

РЕЦИКЛИНГ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДСКИХ КАНАЛИЗАЦИЙ

Христич А. В., к.т.н., доцент, Лемешев М. С., к.т.н., доцент

Винницкий национальный технический университет, г. Винница

Возрастающие темпы урбанизации близлежащих пригородных территорий крупных населённых пунктов вместе с повышением уровня культуры проживания населения сопровождаются возрастанием объёмов бытовых отходов. Неудержимые темпы роста технологий для обеспечения бытовых потребностей населения сопровождаются увеличением количества коммунальных стоков, требующих внедрения специальных технологий водоочистки для сброса очищенных стоков в существующие водоёмы. Загрязнение водных экосистем является огромной опасностью в современном мире и грозит катастрофой окружающему миру в будущем, ведь регенерация или самоочищения в водной среде протекают очень медленно и имеют глобальное значение для обеспечения жизни населения [1-2].

Продукты иловых осадков имеют высокую влажность, неоднородный состав и свойства, содержат минеральные и органические вещества, которые способны быстро разлагаться. Такие отходы относятся к трудно фильтруемым, они могут содержать опасные токсичные вещества, соли тяжелых металлов, бактериальное загрязнение [3-4].

Высокое содержание органических веществ позволяет рассматривать сухие иловые остатки как источник энергии. Концентрированные органические и неорганические вещества в продуктах иловых масс при дефиците кислорода разлагаются, превращаясь в метан и конечные неорганические продукты [5-7]. Основными преимуществами сбраживания является стабилизация осадка, уменьшение его объема и производство биогаза. Среднее содержание метана в биогазе составляет 58-64%, углекислого газа (CO₂) - 30-40%. Если термообразующая способность метана (100%) составляет 10 кВт·ч/м³, то биогаза - 5,8-6,4 кВт·ч/м³. Применение на очистных сооружениях установок термической сушки, сжигания или технологии пиролиза сопровождаются образованием сухого остатка – золы. Химический состав минеральной части осадков свидетельствует о том, что он содержит те же оксиды, которые присутствуют в строительных материалах (таблица 1).

Таблица 1 - Химический состав минеральной части иловых остатков

Наименование соединений	Содержание оксидов, % по сухому остатку		
	первичные отстойники	активный иловый осадок	взбродившая смесь осадка из отстойников и активного ила
SiO ₂	8,4-55,9	7,6-33,8	27,3-35,7
Al ₂ O ₃	0,3-18,9	7,3-26,9	8,7-9,3
Fe ₂ O ₃	3,0-13,9	7,2-18,7	11,4-13,6
CaO	11,8-35,9	8,9-16,7	12,5-15,6
MgO	23,1-4,3	1,4-11,4	1,5-3,6
K ₂ O	0,7-3,4	0,8-3,9	1,8-2,8
Na ₂ O	0,8-4,2	1,9-8,3	2,6-4,7
SO ₃	1,8-7,5	1,5-6,8	3,0-7,2
ZnO	0,1-0,6	0,2-0,3	0,1-0,3
CuO	0,1-0,8	0,1-0,2	0,2-0,3
NiO	0,2-2,9	0,2-3,4	0,2-1,0
Cr ₂ O ₃	0,8-3,1	0,0-2,4	12,3-1,9

Завершающим этапом пиролизного рециклинга сухих иловых остатков является утилизация твердого продукта пиролиза (полукокс, зольные составляющие). Это вещество после высокотемпературной переработки не содержит вредных веществ, которые могут вымываться в почву и может быть захоронено или использовано для изготовления строительных материалов, устройства дорог и тому подобное [8-10].

В строительной индустрии очень эффективно используется зола-винос ТЭС. Так в ряде работ [11-14] авторами установлено, что введение золы в состав бетона приводит не только к экономии минерального вяжущего, но и увеличению прочности изделий. Нами предложено применение технологии рециклинга зольных остатков продуктов пиролизных технологий утилизации иловых осадков для изготовления строительных материалов. Исследование влияния добавки золы пиролизной технологии переработки иловых масс на физико-механические характеристики традиционных цементно-песчаных растворов проводились для различных составов сырьевых смесей. Так: для серии образцов 1 принято контрольный стартовый состав строительных растворов; для серии 2 - вместо 5% портландцемента добавляли 5% золы иловых осадков; для серии 3 вместо 10% портландцемента добавляли 10% золы; для серии 4 - вместо 15% портландцемента добавляли 15% золы. Образцы получены при использовании стандартных технологий исследования свойств строительных растворов. Обобщенные результаты испытаний представлены на рисунке 1.

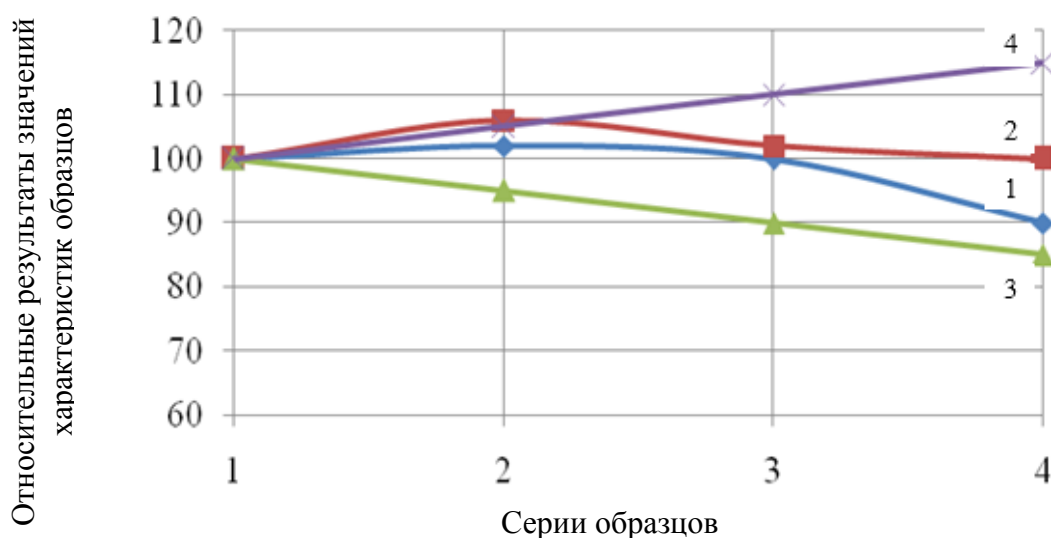


Рис. 1 Результаты исследования образцов: 1 - прочность при сжатии цементно-песчаных растворов; 2 - прочность при сжатии бетона; 3 - изменение водосодержания смеси (Ц:З:П); 4 - средняя плотность образцов строительных растворов.

Как видно из графической интерпретации результатов исследований, замена 5% по массе портландцемента добавкой золы практически не влияет на прочность цементно-песчаного раствора. Изменения прочности при сжатии в пределах 5-7% является приемлемым. По мере увеличения содержания зольного продукта имеет место увеличения пластификации смеси и незначительное уменьшение прочности в том числе и за счет изъятия минерального вяжущего. Вместе с тем, полученные результаты позволяют утверждать о целесообразности рециклинга продуктов пиролизной утилизации иловых остатков сточных вод для технологии получения строительных материалов.

Выводы

Обосновано целесообразность рециклинга продуктов пиролизной переработки зольных остатков иловых масс как добавка-модификатора в составе строительных растворов. Подтверждена возможность добавления в состав строительных растворов и бетонов золы иловых осадков и такой компонент существенно не влияет на изменение физико-механических свойств образцов строительного материала. При этом выявлены

изменения свойств макроструктуры образцов, рост значения средней плотности материала, что положительно повлияет на водостойкость строительных изделий и их морозостойкость.

Литература

1. Петрук В.Г. Можливі напрямки утилізації осадів стічних вод на КП «Вінницяоблводоканал» / Петрук В.Г., Васильківський І.В., Запорожська Р.В., Кватернюк С.М. // «Наука. Молодь. Екологія». Матеріали Міжнародної НПК в рамках I Всеукраїнського молодіжного з'їзду екологів з міжнародною участю, м. Житомир, 21–23 травня 2014 року. – Житомир Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. – С. 60-65.
2. Петрук В. Г. Методи переробки осадів стічних вод / Петрук В.Г., Васильківський І.В., Безвознюк І.І., Петрук Р.В. та інш. – Вінниця: ВНТУ, 2013. - 423с.
3. Березюк О. В. Математичне моделювання прогнозування об'ємів утворення твердих побутових відходів та площ полігонів і сміттєзвалищ в Україні / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – № 2. – С. 88-91.
4. Гуляева И.С. Анализ и обоснование методов обезвреживания и утилизации осадков сточных вод биологических очистных сооружений / Гуляева И.С., Дьяков М.С., Савинова Я.Н., Глушанкова И.С. // Вестник ПНИПУ. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности.: Пермь. – 2012. – № 2. - С. 18-32.
5. Березюк О. В. Поширеність спалювання твердих побутових відходів з утилізацією енергії / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2017. – № 2 (23). – С. 137-141.
6. Березюк О. В. Регресія кількості сміттєспалювальних заводів / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – Выпуск 1 (38). Том 2. Технические науки. – С. 63-66.
7. Березюк, О. В. Регресія площі полігону твердих побутових відходів для видобування звалищного газу / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Мир науки и инноваций. – Иваново: Научный мир, 2015. – № 1 (1). Т. 5. – С. 48-51.
8. Сердюк В. Р. Комплексне в'яжуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / Сердюк В. Р., Лемешев М. С., Христич О. В. // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Вип. 33. – С. 57– 62.
9. Лемешев М. С. Ресурсозберігаюча технологія виробництва будівельних матеріалів з використанням техногенних відходів / М.С. Лемешев, О.В. Христич, С. Ю Зузяк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2018. – № 1. – С. 18-23.
10. Сердюк В. Р. Золоцементне в'яжуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христич // Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2011. – №1(10). – С. 57-61.
11. Сердюк В. Р. Проблеми стабільності формування макроструктури ніздрюватих газобетонів безавтоклавного твердіння / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О. В. Христич // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. - 2011. - №40. - С. 166-170.
12. Сердюк В. Р. Строительные материалы и изделия для защиты от электромагнитного излучения радиочастотного диапазона / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев. // Строительные материалы и изделия. – 2005. – №4. – С. 8-12.
13. Сердюк В.Р. Об'ємна гідрофобізація важких бетонів / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2009. – № 2. – С. 40-43.
14. Лемешев М. С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново: МАРКОВА АД, 2015. – № 1 (38). Том 13. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 111-114.