

УДК 628.4.032:504.75

В. В. МИХАЙЛЕНКО, А. Е. КАПУСТИН, д-р хім. наук, проф.
ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»
87500, Мариуполь, ул. Университетская, 7
shavkun_v_v@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ОТСТОЙНИКА ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Исследованы процессы очистки жидкой фазы отстойника на полигоне твердых бытовых отходов в г. Мариуполе. Для очистки стоков от ионов железа предложено использование метода осаждения за счет повышения рН, что приводит к связыванию осадком гидроксидов. В качестве нейтрализующей смеси используется гидроксид кальция и металлургический шлак. Для удаления фенолов предложены сорбенты – слоистые двойные гидроксиды. Исследованы процессы образования осадка – асфальтоподобного слоя. Изучены параметры безопасного проведения процесса нейтрализации, предотвращая попадание загрязняющих веществ в воздушную среду.

Ключевые слова: отстойник, фильтррат, асфальтоподобный слой, очистка стоков, железо, фенолы

Mychailenko V. V., Kapustin O. E. THE INVESTIGATION OF DRAINS TREATMENT ON THE LANDFILL

This article is about investigation of the process of treatment of the liquid phase slurry tank pond in the municipal solid waste landfill in the Mariupol city. The method of sedimentation with pH increase for drains treatment was proposed. This leads to the binding of the precipitate of hydroxides. As neutralizing mixture are using a calcium hydroxide and metallurgical slag. The sorbents – double layered hydroxides are proposed for phenols remove. The processes of precipitation was investigated. The parameters of safe neutralization process, prevention of ingress of contaminants into the air were studied.

Key words: sump, drains, asphalt-like layer, drains treatment, iron, phenols

Михайленко В. В., Капустин О. Е. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕВ ОЧИЩЕННЯ ВІДСТІЙНИКА ПОЛІГОНУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Досліджено процеси очищення рідкої фази відстійника на полігоні твердих побутових відходів у Маріуполі. Для очищення стоків від іонів заліза запропоновано використання методу осадження за рахунок підвищення рН, що призводить до зв'язування осадом гідроксидів. В якості нейтралізуючої суміші використовується гідроксид кальцію і металургійний шлак. Для видалення фенолів запропоновані сорбенти - шаруваті подвійні гідроксиди. Досліджено процеси утворення осаду - асфальтоподібного шару. Вивчено параметри безпечного проведення процесу нейтралізації, запобігаючи потрапляння забруднюючих речовин у повітряне середовище.

Ключові слова: відстійник, фільтрат, асфальтоподібний шар, очищення стоків, залізо, феноли

Введение

Полигоны – это потенциально опасные экологические объекты вследствие образования фильтррата, который загрязняет водные объекты; бесконтрольно выбрасывают в атмосферу метан и другие свалочные газы [1,2].

Особую опасность представляют свалки бытовых отходов для подземных и наземных источников воды. Вблизи свалок городских отходов в грунтовых водах были обнаружены смеси алифатических, ароматических и хлорированных органических растворителей, а также соединения мышьяка, кадмия, хрома, свинца, ртути и никеля [3-8].

Технологические схемы для очистки стоков полигонов ТБО отличаются многостадийностью, сочетанием физико-химических и биохимических процессов удаления и деструкции загрязнений. В них применяются методы фильтрации, ультрафильтрации, обратного осмоса, процессы вакуумного выпаривания и сушки, механическое обезвоживание осадков, обеззараживание очищенных вод перед их выпуском в водоем. Применение того или иного метода в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью вредности примесей [9-15].

Существующие методы очистки фильтратов не могут быть применимы для очистки стоков полигона твердых бытовых отходов г. Мариуполя, поскольку результа-

Изложение основного материала

Исследуемый отстойник расположен на полигоне твердых бытовых отходов г. Мариуполя (рис. 1).

Отстойник имеет размеры 110 x 90 м и среднюю глубину от 3 до 5 м. В настоящее время в отстойник стекает фильтрат, образующийся на существующем полигоне твердых бытовых отходов.

При переполнении отстойника загрязненные воды попадают в р. Кальмиус, а затем и в Азовское море. Поэтому возникает

резкое отличие в составе от стоков полигонов Украины.

проблема предотвращения загрязнения водных объектов стоками полигона. Целью работы является разработка технологии очистки стоков отстойника полигона твердых бытовых отходов.

Химический и микробиологический анализ мусора полигона, дренажных стоков и воды в отстойнике был выполнен нами ранее и описан в работе [16]. Следующим этапом является работа по нейтрализации отстойника.

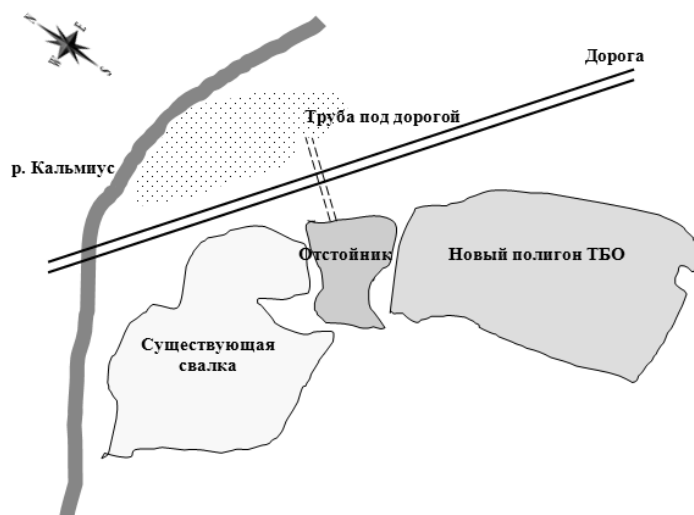


Рис. 1 – Расположение полигона ТБО на карте города

Проведенные аналитические исследования показали, что основными загрязняющими веществами жидкой фазы являются соли железа ($3,3 \cdot 10^3$ мг/дм³), органические соединения ряда фенолов ($4,8 \cdot 10^3$ мг/дм³). Эти результаты позволили определить основные направления нейтрализации загрязнителей – осаждение неорганических компонентов и адсорбция органики. Главной технологической задачей является проведение процесса совместной дезактивации органических и неорганических соединений, с использованием доступных, недорогих и нетоксичных компонентов.

Предварительные расчеты показали, что необходимо нейтрализовать отстойник ориентировочным объемом 45 тыс. м³.

Основные загрязняющие неорганические компоненты относятся к третьей аналитической группе. Повышение рН раствора приводит к образованию аморфных осадков, с последующей кристаллизацией и уплотнением. Образующиеся аморфные осадки будут адсорбировать органические компоненты, а при кристаллизации образовывать композитные материалы с необратимым внедрением органических соединений. Однако, полного поглощения органических соединений не наблюдается. Допол-

нительное поглощение низкомолекулярных органических соединений необходимо организовать путем адсорбции высокопористыми углеродными материалами, которые будут также внедрены в состав композита.

Для получения исходных данных для расчета и проведения испытаний были поставлены следующие эксперименты.

Отобранные с различных глубин отстойника стоки были гомогенизированы и обработаны пылеобразным оксидом кальция с размером частиц менее 1 мм. Количество введенного оксида рассчитывалось с учетом содержания в жидкой фазе кислот в пересчете кислотности среды на серную кислоту.

После введения оксида кальция реакционная масса была тщательно перемешана и после выдерживания в течение 7 суток герметически закупоренной. После осаждения твердого осадка цвет жидкости практически не изменился. Примерно через 10 суток цвет жидкости существенно изменился, а также стал виден плотный, малоподвижный слой темного цвета на дне. Со временем вязкость слоя уменьшилась, примерно через 60 суток он перешел в твердое состояние.

Через 6 месяцев колба была откупорена и извлечен твердый черный асфальтоподобный материал. Анализ водной фазы – светло-желтого цвета – показал следующие результаты: $\text{pH} = 8,28$; сухой остаток и зольность – на уровне определения. Содержание железа и более тяжелых катионов – $0,00076 \text{ моль/дм}^3$. Черный асфальтоподобный диск был помещен в керамическую воронку, кольцевая щель герметизирована и сверху была налита вода. В течение 14 суток просачивания воды через диск (толщиной 1 см) обнаружено не было. Кипящая вода просачивалась только по кольцевому зазору. Нагревание полученного вещества показало, что начало размягчения вещества лежит в области 270-350 градусов; химический анализ показал содержание углерода – 43,76 %, зольность – 32,45 %.

Все это говорит о том, что на дне отстойника можно создать асфальтоподобный слой, который будет предотвращать попадание жидкости из отстойника в грунтовые воды.

При анализе воздуха над поверхностью воды постоянно обнаруживается при-

сутствие загрязняющих веществ, с увеличением концентраций в теплое время года. Кроме того, при введении веществ основного характера вследствие протекания экзотермических реакций возможны газовые выбросы загрязняющих веществ. Чтобы убедиться, что в процесс нейтрализации не будет выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в концентрациях, превышающих ПДК, были проведены лабораторным имитационные эксперименты.

Для проведения лабораторных экспериментов по газовой выделению использовалась круглодонная четырехгорлая колба объемом 500 мл, снабженная механическим перемешивателем, барботером, дозатором твердого компонента и газоотделительной системой. В колбу загружалось 250 мл жидкой фазы из накопителя. Затем через колбу барботировался инертный газ для удаления компонентов воздуха. Предварительно, методом газохроматографического анализа было установлено, что для полной замены газовой фазы необходимо пропустить не менее 3 объемов инертного газа. При проведении исследований пропускали 5 объемов инертного газа и считали замену полной, не проводя анализы. Объем отбираемой газовой пробы не превышал 5 мл.

Для этого в колбу наливали 250 мл жидкой фазы, замораживали жидким азотом и заменяли воздух в колбе на инертный газ. После размораживания нагревали жидкую фазу до заданной температуры, выдерживали при заданной температуре и отбирали пробы газа на анализ. Для имитации процесса инсоляции нагрев жидкости проводили лампой накаливания вместе с ультрафиолетовым источником. Максимальная температура проведения эксперимента составляла $60 \text{ }^\circ\text{C}$; такая максимальная температура, по нашему мнению, может быть на черной поверхности в летний солнечный день. Естественно, что больше всего в газовой фазе находилось компонентов воздуха и воды. Результаты газохроматографического анализа представлены на рис. 2.

Для большинства компонентов зависимость константы Генри от температуры вполне обычная, соответствующая диффузионным процессам. Для CO и SO_2 рассчитанная по данным результатам энергия активации превышает 50 кДж/моль .

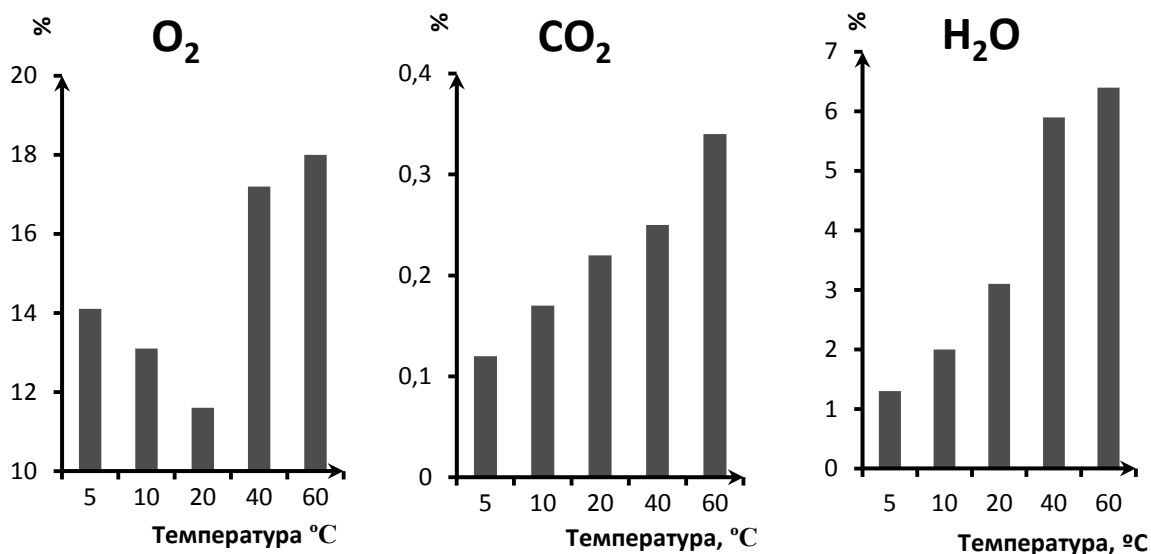


Рис. 2 – Фоновые выделения газовых компонентов из отстойника при различных температурах, %

Это говорит о том, что на поверхности отстойника идут процессы деструкции органических соединений, во всяком случае, в летнее время.

Основные эксперименты по исследованию перехода загрязняющих веществ в газовую фазу заключались в имитации процесса нейтрализации отстойника твердым основанием. Все эксперименты проводились при температуре 20 °C. В колбу загружалось 250 мл жидкой фазы и после заполнения колбы инертным газом при интенсивном перемешивании загружали оксид кальция. После загрузки отбиралась проба газа. Результаты экспериментов

представлены в таблицах 3-4. Минимальное количество основного материала, при котором можно проводить наблюдения – 0,1 грамма. С учетом масштаба это соответствует 28 тоннам в реальном масштабе. Для того, чтобы имитировать меньшие количества вводимого основного вещества, в жидкую фазу вводили не сухое вещество, а раствор основного вещества. Изменением объема реакционной массы пренебрегали. Результаты газохроматографического анализа представлены на рисунке 3. Из рисунка 3 видно, что при нейтрализации отстойника в газовой фазе резко

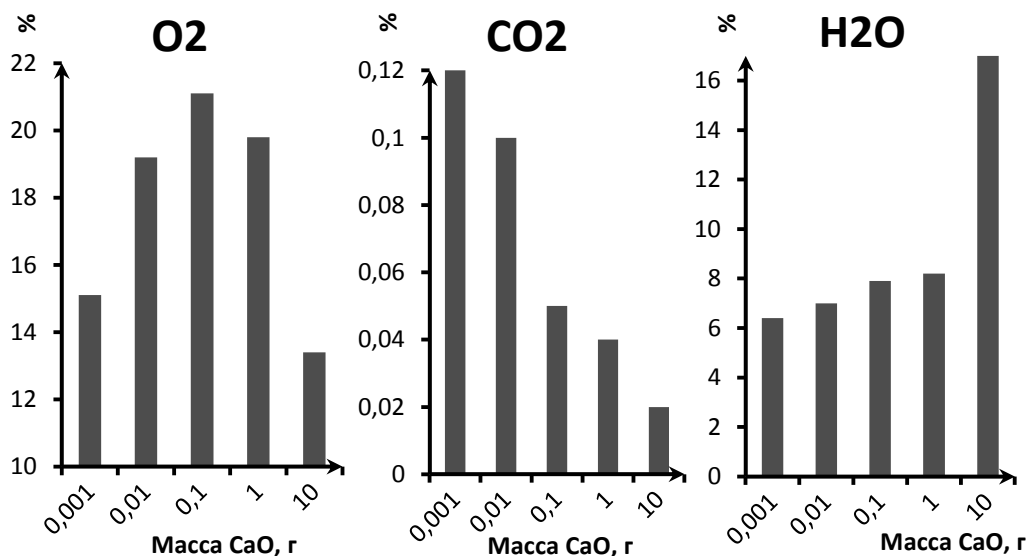


Рис.3 – Газовыделение при нейтрализации, %

снижается содержание кислотных компонентов. И при любом режиме нейтрализации выбросы в атмосферу ниже фоновых.

По окончании процесса нейтрализации на дне реакционного сосуда образуется вязкий слой, постепенно отвердевающий. В

опытах же с добавлением 1 и 10 граммов образование вязкого слоя и его затвердевание происходило в течение эксперимента, и для его разрушения и удаления из реакционного сосуда последний в течение ночи промывали струей воды.

Выводы

Установлена эффективность использования метода осаждения за счет повышения рН для удаления железа из жидкой фазы отстойника, расположенного на полигоне твердых бытовых отходов г. Мариуполя. В качестве осадителя исполь-

зован гидроксид кальция и металлургический шлак различных фракций. Также были определены параметры безопасного проведения процесса нейтрализации, предотвращая попадание загрязняющих веществ в воздушную среду.

Литература

1. Краснянский М.Е. Загрязнение свалками ТБО природной среды / М. Е. Краснянский, А. Бельгасем. // Проблемы экологии. – 2004. – № 2 (1). – С. 95-102.
2. Кориневская В. Ю. Отходы городских систем как потенциальный ресурс и источник загрязнения окружающей природной среды / В. Ю. Кориневская, Т. П. Шанина. // Вестник Одесского государственного экологического университета. – 2011. – № 11. – С. 20-28.
3. Ларионов Н. С. Комплексная оценка влияния свалки твердых бытовых отходов г. Архангельска на компоненты природной среды / Н. С. Ларионов, К. Г. Боголицын, И. А. Кузнецова. // Российский химический журнал. – 2011. – № 1 (15). – С. 93-100.
4. Лунева О. В. Основной источник загрязнения окружающей природной среды – отходы / О. В. Лунева. // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2011. – № 1 (12). – С. 181-187.
5. Челядін Л. І. Обладнання очищення стічних вод і його вплив на гідросферний фактор екологічної безпеки об'єкту / Л. І. Челядін, Л. І. Григорчук. // Екологічна безпека. – 2009. – № 1. – С. 20-25.
6. Ведяшкин А. С. Разработка способа защиты грунтовых вод от загрязнения в местах складирования твердых отходов / А. С. Ведяшкин, Н. Р. Ахмедова. // Вестник томского государственного университета. – 2010. – № 330. – С. 200-201.
7. Степаненко Е. Е. Исследование химического состава фильтрационных вод полигона твердых бытовых отходов / Е. Е. Степаненко. // Известия Самарского научного центра Российской Академии наук. – 2009. – Т. 11. – № 1 (3). – С. 525-527.
8. Воронкова Т. В. Рециркуляция фильтрата на полигонах захоронения твердых бытовых отходов / Т. В. Воронкова, Я. И. Вайсман. // Вестник ПНИПУ. – 2012. – № 3. – С. 83-91.
9. Пат. 2207987. Российская Федерация. МПК7 С 02 F 9/10, С 02 F 1/4. Способ очистки дренажных вод полигонов твердых бытовых отходов / А.А. Поворов, В.Ф. Павлова, Л.В. Ерохина, И.И.Начева, Н.А. Шиненкова, О.Н. Коломийцева (РФ) ; НПП «Баромембранная технология (РФ). – № 2000123328/12; заявл. 07.09.00 ; опубл. 10.07.03. – 6 с. : ил.
10. Варнавская И.В. Анализ условий образования и состава сточных вод полигонов твердых бытовых отходов / И.В. Варнавская. // Экология и промышленность. – 2008. – № 1. – С. 7-14.
11. Майоров С. А. Электрохимическая очистка хозяйственно-бытовых и промфакельных сточных вод / С. А. Майоров, Ю. А. Седов, Ю. А. Парахин. // Водоочистка. – 2009. – № 10. – С. 41-43.
12. Сталинский Д.В. К вопросу об очистке сточных вод полигонов твердых бытовых отходов / Д.В. Сталинский и др. // Науковий вісник будівництва. – 2009. – № 52. – С. 120-129.
13. Луговской А.Ф. Оценка методов обеззараживания воды / А. Ф. Луговской, А. В. Мовчанюк, И. А. Гришко. // Вестник национального технического университета Украины. Серия «Машиностроение». – 2008. – № 52. – С.103-111.
14. Душкин С.С. Прогрессивные технологии в области очистки природных и сточных вод / С. С. Душкин, Г. И. Благодарная. // Коммунальное хозяйство городов. – 2010. – № 93. – С. 3-11.
15. Самохвалова А. И. Общие сведения о системе очистки сточных вод / А. И. Самохвалова. // Науковий вісник будівництва. – 2009. – № 51. – С. 121-125.
16. Shavkun V., Kapustin A., Binkovskiy Y. Azov Sea contamination by Dumps and Landfill, Int. J. of Sustainable Water and Environmental Systems. – 2013. – №1. – Vol. 4. – P. 67-72.

Надійшла до редколегії 24.10.2014

