

УДК 620.22:621.763, 05.16.06

ТЕХНОГЕННЫЕ ОПУДРИВАЮЩИЕ ДОБАВКИ В ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВИЯ

Никифорова Э.М., Еромасов Р.Г., Ступко Т.В., Васильева М.Н., Симонова Н.С.

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия (660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79), e-mail: kmp198@inbox.ru

ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия (660049, г. Красноярск, пр. Мира, 90), e-mail: info@kgau.ru

Анализ имеющегося отечественного опыта производства керамзитового гравия свидетельствует о возможности изменения свойств заполнителя в широких пределах за счет опудривания гранулированного полуфабриката огнеупорными порошками, вводимыми во вращающиеся печи непосредственно перед зоной вспучивания. Установлено, что известняковая мука, колошниковая пыль и «хвосты» обогащения железных руд удовлетворяют техническим требованиям к опудривающим добавкам. В основу выбора опудривающих добавок положено предположение о повышении огнеупорности поверхностных слоев гранул, опудренных огнеупорным порошком, а также выполненные расчеты кривых плавкости системы «глина – опудриватель». Исследования проведены на шихте состава, масс. %: глина 95; колошниковая пыль - 1,5; торф - 3,5. Выявлен наибольший эффект повышения температуры плавления на поверхности гранул при опудривании известняковой мукой. Выбранные опудривающие компоненты приводят к понижению плотности на 40–60 кг/м³ и к незначительному повышению температуры обжига.

Ключевые слова: керамзит, глина, опудривающие добавки, газообразование, кривые плавкости.

MAN-MADE DUSTING ADDITIVES TECHNOLOGY CLAY GRAVEL

Nikiforova E.M., Eromasov R.G., Stupko T.V., Vasileva M.N., Simonova N.S.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia (660041, Krasnoyarsk, Svobodny Prospect, 79), e-mail: kmp198@inbox.ru

Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, Russia (660049, Krasnoyarsk, Mira Prospect, 90), e-mail: info@kgau.ru

Analysis of existing domestic production experience clay gravel indicates the possibility of changing the properties of the filler in a wide range due to dusting granular semi-finished product refractory powders introduced into the rotary kiln area directly in front of swelling. Found that the limestone flour, flue dust, and "tails" of the enrichment of iron ore conform to the dusting additives. The basis of selection is dusted additives on the assumption that increased fire resistance of the surface layers of granules dusting additive refractory powder, and made calculations of the melting curves of the clay-dusting additive. Investigations were carried out on the batch composition, mass. %: clay-95; flue dust-1,5; peat-3,5. Revealed the greatest effect of increasing the melting temperature on the surface of the pellets at the limestone by dusting with flour. Selected components dusting lead to lower density of 40-60 kg/m³ and a slight increase in sintering temperature.

Key words: expanded clay, clay, dusting supplements, flatulence, melting curves.

Введение

Анализ имеющегося отечественного опыта производства керамзитового гравия свидетельствует о возможности изменения свойств заполнителя в широких пределах за счет опудривания гранулированного полуфабриката огнеупорными порошками, вводимыми во вращающиеся печи непосредственно перед зоной вспучивания [2–4]. Перспективным является поиск опудривающих добавок в виде техногенных продуктов промышленности, в особенности при использовании в качестве основного глинистого сырья, обедненного органоминеральными компонентами и не обеспечивающего интенсивное газовыделение на стадии процесса вспучивания сырцовых гранул. Опудривание гранул огнеупорными порошками

способствует повышению температуры плавления поверхностного слоя и получению внутри гранул расплава с оптимальными реологическими характеристиками (динамической вязкостью и поверхностным натяжением), способствуя тем самым максимальному вспучиванию гранул без их слипания и образования спеков.

Методика исследований

Рентгенофазовый анализ сырьевых материалов проведен на дифрактометре фирмы Shimadzu XRD-6000. Термический анализ выполнен на термоанализаторе STA 449C фирмы Netzch, со скоростью подъема температуры 10 град/мин.

Результаты исследований и их обсуждение

В качестве объектов для осуществления процесса опудривания исследованы известняковая мука, колошниковая пыль и хвосты обогащения железных руд. Химический состав отходов представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав отходов, масс. %

Вид отхода	Содержание оксидов									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃ +TiO ₂	Fe ₂ O ₃ +FeO	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	п.п.п	органика
Известняковая мука	1,07	–	2,74	53,6	–	0,46	0,34	0,15	41,23	–
Колошниковая пыль	8,50	9,40	63,60	6,39	1,47	0,70	0,60	0,18	8,90	10,50
Хвосты обогащения железной руды	48,95	6,66	13,10	17,40	12,83	1,81	0,99	0,17	0,85	–

Известняковая мука представлена рыхлым тонкодисперсным материалом серовато-белого цвета, частично агрегируемым в легко разрушающиеся комочки. Минералогически представлена кальцитом ($d/n=0,303;0,238;0,2096$ нм), арагонитом ($d/n=0,340;0,198;0,270$ нм), доломитом ($d/n=0,288;0,179;0,2015$ нм). Дифференциально-термический анализ ила выявил два эндотермических эффекта: при температуре 370 °С происходит превращение арагонита в кальцит и при температуре 915 °С наблюдается диссоциация кальцита.

Колошниковая пыль представлена рыхлой тонкозернистой породой черного цвета. Минералогически представлена магнетитом ($d/n=0,253;0,148;0,161$ нм), гематитом ($d/n=0,269;0,251;0,169$ нм), β -кварцем ($d/n=0,334;0,426;0,181$ нм), доломитом ($d/n=0,288;0,179;0,2015$ нм), кальцитом ($d/n=0,303;0,2285;0,2096$ нм), α -Fe ($d/n=0,2027;0,143$ нм). В интервале температур 370–730 °С на кривой дифференциально-термического анализа выявлен широкий экзотермический эффект с максимумом в 550 °С, соответствующим окислению магнетита. Эндотермический эффект при 730 и 850 °С связан с диссоциацией доломита и кальцита.

«Хвосты» обогащения железных руд представлены мелкозернистым порошком. Минералогически данный отход состоит из авгита ($d/n=0,2998; 0,323; 0,251$ нм), кордиерита ($d/n=0,300; 0,334; 0,829$ нм), каолинита ($d/n=0,744; 0,357; 0,1487$ нм). На термограмме зафиксирован едва заметный эффект в области температур $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, связанный с удалением химически связанной воды из каолинита.

В соответствии с данными таблицы 1 и 2 известняковая мука, колошниковая пыль и «хвосты» обогащения железных руд удовлетворяют техническим требованиям к опудривающим добавкам. Исключение представляют отходы обогащения железной руды, требующие дополнительного измельчения до фракции менее 1 мм и предварительного подсушивания.

Технологические исследования влияния исследованных отходов на процесс вспучивания проведены на глинистом сырье Гороблагодатского месторождения (Свердловская область), относящемуся к группе средневспучивающегося сырья с довольно длительным интервалом вспучивания (90°), из которого в лабораторных условиях можно получить керамзит с кажущейся плотностью в куске $0,4\text{--}0,9\text{ г/см}^3$ и коэффициентом вспучивания 2–4 [1].

В основу выбора опудривающих добавок положено предположение о повышении огнеупорности поверхностных слоев гранул, опудренных огнеупорным порошком, а также выполненные расчеты кривых плавкости системы «глина – опудриватель». В расчетах использованы изотермы плавкости трехкомпонентных систем $\text{CaO}\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3\text{--}\text{SiO}_2$ и $\text{FeO}\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3\text{--}\text{SiO}_2$ [5]. Результаты расчета кривых плавкости смесей «глина – опудриватель» приведены на рисунке 1.

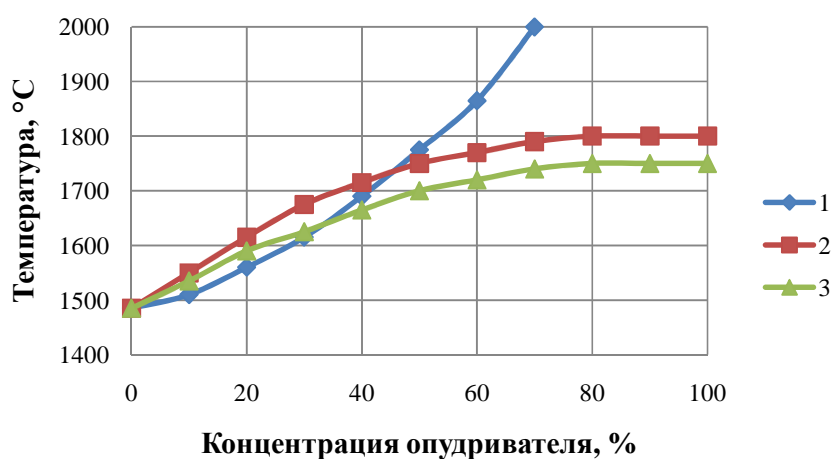


Рисунок 1. Кривые плавкости системы «глина – опудриватель»: 1 – известняковая мука; 2 – хвосты обогащения; 3 – колошниковая пыль.

Из рисунка 1 следует, что в поверхностных граничных слоях между глиной и опудривателем происходит рост температуры от глины к опудривателю. Наибольший эффект наблюдается при опудривании гранул известняковой мукой. Температура плавления на по-

верхности может достигать 2500 °С. Эффективны также с точки зрения повышения температуры плавления на поверхности опудривателя колошниковая пыль и «хвосты» обогащения железных руд [3]. Основные характеристики и технические требования к опудривающим добавкам представлены в таблице 2.

Таблица 2. Основные характеристики и технические требования к опудривающим добавкам

Наименование показателей	Наименование добавок			Норма
	Известняковая мука	Колошниковая пыль	«Хвосты» обогащения железных руд	
Тонкость помола, прохождение в % по массе через сетку				
1	99,82	99,68	87,44	Не менее 100
02	99,27	93,06	45,77	Не менее 95
014	96,67	74,02	24,52	Не менее 70
0063	78,52	59,63	19,40	Не менее 50
Огнеупорность, °С	Более 1380	Более 1380	1320	Не менее 1380
Массовая доля щелочных соединений в пересчете на оксиды Na ₂ O +K ₂ O, %	0,5	0,78	1,16	Не более 3
Массовая доля соединений серы в пересчете на SO ₃ , %	0,46	0,70	1,81	Не более 5
Массовая доля воды, %	1,37	-	60–70	Не более 5

Исследования проведены на шихте состава, масс. %: глина – 95; колошниковая пыль – 1,5; торф – 3,5 на образцах-цилиндрах диаметром и высотой 16 мм путем ручного нанесения на поверхность отформованных гранул огнеупорного порошка перед их подачей в печь для термоподготовки [1]. Результаты исследования качественных показателей керамзитового гравия в зависимости от типа опудривателя приведены на рисунке 2. Представленные зависимости свидетельствуют об эффективности выбранного опудривающего компонента, что приводит к понижению плотности на 0,04–0,06 г/см³ и к незначительному повышению температуры обжига.

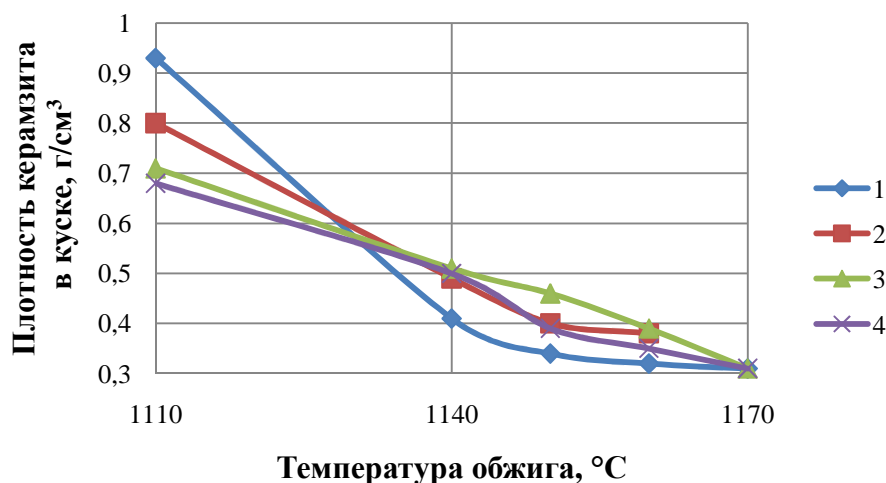


Рисунок 2. Зависимость плотности керамзитового гравия от вида опудривателя и от температуры обжига: 1 – заводская шихта, опудренная известняковой мукой; 2 – заводская шихта; 3 – заводская шихта, опудренная колошниковой пылью; 4 – заводская шихта, опудренная хвостами обогащения железных руд

Следует отметить, что обожженные гранулы, опудренные известняковой мукой, имеют рваную поверхность вследствие растрескивания в зоне обжига, в то время как керамзит из гранул, опудренных хвостами обогащения, имеет округлую форму и ровную поверхность.

Заключение

Опудривание гранул огнеупорными порошками способствует повышению температуры плавления поверхностного слоя и получению внутри гранул расплава с оптимальными реологическими характеристиками. В поверхностных граничных слоях между глиной и опудривателем происходит рост температуры от глины к опудривателю. Наибольший эффект наблюдается при опудривании гранул известняковой мукой. Температура плавления на поверхности может достигать 2500 °С. Эффективны также с точки зрения повышения температуры плавления на поверхности опудривателя колошниковая пыль и «хвосты» обогащения железных руд.

Список литературы

1. Книгина Г.И., Вершинина Э.Н., Тацки Л.Н. Лабораторные работы по технологии строительной керамики и искусственных пористых заполнителей. – М. : Высшая школа, 1985. – 196 с.
2. Никифорова Э.М., Фальковская Л.Н. Роль опудривающих и корректирующих добавок в производстве керамзитового гравия повышенного качества // Эффективные строительные

материалы на базе местного сырья и отходов промышленного производства. Труды Красноярский Промстройниипроект. – Красноярск, 1989. – С. 32–39.

3. Никифорова Э.М., Кривуляк Н.А. Осуществить совершенствование технологии производства керамзита, обеспечивающее снижение насыпной плотности на 70–100 кг/м³ на Кушвинском заводе керамзитового гравия ПО «Уралнеруд» // Отчет о НИР. Красноярский Промстройниипроект. Инв. № ГР 0890014399. Сб. рефератов НИР и ОКР, № 11. – Красноярск, 1988. – 28 с.

4. Никифорова Э.М., Фальковская Л.Н. Технология производства керамзитового гравия, опудренного промышленными отходами // Информ. листок. – Сер. Р 67.65.29. № 9023. Красноярский ЦНТИ. – Красноярск, 1989.

5. Онацкий С.П. Производство керамзита. – М. : Стройиздат, 1987. – 337 с.

Рецензенты:

Патрушев Валерий Васильевич, д.т.н., ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт химии и химической технологии» СО РАН, г. Красноярск.

Голоунин Александр Васильевич, д.х.н., профессор, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт химии и химической технологии» СО РАН, г. Красноярск.