

установлено достоверного влияния минеральных удобрений при длительном систематическом их применении, на накопление в зерне пшеницы и ячменя тяжелых металлов. Даже при внесении высоких доз фосфорных удобрений (в сумме за три ротации 1140-1290 кг/га) содержание тяжелых металлов в зерне пшеницы и ячменя было на уровне варианта без удобрений.

Таблица - Содержание тяжелых металлов в зерне пшеницы и ячменя в зависимости от удобрений, мг/кг (1976-2003 гг.)

Вариант	Свинец		Кадмий		Цинк	
	пшеница а	ячмень б	пшеница	ячмень	пшеница	ячмень
Без удобрений	0,46	0,42	0,07	0,07	2,37	2,55
N ₆₃₀ P ₁₁₄₀ K ₃₆₀	0,34	0,41	0,06	0,07	2,70	2,27
N ₆₃₀ P ₁₂₉₀ K ₃₉₀	0,37	0,40	0,08	0,08	3,00	2,90
ПДК	0,50		0,10		50,0	

Таким образом, при длительном систематическом применении минеральных и органических удобрений в зернопаропропашном севообороте, на черноземных почвах лесостепной зоны Западной Сибири, качество получаемой растениеводческой продукции по содержанию нитратного азота и тяжелых металлов не ухудшается. Даже в вариантах с максимальными дозами применения удобрений качество продукции соответствовало всем экологическим и медицинским требованиям.

Список литературы:

1. Минеев В.Г. Агрохимические основы повышения качества зерна пшеницы. / В.Г. Минеев, А.Н. Павлов – М.: Колос, 1981. – 288.
2. Храмцов И.Ф. Система применения удобрений и воспроизводство плодородия почв в полевых севооборотах лесостепи Западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04/Храмцов Иван Федорович – Омск, 1997. – 435с.
3. Назарюк В.М. Почвенно-экологические основы оптимизации питания растений/В.М. Назарюк; отв. ред. Л.Л. Убугунов; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние Ин-т почвовед. и агрохим. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 364 с.

Влияние физико-химических характеристик и условий формирования глинистого сырья в технологии керамзитов

Торопков Н.Е.
zerogooff@gmail.com

Научный руководитель: Кутугин В.А., к.т.н., старший преподаватель КТСН, НИ ТПУ

Одним из наиболее эффективных заполнителей для сборного бетона и железобетона является керамзит, получаемый вспучиванием глинистых пород во вращающихся печах. Производство качественного керамзита из наиболее распространенных глинистых пород часто осложняется несоответствием физико-химической природы вспучивания сырья технологии его обжига.

Процесс получения керамзита складывается из стадий приготовления исходной формовочной смеси, формования сырых гранул, их сушки и вспучивания при обжиге. Необходимо отметить, что наиболее изученной из этих стадий является стадия поризации гранул, для которой установлен механизм и физико–химические основы процесса. Значительно меньше уделено внимания в технической литературе процессу пластического формования гранул и сушке сырцовых гранул, оптимальное проведение которого позволит реализовать возможность получения сырых гранул с диаметром 3–5 мм. Для этого необходимо знать формовочные свойства глин, зависимости удельного давления формования и объёмного фазового состава от влагосодержания массы и условия сушки материаллов.

Считается, что ввиду малости размеров в гранулах не возникает опасных напряжений, которые способны привести к значительным разрушениям. И если все же это происходит, то, по мнению ряда специалистов, не является серьезным нарушением технологии, поскольку образовавшиеся мелкие кусочки также вспучиваются. Практика, однако, показывает, что разрушение гранул, образование мелочи дестабилизирует процесс обжига, вынуждает снижать температуру вспучивания, что в конечном итоге ведет к повышению плотности заполнителей. Трещины, возникающие в гранулах по той же причине, добавляют дополнительные дефекты, снижая их прочность. Все это является неприемлемым для технологии высококачественного заполнителя.

Цель работы – исследование влияния физико-химических характеристик на поризационную способность глинистого сырья при производстве керамзита.

Для исследования была взята красножгущаяся глина Воронинского месторождения, химический состав которой представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав глины Воронинского месторождения.

Содержание оксидов, % масс							
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Δm _{прк}
62,65	14,76	4,76	3,48	2,92	1,36	0,75	9,32

Выбор глины данного месторождения обуславливается ее наибольшей пригодностью исходя из проведенных ранее исследований [4]. Для более полного представления о свойствах глины определены максимальная гигроскопическая влажность $W_{мг} = 8,20$ %, максимальная молекулярная влажность $W_{ммв} = 11,33$ %, удельная поверхность – $S_{уд} = 2500$ мг/см² (прибор ПСХ–2).

В ранних трудах [4] было замечено, что для получения удовлетворительных результатов по вспучиванию рекомендуется глинистое сырье с содержанием Fe₂O₃ в пределах 6–12 %, поэтому для корректировки химического состава глины использовалась добавка – железистый шлам водоподготовки Томского водозабора. Данный шлам представляет собой суспензию оксигидратов железа (II) и (III) и имеет следующий состав Fe₂O₃=38,7% и FeO =5,3%.

Нами был изучен химический и минералогический состав осадка станции обезжелезивания Томского водозабора. В таблице 2 приведены результаты анализа химического состава осадка водоподготовки станции обезжелезивания Томского водозабора по методике [2]. В среднем валовом составе преобладают оксиды железа (42 и 44%). Существенно более низки доли оксидов кремния (5,4 и 2,4%), кальция (4,2 и 2,8%) и магния (2,0 и 4,9%).

Таблица 2. Химический анализ железосодержащего осадка

% содержание					
SiO_2	$Fe_2O_3 + FeO$	Al_2O_3	CaO	MgO	<i>n.n.n.</i>
2,43	44,05	н/о	2,8	4,90	10.02

Исследования показали, что введение железосодержащего осадка в сырьевую смесь в исследованных пределах содержания при получении керамзитового гравия приводит к росту пористости образцов, снижению плотности, что является весьма актуальным в производстве искусственных пористых заполнителей. Наиболее плотная структура отвечает образцам, содержащим наименьшее количество отходов - 5 %. В таких образцах пористость развивается на границах глинистых частиц, где, по всей вероятности, концентрация оксидов железа, вводимых осадками сточных вод, наибольшая. При введении отходов в количестве от 10 до 15 % характер пористости меняется. Поры более равномерно распределены по объему материала, появляются крупные пустоты размером до 1 - 2 мм. Однако при этом осадки сточных вод при их содержании более 10 % уменьшают интервал вспучивания сырьевой смеси, что может отрицательно сказаться на проведении процесса обжига в заводских условиях.

Рисунок 1. Микроструктура с введение ЖСО 5%

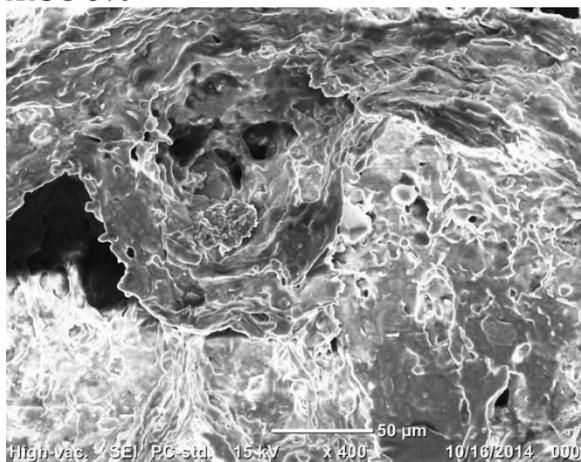
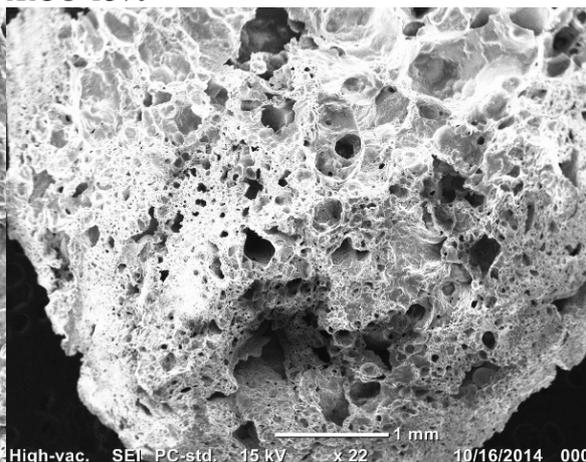


Рисунок 2. Микроструктура с введение ЖСО 13%

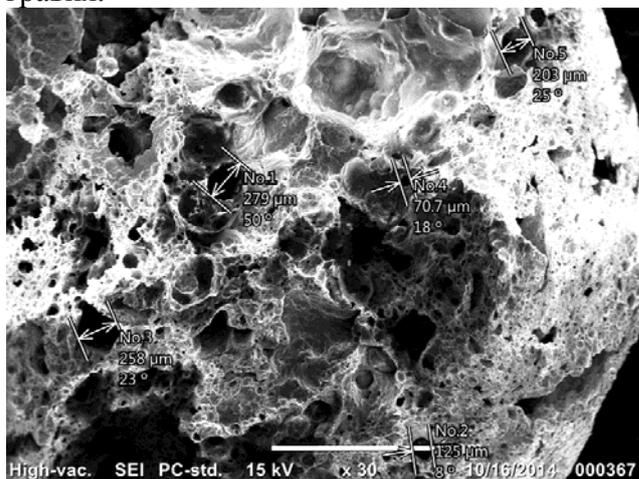


Так как основным поставщиком газовой фазы при поризации гранул являются продукты окислительно-восстановительных реакций, то для создания восстановительной среды внутри гранул, в состав шихты вводилась добавка мазута (M100) в количестве 4 %.

При проведении экспериментов смесь из вышеуказанных компонентов тщательно перемешивалась и увлажнялась для получения необходимой консистенции. При изучении обжиговых свойств использовались гранулы диаметром 3 мм и длиной 3-5 мм, которые формовали методом пластического формования при удельном давлении 2 МПа и абсолютной влажности массы 15 %. Обжиг гранул проводили в лабораторной печной установке с фонтанирующим (кипящим) слоем. Печь представляла собой вертикальную трубчатую шахту, выполненную из кварцевого стекла с расположенной в нижней части беспровальной распределительной решеткой. Сухие гранулы загружались в печь небольшими порциями через верхнюю часть трубы. Ожижающей средой служили дымовые газы, подаваемые в печь из топочной камеры.

Гранулы при обжиге вспучивались, и после достижения определенной плотности, выносились из аппарата восходящими потоками теплоносителя. После обжига был получен мелкозернистый керамзит в виде овальных и округлых зерен размером до 10 мм. Длительность пребывания гранул в печи составляла 3-4 мин при температуре 1030-1050 °С, охлаждение образцов производилось при комнатной температуре.

Рисунок 3. Микроструктура керамзитового гравия.



Гранулы керамзита после обжига приобретали темно-коричневый цвет, имели плотную, спекшуюся корку, частично оплавленную с поверхности, обладали сложной нерегулярной структурой со средним размером пор 0,1-0,3 мм, рисунок 3.

В процессе выполнения работы определялся объёмный фазовый состав исходных и обожжённых гранул. При расчете фазового состава исходили из положения, что сумма объёмных долей твердой жидкой и газообразной

фаз равна единице:

$$K_t + K_{ж} + K_g = 1$$

Результаты определений представлены в таблице 3

Таблица 3. Фазовый состав материала на различных стадиях процесса

Этапы приготовления	K_t	K_g	$K_{ж}$
Исходная масса	0,62	0,23	0,15
Сформованные гранулы	0,80	0,05	0,15
Высушенные гранулы	0,73	0,23	0,03
Вспученные гранулы	0,15	0,85	0,00

Таким образом, на основе исследуемого суглинка можно получать керамзитовый гравий с насыпной плотностью 300-350 кг/м³ при коэффициенте вспучивания 4,86, который определяется из соотношения значений K_t вспученных и сухих гранул. Установлено, что использование объёмных фазовых характеристик позволяет контролировать технологический процесс получения керамзита на различных стадиях.

Список литературы.

1. Онацкий С.П. Производство керамзита. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1987. – 333 с.
2. Химический анализ и технология силикатов. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу: «Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» - Томск. изд. ТПУ, 1994.-с.28
3. Колесников Е. А. Вспучивание легкоплавких глин // Стекло и керамика. 1974. № 5. С. 28 - 30.

4. Торопков Н.Е. Зависимость физико-химических свойств глинистого сырья в технологии керамзитов // МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ ISSN 2303-9868. Екатеринбург - 2014
5. Лисецкий В.Н. Улавливание и утилизация осадков водоподготовки на водозаборах г. Томска. / В.Н. Лисецкий, В.Н. Брюханцев, А.А. Андрейченко Томск: Изд-во НТЛ, 2003. – 164с.
6. Горшков В. С. Термография строительных материалов. М.:Стройиздат, 1968. 238 с.
7. Лотов В.А. Технология материалов на основе силикатных дисперсных систем: Учебное пособие