

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПОЛЕЗНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Введение. Рост численности населения, бурный экономический рост, быстрая урбанизация и повышение уровня жизни в общинах значительно ускорили темпы образования твердых отходов. В то же время неправильное обращение с твердыми отходами и их утилизация представляют собой серьезную проблему: они приводят к ухудшению состояния городской среды в виде загрязнения воздуха, воды и земель, что создает риски для здоровья человека и вызывает ряд экологических проблем [1].

Непрерывный рост численности населения значительно увеличил спрос на строительные материалы. Повышенный спрос на строительные материалы вызывает ряд проблем. Только 55-65% добываемых полезных ископаемых используется в строительном секторе. Остальное прошлое из них остается неиспользованным. В результате огромное количество твердых отходов выбрасывается в окружающую среду, нарушая экологический баланс. Одним из путей решения проблемы твердых бытовых отходов является их сжигание с целью получения энергии. По расчетам, при сжигании около 1500-1700 тонн твердых отходов образуется определенное количество золошлаковых остатков, в том числе 300-350 кг донной золы и 30-35 кг летучей пыли [2].

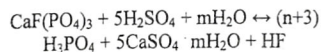
Они не нашли своего целенаправлен-

ного применения до настоящего времени. Следует отметить, что существуют некоторые факторы, ограничивающие использование этих отработанных шлаков независимо от способа их производства и объема запасов. Одним из этих факторов является то, что многие из них не содержат достаточного количества питательных веществ. Проблема может быть решена путем повышения их качества путем переработки соединениями или отходами, имеющими неисчерпаемый запас.

Фосфогипс является огромным и обременительным отходом для производства концентрированных простых и сложных удобрений. По мере развития производства фосфорсодержащих удобрений проблема утилизации фосфогипса становится все более актуальной по многим причинам, включая транспортировку фосфогипса на свалки и его хранение, наносящее большой экологический ущерб. 0,1% фтора выделяется при внесении фосфогипса в отвалы. Хорошо известно, что фосфор (Р) является вторым важным ключевым растительным питательным веществом после азота (N), который сильно влияет на общий рост растений, влияя на ключевые метаболические процессы, такие как деление и развитие клеток, транспорт энергии (АТФ, АДФ), трансдукция сигналов, макромолекулярный биосинтез, фотосинтез и дыхание растений

[3]. Таким образом, спрос на фосфогипс как в строительной отрасли, так и в сельском хозяйстве достигает 20 млн тонн в год.

Результаты и обсуждение. В процессе производства фосфорной кислоты, фосфогипс образуется по следующей реакции:



При производстве 1 тонны фосфорной кислоты образуется 3,5-4,2 тонны фосфогипса. Еще одним отходом, используемым в исследованиях, является серная кислота, образующаяся на нефтеперерабатывающих заводах. Фосфогипс,

природный доломит и серная кислота используются для переработки шлаков, образующихся при сжигании твердых бытовых отходов. Основной целью при использовании доломитового минерала было повышение содержания Mg в конечном продукте, предназначенном для применения в сельском хозяйстве для повышения плодородия почв. Серная кислота используется для обеспечения продукта серой, которая является одним из важных макроэлементов для растений в почве [4, 5]. Образцы шлака, использованные в ходе исследований, были собраны на Бакинском Балаханском мусоросжигательном заводе. Содержание 2 образцов шлака приведено в таблице 1.

Таблица 1

Результаты анализов шлаков, полученных при сжигании твердых бытовых отходов (масса%)

Образцы	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	YTI [*]
1	5,82	2,42	4,12	14,8	2,12	2,27	32,5	0,83	0,21	10,3	19,5
2	2,92	1,26	1,52	6,53	0,94	7,14	34,6	0,98	0,24	3,90	21,1

*Примечание: содержание компонентов меняется при 600°C.

Фосфогипс, образующийся при производстве фосфорной кислоты, имеет следующее содержание (масса%): CaO-33,0; SO₃-47,0; P₂O₃total-1,6; P₂O₃spod-0,6; Fe₂O₃- 0,2; MgO-0,5; F-0,34; остаток после прокаливании - 17,9. Содержание отработанной серной кислоты составило (масса%): H₂SO₄-66,5; H₃PO₄-9,5 и остальное состоит из воды. Для разбавления серной кислоты использовали поверхностно - активное вещество - алкиларилбензолсульфонат (САА).

Содержание другого модификатора-природного доломита азербайджанских месторождений было следующим (масса%): CaO-30,1; MgO- 21,56; CO₂-42,75; CuO-0,10; Fe₂O₃-0,12; MnO-0,10; Al₂O₃-0,11; NiO-0,11; ZnO- 0,13; H₂O- 3,0.

В качестве нейтрализующего реагента использовали местные ракушки со следующим содержанием (масса%): CaO-55,97; MgO-2,33; CO₂-32,48; Al₂O₃-2,0; Fe₂O₃-0,2; Na₂O-0,5; SiO₂-3,0; остаток го

рения -5,0.

Первый образец был использован в наших экспериментах. Эксперименты проводили следующим образом: в стеклянный реактор емкостью 50 мл добавляли 20 мл водного раствора САА и 50 мл серной кислоты. Затем в реактор добавляли 100 г шлака, 25г фосфогипса и 25 г доломита в течение 30 минут постепенно перемешивая в течение 60 минут. Процесс останавливали и в продукт добавляли высушенные и измельченные ракушки до достижения pH 6,0-6,5. Твердую фазу отделяли от жидкой фазы. Анализировали как твердую, так и жидкую фазу. Для выбора оптимальных условий процесса были проведены эксперименты с различным содержанием кислоты, фосфогипса, доломита и поверхностно-активного вещества, содержащего воду [6]. Количество шлака оставалось неизменным. Результаты экспериментов приведены в таблице 2.

Количество полученного продукта в зависимости от количества исходных материалов (кг)

Таблица 2

№ экспериментов	Используемый материал					Товары		Скорость деградации %
	Шлак	Фосфогипс	Доломит	H ₂ SO ₄	САА решение	Твердый	Жидкий	
1	100	25	25	50	20	65	155	92
2	100	20	20	60	20	70	150	93
3	100	30	15	55	20	64	156	90
4	100	35	15	50	20	60	160	94
5	100	40	10	45	25	52	168	91
6	100	24	26	45	25	47	173	90
7	100	40	10	50	20	57	163	87

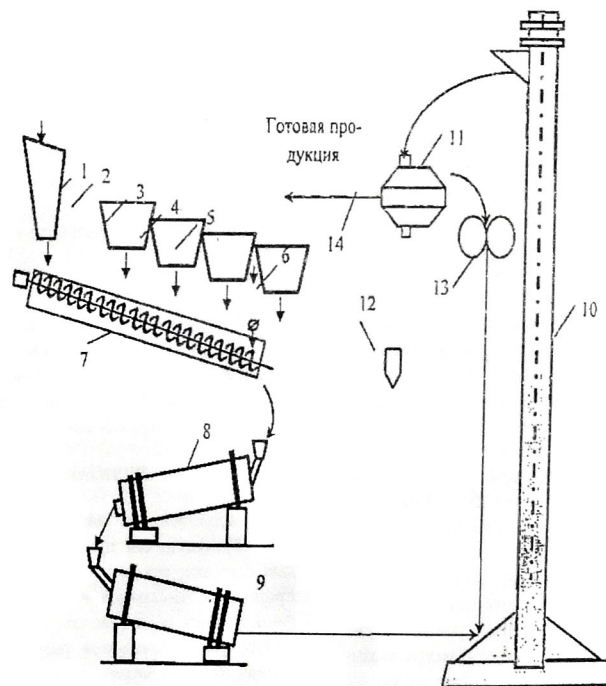


Рис.1. Технологическая установка для получения удобрений, мелиорантов и средств защиты растений на основе шлака, шлама и природных минеральных соединений. 1 - бункер шлака, образующегося при сжигании ТБО; 2 - емкость для азотной кислоты; 3 - бункер для шлама нефтяных скважин; 4 - бункер для фосфоритовой породы; 5 - бункер для раствора извести; 6 - дозатор; 7 - шнек; 8 - гранулятор; 9 - сушильный аппарат; 10 - элеватор; 11 - сита; 12 - ретортная линия; 13 - измельчитель; 14 - линия готовой продукции.

Описание технологической схемы.

Шлак, получаемый в ходе сжигания твердых бытовых отходов, наполняется в бункер (1). В емкость (2) вливается отработанная азотная кислота. Вначале открывается нижняя крышка бункера (1), и находящийся там шлак попадает на шнек (7), сюда же подается кислота из емкости (2). Спустя небольшое время, на шнек поступает и шлак нефтяных скважин из бункера (3), и фонолит из бункера (4). После чего к каше, находящейся на шнеке (3), добавляют измельченную и высушенную из-весть из емкости (5). Все материалы, находящиеся на шнеке сначала поступают в дозатор (6), а оттуда в гранулятор (8), сушильный аппарат (9), затем в элеватор (10), и сита (11). В ситах делится на три части: часть размером в 0,5-1,0 мм поступает по ретортной линии (12) в грануляторный аппарат, часть размером 1,0-5,0 мм поступает в качестве готовой продукции (14) потребителю, а та часть, размер которой превышает 5,0 мм поступает в измельчитель (13). Крупные части в измельчаются в измельчителе и возвращаются в процесс.

Выводы. Анализ шлаков, образующихся при сжигании твердых бытовых отходов, показал, что в них содержится определенное количество элементов питания. Установлено, что как фосфогипс, образующийся при производстве серной кислоты, так и серная кислота, образующаяся на нефтеперерабатывающих заводах, являются неисчерпаемыми источниками Р и S для растений в почве. Обработка этих отходов вместе с натуральным доломитовым минералом даст возможность обеспечить сельское хозяйство высококачественными удобрениями, благодаря чему растения смогут стабильно усваивать питательные элементы. С учетом результатов исследований можно сделать вывод, что сжигание отходов не может быть решением проблемы. Для более эф-

фективного управления отходами следует разрабатывать и применять новые технологические варианты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минеральные ресурсы Красноярского края Кадастр месторождений полезных ископаемых /под ред. С.С. Сордяка Красноярский РИИ, 2002, С.582.
2. Позин М.Е., Копышев Б.А., Алосманов М.С. Технология минеральных солей. Изд. «Химия», Ленинград, 1989, С.81.
3. Bruce F. // Chem. Eng. News, 2016, v.53, №27, Р.9-15.
4. Кононов А.В. Стерлин В.Н., Евдокимова Л.И. Основы технологии комплексных удобрений. М., «Химия», 1988, С. 307.
5. Позин М.Е. Технология минеральных солей. Изд. Л., «Химия», 1991, С.1326–1327.
6. Кармашов В.Ф. Химическая переработка фосфоритов. М.: «ХИМИЯ», 1983, 300 с.

Использование природных минеральных соединений для обработки и утилизации твердых отходов, содержащих полезные вещества

РЕЗЮМЕ

Способ основан на обработке шлаков, образующихся при сжигании твердых бытовых отходов с использованием природных минералов в качестве модифицирующих компонентов. В настоящей работе рассматриваются результаты исследований, проведенных с использованием двух модификаторов - природного доломита и фосфогипса, образующихся в процессе производства фосфорной кислоты.

Ключевые слова: *твердые отходы, шлак, модификатор, фосфогипс, доломит, фосфор.*