заполнителя при повторном нагреве до 1650 °С составляет 0,5–1,0 %. Аналогичный режим дает хорошие результаты и при обжиге полых сфер. Предварительными исследованиями установлено, что ввиду небольшой поверхности соприкосновения корундовых гранул в слое обжигаемого материала контактное спекание отсутствует. Это позволяет производить обжиг гранул в естественном насыпном состоянии слоем различной толщины. Результаты изучения влияния толщины слоя обжигаемого материала при разной насыпной плотности пористых гранул на выход брака показаны на рис. 4. При насыпной плотности корундовых гранул 600, 800 и 1000 кг/м³ максимальная толщина слоя не должна превышать 0,15, 0,20 и 0,25 м соответственно. При этом толщина слоя при обжиге полых сфер должна составлять 0,03–0,05 м. С учетом этих рекомендаций был предложен рациональный режим обжига (рис. 5), позволяющий получать заполнитель хорошего качества с требуемыми показателями физико-технических свойств.

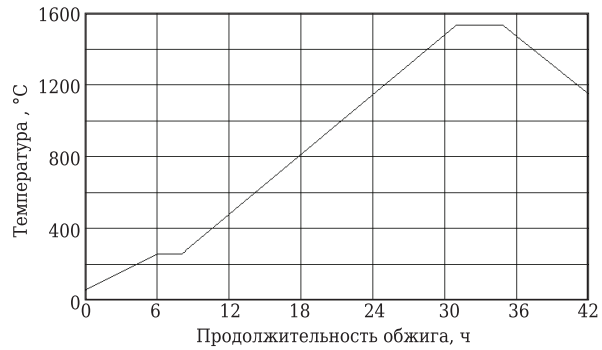

Рис. 5. Рекомендуемый режим обжига корундовых гранул

Получено 02.03.17
© В. Н. Соков, 2018 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ