

27. Murphy, F. Wastewater Treatment Works (WwTW) as a Source of Microplastics in the Aquatic Environment / F. Murphy, C. Ewins, F. Carbonnier, B. Quinn // Environmental Science & Technology. – 2016. – № 50 (11). – С. 5800–5808. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b05416>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

© А. Ю. Федотова, Е. В. Астраханцева, М. Ю. Дягелев

Ссылка для цитирования:

Федотова А. Ю., Астраханцева Е. В., Дягелев М. Ю. Исследование возникновения и удаления микропластика на очистных сооружениях канализации // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2023. № 4 (46). С. 28–33.

УДК 666.94; 628.47

DOI 10.52684/2312-3702-2023-46-4-33-35

**ПОЛНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В СЫРЬЕ И ТОПЛИВО
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА**

Р. И. Шаяхмедов, С. С. Евсеева

Шаяхмедов Растам Ирфагильевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экспертизы, эксплуатации и управления недвижимостью, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: rastams@mail.ru;

Евсеева Софья Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры экспертизы, эксплуатации и управления недвижимостью, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: ruslana2212010@mail.ru

Цель исследования – определение принципиальной возможности полного использования твердых бытовых отходов при производстве цемента мокрым способом. Задачи исследования: определение степени влияния негорючих компонентов твердых бытовых отходов на качество получаемого цементного клинкера; определение принципиальной возможности производства, в местах, где нет производства цемента мокрым способом, из твердых бытовых отходов микробиологически чистой, химически-нейтральной и пожаробезопасной топливно-сырьевой добавки, для транспортировки к местам использования. Научная новизна – гипотеза о принципиальной возможности полного использования твердых бытовых отходов при производстве цемента мокрым способом рассматривается впервые. Актуальность – основной недостаток существующих способов заключается в неполной переработке твердых бытовых отходов и сопутствующей этому потребности в предварительной сортировке. Методология исследования – методы и приемы инновационного консалтинга, патентный поиск, анализ научно-технической литературы. Выводы: все поставленные задачи решены; на настоящий момент существует принципиальная возможность полного использования твердых бытовых отходов при производстве цемента. Достигнутые результаты: все компоненты используемых твердых бытовых отходов, не повлияют на качество цемента; производство, в местах, где нет производства цемента мокрым способом, из твердых бытовых отходов микробиологически чистой, химически-нейтральной и пожаробезопасной топливно-сырьевой добавки в настоящее время возможно с использованием уже имеющихся и апробированных на практике технологий.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, производство цемента мокрым способом, вращающаяся цементная печь, топливная сырьевая добавка, тионовые бактерии, элементарная сера, отходы содержащие карбонаты, отходы, содержащие глину, прессование.

**COMPLETE PROCESSING OF SOLID HOUSEHOLD WASTE INTO RAW MATERIALS AND FUEL
FOR CEMENT PRODUCTION.**

R. I. Shayakhmedov, S. S. Yevseyeva

Shayakhmedov Rastam Irfaqilyevich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Expertise, Operation and Real Estate Management, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: rastams@mail.ru;

Yevseyeva Sofiya Sergeevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Expertise, Operation and Real Estate Management, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: ruslana2212010@mail.ru

The purpose of the study – the purpose of the study: to determine the fundamental possibility of the full use of solid household waste in the production of cement by wet method. Research tasks: determination of the degree of influence of non-combustible components of solid household waste on the quality of the resulting cement clinker; determination of the principal possibility of production, in places where there is no wet cement production, from solid household waste of microbiologically pure, chemically neutral and fireproof fuel and raw materials additives, for transportation to places of use. Scientific novelty – the hypothesis about the fundamental possibility of the full use of solid household waste in the production of cement by wet method is being considered for the first time. Relevance – the main disadvantage of the existing methods is the incomplete processing of solid household waste and the accompanying need for pre-sorting. Research methodology – methods and techniques of innovative consulting, patent search, analysis of scientific and technical literature. Conclusions: all the tasks have been solved; at the moment, there is a fundamental possibility of the full use of solid household waste in the production of cement. The results achieved: all components of solid household waste used will not affect the quality of cement; production, in places where there is no wet cement production, of microbiologically pure, chemically neutral and heat-safe fuel and raw materials additives from solid household waste is currently possible using existing and proven technologies.

Keywords: solid household waste, wet cement production, rotating cement kiln, fuel feed additive, thionic bacteria, elemental sulfur, waste containing carbonates, waste containing clay, pressing.

Использование твердых бытовых отходов (далее – ТБО) в качестве сырья и топлива при производстве цемента мокрым способом – перспективное направление. При таком использовании вместо двух супервредных экологических производств (сжигание ТБО и производство цемента) остается одно (производство цемента) и экономятся затраты на сырье, топливо и очистку отходящих дымовых газов.

Актуальность

Известные способы такой переработки [1] включают сортировку исходных ТБО с первоначальным отсевом негорючих фракций. Недостаток этого способа заключается в неполной переработке ТБО, поскольку негорючие фракции составляют свыше половины объема [2].

Цель исследования – определение принципиальной возможности полного использования ТБО при производстве цемента. Достижению этой цели мешают определенные проблемы, которые и сформировали задачи исследования.

Задачи исследования:

- определение степени влияния негорючих компонентов ТБО на качество получаемого цемента;
- определение принципиальной возможности производства, в местах, где нет производства цемента мокрым способом, из ТБО микробиологически чистой, химически-нейтральной и пожаробезопасной топливно-сырьевой добавки (далее – ТСД) для транспортировки к местам использования.

Наметим пути решения этих задач.

Для решения первой задачи используем прием инновационного консалтинга «наоборот». Посмотрим, как будут вести себя все компоненты ТБО, будучи добавленными в сырье для вращающихся цементных печей (далее ВЦП), то есть загруженными в ВЦП со стороны подачи шлама (исходного сырья, подготовленного к обработке мокрым способом).

Влага из пищевых отходов. Удаляются в зоне сушки ВЦП (температура до 100 °С) [3] так же, как и влага из шлама [4].

Органика из пищевых отходов, макулатуры, дерева, пластмасс, резины, кожи, хлопчатобумажных тканей. Выгорает в зоне подогрева (температура с 100–800 °С) ВЦП, как и органика, попавшая туда с глинистыми компонентами шлама. Тепло сгорания этой компоненты используется в зоне сушки. Поэтому зона сушки при использовании ТСД будет занимать в пространстве ВЦП меньший размер и общий расход топлива снизится. То есть добавка из ТБО будет именно топливно-сырьевой добавкой.

Стекло, керамика. Плавится в зоне спекания ВЦП (температура 1280–1340 °С) и войдет в состав расплава силикатных компонентов, попавших туда с карбонатами и глиной.

Железо. Температура воспламенения монолитного железа 1050 °С. То есть железо сгорает в зоне декарбонизации ВЦП (температура 800–1100 °С), образуя окислы железа необходимые для получения цементного клинкера.

Алюминий. Температура самовоспламенения алюминия 330–369 °С. То есть алюминий сгорает

уже в зоне подогрева ВЦП (температура 100–800 °С) образуя окислы алюминия необходимые для создания цементного клинкера.

Камень и песок (керамика и карбонаты). Являются необходимыми компонентами исходного шлама для приготовления цементного клинкера.

Кость. Полное сжигание органического вещества кости происходит при температурах выше 700 °С, в зоне декарбонизации ВЦП. Окислы фосфора переходят в цементный клинкер, где их доля не должна превышать 0,5 %. Учитывая, что содержание фосфора в ТБО составляет 0,4–0,8 % [5] и ТСД при поступлении в ВЦП будет в шламе разбавляться карбонатами и глинистым сырьем, данная компонента повлияет существенно на качество цементного клинкера.

Таким образом, все компоненты ТБО, попав в состав ТСД, не повлияют на качество цемента. Однако ТСД как готовый продукт из-за наличия органической составляющей имеет следующие недостатки [6]:

- наличие патогенных и болезнетворных микроорганизмов и других биологических вредностей;
- возникновение очагов гниения и самопроизвольного возгорания.

Первый недостаток может быть преодолен с помощью приема инновационного консалтинга «вред в пользу», когда микроорганизмы используются для стерилизации ТБО. Для этого ТБО, предварительно измельченные на фракции 50–100 мм, перемешивают с молотой серой и субстратом, содержащим культуру тионовых бактерий, а затем складывают для кратковременного хранения на открытых площадках в буртах. В процессе такого хранения тионовые бактерии, используя кислород воздуха, превратят молотую элементарную серу с развитой удельной поверхностью в серную кислоту [7], которая является сильнейшим антисептиком [8] (прием инновационного консалтинга «использование сильных окислителей»). Крупный размер фракций ТБО при этом обеспечит воздухопроницаемость буртов.

После стерилизации необходимо:

- предотвратить воздействие остаточной серной кислоты на людей и оборудование;
- прекратить дальнейшее действие тионовых бактерий;
- подготовить ТСД к прессованию (предотвратить действие микроорганизмов, попадающих в ТСД после нейтрализации).

Для решения первой задачи, стерилизованные ТБО, перемешиваются с предварительно измельченными в порошок строительными и промышленными отходами, содержащими карбонаты. При этом такое измельчение не приведет в итоге к повышенным энергетическим затратам, поскольку при приготовлении шлама для ВЦП исходное сырье, содержащее карбонаты, измельчается в той же степени. При таком перемешивании серная кислота на поверхности фрагментов прореагирует с карбонатами с образованием сернокислого кальция, воды и углекислого газа.

Далее в полученную смесь добавим, предварительно измельченные в порошок промышленные и строительные отходы, содержащие глину, которая при прессовании играет роль связующего, а

также приблизит состав материала ТСД к составу загружаемого в ВЦП шлама [8].

Для дальнейшей подготовки к прессованию ТСД дробятся на более мелкие фракции. Затем они поступают на пресс, где из них под давлением формируют блоки или гранулы из ТСД. В качестве связующего в таких блоках или гранулах выступает кроме глины также гипс (гидрат сульфата кальция), образованный из сернокислого кальция и воды. Поскольку тионовые бактерии за редким исключением являются аэробами, (не могут развиваться без кислорода воздуха) после прессования их развитие внутри блока прекращается. Прессование также исключает процессы аэробного гниения (удаление аэробных зон) и самовозгорания (уплотнение совместно с негорючими компонентами) в ТСД.

Поскольку глина и гипс как связующие обладает малой прочностью, разрушение блоков или гранул из ТСД на цементном заводе при загрузке их в ВЦП не потребует значительных энергетических затрат. Попадание гипса и остаточной серы в ВЦП не ухудшит качество получаемого цементного клинкера, поскольку при его производстве в шлам добавляются серосодержащие вещества [9].

Научная новизна

Итак, основная гипотеза нашего исследования – гипотеза о принципиальной возможности полного использования ТБО при производстве цемента. Анализ научной литературы и патентные исследования показали, что подобная проблема рассматривается впервые.

Достигнутые результаты:

- все компоненты ТБО, попав в состав ТСД, не повлияют на качество цемента;

- производства, в местах, где нет производства цемента, из ТБО микробиологически чистой, химически-нейтральной и пожаробезопасной топливно-сырьевой добавки (далее – ТСД), с последующей доставкой к местам использования в настоящее время возможно на базе уже имеющихся и апробированных на практике технологий.

При этом:

- для стерилизации ТБО предлагается применять технологию с использованием элементарной серы и тионовых бактерий;
- для нейтрализации ТБО предлагается применять строительные и промышленные отходы содержащие карбонаты;
- для обеспечения пожаробезопасности получаемой ТСД предлагается применять использование отходов, содержащих глину и прессование ТСД в брикеты и гранулы.

Выводы:

1. Все поставленные задачи решены. На настоящий момент существует принципиальная возможность полного использования ТБО при производстве цемента.

2. При этом ТБО могут загружать в ВЦП как напрямую (доставка измельченных ТБО самосвалами от ближайшего населенного пункта), так и в составе специально изготавливаемой ТСД, (доставка по железной дороге из ближайших регионов РФ).

3. При решении поставленных задач были использованы следующие методы инновационного консалтинга («наоборот», «вред в пользу», использование сильных окислителей»).

Список литературы

1. Патент РФ 2479622 С1 МПК С10L 5/46, С10L 5/08, В09В 3/00. Способ переработки твердых бытовых отходов в топливо для печей высокотемпературного синтеза цементного клинкера. – Опубликовано 20.04.2013. – Бюл. № 11.
2. <https://rykovodstvo.ru/other/141332/index.html? page= 12>.
3. https://znano.ru/media/konspekt_leksij_po_teme_teplotehnicheskie_i_tehnologicheskie_zony_vraschayushejsya_pechi-151437.
4. https://www.avtobeton.ru/mokrii_sposob_proizvodstva_cementa.html.
5. <https://lektsii.org/7-22696.html#:~:text=%D0%98%D0%B7%20%D1%85%D0%B8%D0%BC>.
6. Кайгородов О. Н. Измельчительная техника для подготовки альтернативного топлива / О. Н. Кайгородов // Цемент и его применение. – 2009. – № 1.
7. Патент РФ 1099937 А1 МПК А23К 3/03. Консервант для кормов. – Опубликовано 30.06. 1984. – Бюл. № 24.
8. <https://scicenter.online/geologiya-sssr-scicenter/gliny-suglinki-dlya-proizvodstva-164174.html>.
9. <https://cement.ucoz.ru/publ/21-1-0-70>.

© Р. И. Шаяхмедов, С. С. Евсеева

Ссылка для цитирования:

Шаяхмедов Р. И., Евсеева С. С. Полная переработка твердых бытовых отходов в сырье и топливо для производства цемента // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2023. № 4 (46). С. 33–35.

УДК 666.972.1

DOI 10.52684/2312-3702-2023-46-43-35-40

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТЕПЕНИ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ РЕЧНОГО ПЕСКА В АППАРАТЕ ВИХРЕВОГО СМЕШЕНИЯ

Б. Б. Утегенов, Р. И. Шаяхмедов

Утегенов Бахитжан Бахиткалиевич, старший преподаватель кафедры промышленного и гражданского строительства, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: utegen76@mail.ru;