

Определение оптимального соотношения исходных компонентов в сырьевой смеси для производства керамзита с использованием осадка после биологической очистки сточных вод

Ю. Н. Картушина, И.А. Полозова, Д.С. Ананьев

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград

Аннотация: Проведено исследование в области технологии получения керамзита с вспомогательными добавками в виде отходов после биологической очистки сточных вод и древесноугольного производства. Проанализировано влияние предлагаемой добавки на вспучивания керамзитового сырья. В статье приведены физико-механические характеристики опытных образцов, основные химические реакции, происходящие при обжиге керамзита с добавлением в сырье отходов.

Ключевые слова: керамзит, угольные отходы, легкоплавкие глины, очистные сооружения, вспучивание, сточные воды, активный ил, экология, строительные материалы, пористость.

На станциях биологической очистки городских и производственных сточных вод образуются осадки, представляющие собой водные суспензии минеральных и органических веществ различного состава и происхождения [1]. Под хранение этого отхода отчуждаются обширные территории со специально оборудованными площадками. В результате происходит образование экологически опасных объектов-полигонов складирования осадков сточных вод и активного ила, характеризующихся высокой степенью негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека [2].

Избыточный активный ил – это сложный органо-минеральный комплекс, органическая часть которого представляет собой биомассу и частично разложившиеся окисленные органические вещества бытовых сточных вод, а также азот- и фосфорсодержащие соединения[1-3].

Предлагаемое нами направление утилизации осадка сточных вод - применение его в качестве корректирующей добавки при производстве строительного материала - керамзитового гравия.

Согласно промышленному опыту хорошо вспучиваются глинистые материалы, содержащие тонкодисперсные органические примеси в пределах 1-5%, однако в некоторых случаях недостаток их может быть восполнен соответствующими добавками (нефтяные продукты и отходы древесноугольного производства) [4-6].

Применение этих добавок обеспечивает некоторое снижение насыпной плотности керамзита, однако не всегда обеспечивает плотность готового продукта. Основной целью исследования является снижение насыпной плотности керамзита при оптимальных прочностных характеристиках и увеличение коэффициента вспучивания его гранул.

Указанный технический результат достигается тем, что сырьевая смесь для изготовления керамзита включает: глинистое сырье и органоминеральную добавку, содержит в качестве добавок осадок бытовых сточных вод после биологической очистки, отходы древесноугольного производства в соотношении приведенных в таблице 1.

Таблица № 1

Состав сырьевой смеси

Глинистое сырье, %	100	92	87	82	72	72
Осадок после биологической очистки бытовых сточных вод, %	0	5	10	15	20	25
Отходы древесноугольного производства, %	0	2	2	2	2	2
% общей органики в образце	0	4	5	6	7	8

Осадок бытовых сточных вод содержит, мас.‰: органические соединения 28 и минеральные компоненты 72 в том числе минеральный азот (нитратный и аммонийный) 0,29; фосфор общий (P_2O_5) 1,3; калий общий (K_2O) 0,46; железо 56,5 и др.

Отходы древесноугольного производства, мас.‰: углерод остаточный

80; 1-15 минеральные примеси, главным образом карбонатов и оксидов K, Na, Ca, Mg, Si, Al, Fe; остальное вода. Влажность отходов углеобогащения составляет 4,5%, потери при прокаливании - 80%.

Глинистого сырья имеет следующий химический состав, в пересчете на сухую массу, %: SiO_2 – 53,90; Al_2O_3 – 17,60; Fe_2O_3 – 6,33; MgO – 2,67; CaO – 5,41; $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ – 3,93; ППП – 8,9; органические примеси – 0.

Химический состав пробы сырья без осадка удовлетворяет требованиям ОСТ 21-79-88 [7].

Из ГОСТа 25264-82 следует, что содержания органического вещества в керамзитовом сырье должно быть от 1 до 2%. При увеличении содержания органической добавки в шихте более 5% керамзит становится крупнопористым, что ухудшает его качество. При введении в глину менее 2% (мас.) органической добавки ослабевает эффект вспучивания глинистого сырья, что приводит к увеличению насыпной плотности продукта.

Образцы керамзита были получены по рецепту из таблицы 1. Физико-механические показатели гравия определены по ГОСТ 9757-90 и представлены в таблице 2.

Таблица № 2

Физико-механические показатели гравия

% общей органики	Диаметр, см	Объем сферы, см^3	Коэф. вспуч.	Масса после обжига, г	Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Насыпная плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$
0	1,9	3,59	1,18	7,19	2003,0	688,3
4	2,2	5,57	1,83	6,91	1240,0	599,2
5	2,3	6,37	2,09	6,87	1078,9	575,8
6	2,4	7,23	2,37	6,81	941,3	572,5
7	2,4	7,23	2,37	6,725	929,6	567,5
8	2,5	8,18	2,68	6,615	809,0	560,4

Из рис. 1 видно, что при увеличении количества органики в образцах коэффициент вспучивания растет, однако при достижении в грануле концентрации более 7% керамзит начинает терять свои прочностные характеристики[8]. Коэффициент вспучивания при данном показателе достигает показателя 2,37.

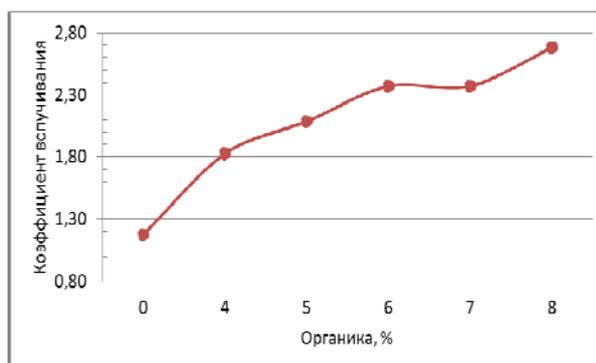


Рис. 1. – График зависимости коэффициента вспучивания от содержания органики

В ходе предварительного и основного нагрева гранул происходит выделение водяного пара и кислорода за счет испарения остаточной влаги и удаления химически связанной воды, газообразование вследствие разложения органических веществ, образование диоксида серы, а также угольной кислоты из карбонатов, при этом происходит интенсивная потеря массы гранулы [9].

Из состава отходов очистных сооружений следует, что содержание минеральных компонентов (72%) в значительной степени превосходит органические примеси (28%). Данное условие не может благоприятно влиять на химизм процесса, конечные прочностные характеристики материала и создание его оптимальной пористости.

Добавление отхода древесноугольного производства к осадку бытовых сточных вод увеличивает количество твердого углерода в смеси и снижает содержание минеральных компонентов отходов.

Как видно из таблицы 2 и рис. 2 при содержании общей органики 5-7 % были достигнута оптимальная вспучиваемость образцов ($k > 2$), насыпная

плотность, плотность керамзита в куске и водопоглощение (16%) соответствует ГОСТу 25264-82.

Чем выше коэффициент вспучивания сырья, тем меньше плотность керамзита, и тем более ценно это сырье для его производства (рис. 2) [10].

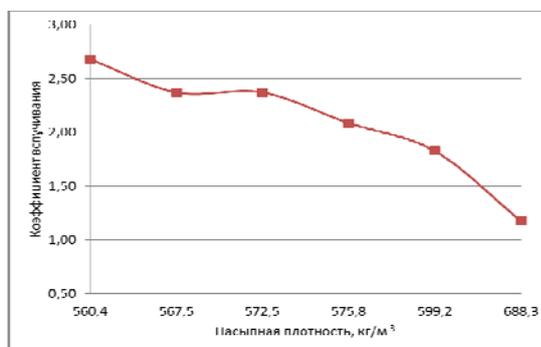


Рис. 2. – Зависимость коэффициента вспучивания от насыпной плотности образцов

Таблица № 3

Оптимальный состав сырьевой смеси для получения керамзита

Глинистое сырье, %	87-78
Осадок после биологической очистки бытовых сточных вод, %	10-20
Отходы древесноугольного производства, %	2

Из состава указанного в Таблице №3 следует, что только взаимодействие оптимального количества органических примесей (5-7%) и умеренное содержание минеральных компонентов создает условия для нормального вспучивания и получения прочностных характеристик керамзита. Выбранная смесь позволяет получить продукт с наилучшими свойствами: значительное снижение насыпной плотности керамзитового гравия с сохранением прочностных характеристик по требованиям ГОСТ 25264-82 (плотности в куске продукта).

Литература

1. Лукашевич О.Д., Барская И.В. Экологические проблемы обработки и утилизации осадков сточных вод // Экология промышленного производства. 2007. №3. С. 68-75.



2. Евилевич А.З. Утилизация осадков сточных вод. Ленинград: Стройиздат, 1988. 240 с.
 3. Federico M., Eva L., Leonardo E. Industrial activated sludge exhibit unique bacterial community composition at high taxonomic ranks // Water Research. Volume 47, Issue 11, 1 July 2013. pp. 3854–3864.
 4. Нефедьева Е.Э., Белицкая М.Н., Шайхиев И.Г. Возможности использования твердой фракции городских сточных вод в качестве органоминерального удобрения в городском и сельском хозяйстве // Вестник Казанского технологического университета. 2013. №19. С. 223-227.
 5. Покровская Е.В., Сергеева Т.Н. Утилизация осадков сточных вод // Экология и промышленность России. 2005. №6. С. 23-25.
 6. Зерщикова М.А. Меры борьбы с негативными экологическими последствиями в Ростовской области // Инженерный вестник Дона. 2010. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2010/243
 7. Онацкий С. П. Производство керамзита. Москва: Стройиздат, 1987. 337 с.
 8. Ананьев Д.С., Картушина Ю.Н. Современные методы утилизации отходов городских очистных сооружений. Избыточный ил как корректирующая добавка в производстве керамзита. // Естественные и математические науки в современном мире № 11. Новосибирск: «СибАК», 2013. С. 159-165.
 9. Рыльцева Ю.А. Лысов В.А. Совершенствование методов расчета процессов обезвоживания осадков природных вод на площадках подсушивания // Инженерный вестник Дона. 2012. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/1011
 10. Gorman, P. Technical note-lightweight aggregate in western Europe // International J. of hightweitght Conogete. 2007. №2. pp. 211-219.
-

References

1. Lukashovich O.D., Barskaja I.V. Jekologija promyshlennogo proizvodstva. 2007. №3. pp. 68-75.
2. Evilevich A.Z. Utilizacija osadkov stochnyh vod [Disposal of sewage sludge]. Leningrad: Strojizdat, 1988. 240 p.
3. Federico M., Eva L., Leonardo E. Industrial activated sludge exhibit unique bacterial community composition at high taxonomic ranks // Water Research. Volume 47, Issue 11, 1 July 2013. pp. 3854–3864.
4. Nefed'eva E.Je., Belickaja M.N., Shajhiev I.G. Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. 2013. №19. pp. 223-227.
5. Pokrovskaja E.V., Sergeeva T.N. Jekologija i promyshlennost' Rossii. 2005. №6. pp. 23-25.
6. Zersshikova M.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus). 2010. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2010/243
7. Onackij S. P. Proizvodstvo keramzita [Production expanded clay]. Moskva: Strojizdat, 1987. 337 p.
8. Ananiev D.S., Kartushina Yu.N. Estestvennyye i matematicheskie nauki v sovremennom mire № 11. Novosibirsk: «SibAK», 2013. pp. 159-165.
9. Ryl'ceva Ju.A. Lysov V.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus). 2012. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/1011
10. Gorman, P. Technical note-lightweight aggregate in western Europe // International J. of hightweigtght Conogete. 2007. №2. pp. 211-219.