

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 7. Изучение возможности получения полых корундовых гранул*

Фракционный состав корундовых гранул определяется в основном гранулометрией пенополистирольных ядер, влажностью смеси и параметрами грануляции. Применение высоких динамических уплотняющих нагрузок отрицательно сказывается на качестве продукции. Установлены частота вращения тарели, угол ее наклона и продолжительность грануляции. Разработан порядок получения полых гранул на основе технического глинозема.

Ключевые слова: полые корундовые гранулы, пенополистирольные ядра, агрегация, формовочная влажность, динамическая уплотняющая нагрузка.

Первая стадия изготовления сырцовых полых гранул предусматривает формирование гранулированных ядер из зерен пенополистирола. При этом первоочередной задачей является получение ядер, не разрушающихся в процессе их минерализации огнеупорным компонентом. Предварительно было выявлено, что получение полых сфер из смесей на основе электрокорунда затруднено ввиду значительной крупности его зерен и недостаточности адсорбционных сил для его удержания на поверхности пенополистирольных ядер. Поэтому в данном разделе статьи рассмотрены методы получения полых гранул на основе молотого технического глинозема.

Предварительная обработка выгорающей добавки в смесительном агрегате раствором ПАВ способствует равномерному смачиванию поверхности ее зерен и агрегации их в центры окомкования. При этом адсорбционная способность жидкости, смачивающей поверхность зерен пенополистирола, будет зависеть от количественного содержания в ней добавки с.с.б. В

этой связи в работе изучали влияние плотности раствора с.с.б. на гранулометрический состав и прочность пенополистирольных ядер. Результаты исследований приведены в табл. 1. Анализ полученных результатов показал, что наиболее благоприятное соотношение фракций 5–10 и 10–20 мм при достаточной прочности ядер получается при плотности с.с.б., равной 1100 кг/м³, что и предопределило ее выбор для дальнейших исследований.

На показатели физико-технических свойств полых корундовых гранул наиболее существенно влияет соотношение технического глинозема и пенополистирола. При этом наибольший интерес представлял подбор такого соотношения компонентов, которое обеспечивало бы получение гранул с минимальной насыпной плотностью при достаточных прочностных характеристиках. Была проведена серия экспериментов по подбору составов исходных смесей для получения полых гранул (рис. 1). Оптимальные составы смесей, полученные в результате анализа опытных данных, приведены в табл. 2. Следует отметить, что увеличение содержания пенополистирола сверх 77–80 об. % нежелательно

*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.

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

Таблица 1. Влияние плотности с.с.б. на гранулометрический состав пенополистирольных ядер

Плотность с.с.б., кг/м ³	Выход фракций, мас. %, размерами, мм			
	<5	5–10	10–20	20–40
1050	40,0	45,0	14,0	1,0
1075	21,0	50,0	26,0	3,0
1100	8,0	49,0	36,0	7,0
1150	1,0	22,0	38,0	39,0

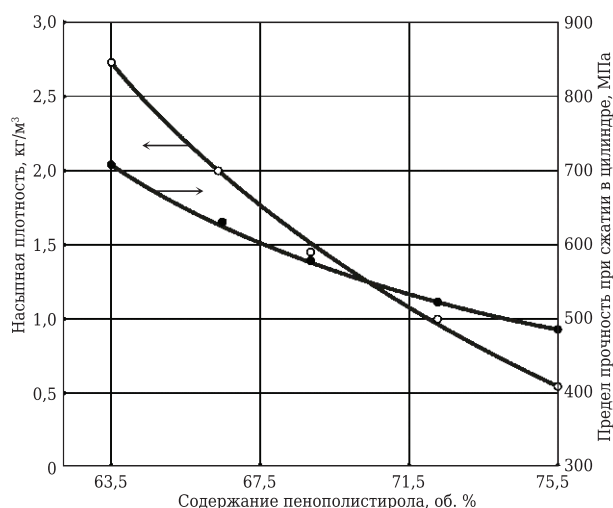


Рис. 1. Влияние содержания пенополистирола на предел прочности при сжатии и насыпную плотность полых корундовых гранул на основе технического глинозема. Температура обжига 1550 °С

вследствие трудности получения качественных гранул из-за нехватки глинозема для создания равномерной сплошной обмазки пенополистирольных ядер.

Фракционный состав получаемого материала определяется в основном гранулометрией пенополистирольных ядер и зависит от влажности формовочной смеси и параметров грануляции. Влияние степени увлажнения выгорающей добавки на гранулометрический состав и прочность пенополистирольной подложки изучали при следующих параметрах грануляции: угол наклона тарели 45°, частота ее вращения 18 об/мин, продолжительность окатывания 8,0 мин. Исследования показали (табл. 3), что абсолютная влажность пенополистирола должна находиться в пределах 44,0–46,0 %, поскольку при такой влажности получаются наиболее прочные и однородные гранулы. Влияние общей формовочной влажности на прочностные характеристики

Таблица 2. Составы смесей для получения полых корундовых гранул

Компонент	Содержание, об. %, компонента для получения гранул с насыпной плотностью, кг/м³		
	400 (состав 1)	600 (состав 2)	800 (состав 3)
Молотый технический глинозем	24,5–24,0	31,0–30,5	36,0–35,5
Пенополистирол	75,5–76,0	69,0–69,5	64,0–64,5

Таблица 3. Влияние абсолютной влажности пенополистирола на гранулометрию пенополистирольных ядер

Влажность пенополистирола, %	Выход фракции, мас. %, размерами, мм			
	<5	5–10	10–20	20–40
40,0	12,0	55,0	28,0	5,0
45,0	5,0	50,0	38,0	7,0
50,0	1,0	36,0	47,0	16,0

сырцовых гранул с разной насыпной плотностью указано в табл. 4.

Выявлено, что наиболее высокая прочность гранул с насыпной плотностью 400, 600 и 800 кг/м³ получается при формовочной влажности соответственно 62,0, 50,0 и 42,0 %, которая была использована в дальнейших исследованиях.

Предварительными опытами, направленными на выявление рациональных условий формирования полых гранул, было установлено, что применение высоких динамических уплотняющих нагрузок отрицательно сказывается на качестве готового продукта. Увеличение угла наклона до 50° и частоты вращения тарели до 24 об/мин приводит к образованию до 50–80 % брака и частичному удалению материала из гранулятора. Вместе с тем невысокие уплотняющие нагрузки, особенно на стадии приготовления гранулированных пенополистирольных ядер, имеющих сравнительно небольшую массу, также нежелательны, поскольку, во-первых, затрудняется получение самих ядер, а во-вторых, резко ухудшаются прочностные характеристики сырцовых гранул. Установлено, что наиболее пригодной для исследуемых составов является частота вращения тарели 18 об/мин при угле ее наклона 44–46°. При этом наиболее эффективным параметром регулирования физико-технических свойств гранул, таких как прочность, гранулометрический состав и др., является продолжительность грануляции. При изучении влияния продолжительности грануляции формовочных смесей на физико-технические свойства сфер использовали составы, приведенные в табл. 2. Полученные результаты указаны в табл. 5 и 6.

Таблица 4. Влияние формовочной влажности на прочность гранул

Насыпная плотность, г/см³	Формовочная влажность, %	Предел прочности единичных гранул при сжатии, Н
400	59,0	0,6
	62,0	1,1
	65,0	0,8
600	47,0	1,5
	50,0	1,9
	53,0	1,7
800	39,0	2,8
	42,0	3,1
	45,0	3,0

Таблица 5. Зависимость гранулометрического состава пенополистирольных ядер от продолжительности грануляции увлажненного пенополистирола

Продолжительность грануляции, мин	Содержание, %, фракции, мм			
	<5	5–10	10–20	20–40
3,0	40,0	39,0	18,0	3,0
5,0	21,0	50,0	26,0	3,0
7,0	6,5	58,0	28,0	7,5
10,0	1,0	21,0	43,0	35,0

Таблица 6. Изменения предела прочности при сжатии $\sigma_{сж}$ и насыпной плотности m_n гранул различного состава при разной общей продолжительности грануляции сырьевых смесей

Общая продолжительность грануляции, мин	Состав 1		Состав 2		Состав 3	
	$\sigma_{сж}$, МПа	m_n , кг/м ³	$\sigma_{сж}$, МПа	m_n , кг/м ³	$\sigma_{сж}$, МПа	m_n , кг/м ³
10,0	0,7	390	1,0	540	1,4	760
12,0	1,0	430	1,3	585	1,7	820
15,0	1,1	440	1,5	595	1,9	835
18,0	1,2	445	1,6	610	2,0	845
21,0	1,2	450	1,6	615	2,0	860

Как видно из табл. 5, увеличение продолжительности грануляции ведет к укрупнению пенополистирольных ядер, причем наиболее благоприятное соотношение фракций 5–10 и 10–20 мм наблюдается при продолжительности грануляции 7,0 мин. Общая продолжительность грануляции, как следует из табл. 6, должна составлять при получении материала насыпной плотностью 400, 600 и 800 кг/м³ соответственно 12, 15 и 18 мин. Дальнейшее увеличение продолжительности грануляции для каждого состава не сказывается заметным образом на прочностных характеристиках гранул.

В результате проведенных исследований был установлен следующий порядок получения полых гранул на основе технического глинозема. В лопастной смеситель принудительного действия загружали отдозированный по объему пенополистирол и при непрерывном перемешивании к нему добавляли раствор с.с.б. плотностью 1100 кг/м³ в количестве 0,85, 0,78 и 0,72 от расчетного для получения гранул с насыпной плотностью 400, 600 и 800 кг/м³ соответственно. Длительность перемешивания 3–5 мин. Увлажненный пенополистирол засыпали в гранулятор, в котором при угле наклона тарели 45° и частоте ее вращения 18 об/мин в течение 7,0 мин происходило формирование пенополистирольных ядер. В течение последующего времени попеременно увлажняли ядра оставшимся количеством с.с.б. и накатыва-

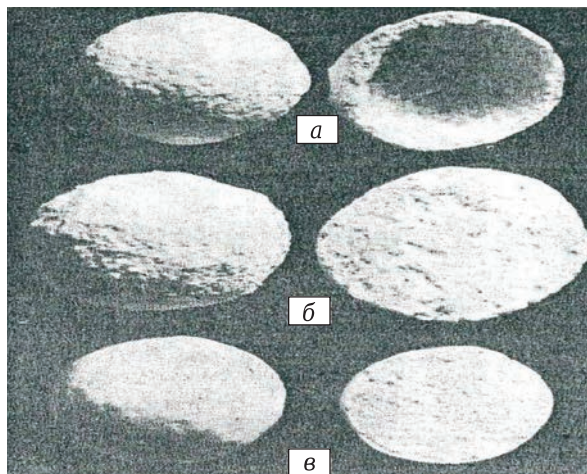


Рис. 2. Сферические корундовые гранулы: а — полые; б — пористые; в — керамзитовые

ли на их поверхность огнеупорный компонент. Далее следовала термообработка гранул. Полученные гранулы (рис. 2) характеризовались следующими показателями: гранулометрический состав 5–40 мм, насыпная плотность 400–800 кг/м³, предел прочности при сжатии в цилиндре 1,2–2,1 МПа, термостойкость (1300 °С – воздух) 5–9 теплосмен. ■

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

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

25-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО МЕТАСТАБИЛЬНЫМ, АМОРФНЫМ И НАНОСТРУКТУРНЫМ МАТЕРИАЛАМ

2–6 июля 2018 г. г. Рим, Италия

ISMANAM

Roma 2-6 July 2018

25TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON METASTABLE, AMORPHOUS AND NANOSTRUCTURED MATERIALS

GLASSES NANOSTRUCTURES
MECHANICAL PROPERTIES MAGNETISM

<http://ismanam2018.ism.cnr.it/>