

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И АКТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

Костарев С.Н., Серeda Т.Г., Еланцева Е.Н.

ФГБОУВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия (614000, Пермь, ул. Комсомольский пр., 29), e-mail: iums@dom.raid.ru

Выполнена оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от проектируемого полигона ТБО Курганской области, установлены виды отходов производства и потребления, их количество, оценка объекта как источника выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Обоснован перечень приборов и оборудования для непрерывного контроля и активного мониторинга (управления) параметрами в массиве отходов с помощью автоматизированной системы управления. Основные физико-химические показатели состояния массива отходов при мониторинге: влажность ТБО, pH, температура, расход. Результаты получены с использованием нормативно-методической базы и современных программных средств. По полученным результатам был проведён расчёт рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере в соответствии с ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий», с использованием унифицированной программы расчёта загрязнения атмосферы УПРЗА «ЭКО центр».

Ключевые слова: выбросы загрязняющих веществ, предельно-допустимая концентрация (ПДК), полигон твёрдых бытовых отходов (ТБО), ЖКХ, АСУТП.

ESTIMATION OF INFLUENCE ON THE ENVIRONMENT AND ACTIVE MONITORING OF PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS IN THE NATURE TECHNICAL SYSTEMS OF RECYCLING OF WASTE PRODUCTS

Kostarev S.N., Sereda T.G., Elanceva E.N.

State National Research Politechnical University of Perm, Perm, Russia (614000, Perm, street Komsomolskiy pr., 29), e-mail: iums@dom.raid.ru

The estimation of emissions of polluting substances in atmospheric air from projected landfill municipal solid waste (MSW) of Kurgan area is executed, kinds of waste products of manufacture and consumption, their quantity, an estimation of object as source of emissions of polluting substances in an atmosphere are established. The list of devices and the equipment for the continuous control and active monitoring (management) in parameters over a file of waste products c is proved by the help of the automated control system. The basic physical and chemical parameters of a condition of a file of waste products at monitoring: humidity MSW, pH, temperature, the charge. Results are received with use of methodical base and modern software. By the received results calculation of dispersion of polluting substances in an atmosphere has been carried out. Calculation of pollution of an atmosphere is executed according to OND-86 «the Design procedure of concentration in atmospheric air of the harmful substances contained in emissions of the enterprises», with use of the unified program of calculation of pollution of atmosphere «Eco the center».

Keywords: emissions of polluting substances, maximum-permissible concentration (maximum concentration limit), housing and communal services, ASU, sanitary landfill municipal solid waste

Введение

Основная масса отходов в России утилизируется почвенными методами путём их депонирования на неуправляемых свалках и полигонах твёрдых бытовых отходов (ТБО). Объекты депонирования ТБО отрицательно влияют на природные ландшафты урбанизированных территорий и здоровье населения. В работе [14] объект депонирования ТБО рассмотрен как искусственная экосистема хранения отходов. В данной работе в качестве источника негативного влияния на окружающую среду рассматривается природно-техническая система утилизации отходов (система «Природа–Техника–Отходы» (ПТО)) [2].

Под системой ПТО понимается совокупность действующих на определенной территории инженерных сооружений (технических средств) в пределах участка захоронения отходов (УЗО) и хозяйственной зоны полигона ТБО, транспортных средств, системы коммуникаций, предназначенных для складирования, изоляции и обезвреживания ТБО, а также сфер их проектирования, строительства, реконструкции и содержания. Под безопасностью понимается система состояний природных и технических объектов на полигонах ТБО, влияющих на целостность компонентов биосферы. Природно-технические системы утилизации отходов включают в себя целый ряд объектов, функционирующих как единое целое с широким выбором возможных связей между ними, где каждый объект (подводящая, распределяющая и отводящая подсистемы) работает для осуществления единой цели.

Целью настоящего исследования являлся научный обзор методов оценки воздействия загрязняющих веществ и обоснование проведения активного мониторинга физико-химических параметров в природно-технических системах утилизации отходов.

Материал и методы исследования

При обосновании методов и алгоритмов управления объектами депонирования отходов использовались методы системного анализа, общей теории систем, теории автоматического регулирования, методов математического и имитационного моделирования. Объектом исследования является проектируемый полигон ТБО Кетовского района, Курганской области, для которого были определены основные источники опасности: факторы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и факторы пожаров, возникающих на полигонах ТБО и воздействующих на обслуживающий персонал, жителей окрестных населенных пунктов, окружающую среду и материальные ценности. В настоящее время отсутствуют какие-либо требования по пожарной безопасности, а на этапе проектирования полигонов ТБО, вопросам пожарной безопасности и проявлению процессов возгорания и тления не придается должного значения.

Результаты исследования и их обсуждение

1 Анализ характеристик при оценке выбросов в атмосферу

Важными характеристиками при оценке выбросов в атмосферу и пожаровзрывоопасности на полигонах ТБО являются: морфологический состав, плотность и влажность отходов, которые постоянно изменяются с возрастанием доли полимерных материалов, особое влияние оказывают климатические условия [17].

В данной работе полигон ТБО представлен в виде искусственной экосистемы хранения отходов [14] или природно-технической системы утилизации отходов [2], внутри которой протекают сложные биохимические реакции, при проектировании данных объектов предлагается учитывать расчеты процессов конвективно-диффузионного переноса и

превращения веществ. Из трех физических фаз, которые образуются внутри массива отходов: твёрдая фаза (твёрдые отходы), жидкая фаза (фильтрат) и газовая фаза (свалочный газ и/или биогаз), наибольшую опасность представляет жидкая фаза, которую необходимо обезвреживать [18].

Так как активное выделение биогаза, в основном, продолжается только в течение одного, двух десятилетий, то его необходимо собирать и подвергать очистке в течение данного периода, чтобы минимизировать влияние на окружающую среду.

В соответствии с современным законодательством Российской Федерации при проектировании и эксплуатации любого объекта, являющегося источником негативного воздействия на среду обитания и здоровье человека. В частности для полигонов ТБО, требуется соблюдение гигиенических критериев качества атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ), ориентировочные размеры которой приведены в СанПиН 2.2.1/2.1.1-1200.03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». Однако, на практике не всегда удается выдержать указанные ориентировочные размеры, например, для проектируемого полигона ТБО в Курганской области расстояние от границы полигона до ближайшей нормируемой территории составляет 220 м, тогда как СЗЗ по нормам для подобного объекта составляет 500 м. В таких случаях выполняются расчеты рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с целью определения удельных концентраций (в долях ПДК) загрязняющих веществ на границе расчетной санитарно-защитной зоны для оценки возможности размещения полигона в заданных условиях или разработки рекомендаций об оптимизации технологических процессов на полигоне с целью достижения ПДК на границе рассматриваемой санитарно-защитной зоны.

2 Расчеты по рассеивания загрязняющих веществ

Для того чтобы провести расчет рассеивания загрязняющих веществ, оценивали их возможные максимально-разовые выбросы. В этих целях использовалась «Методика расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов». Отличительной особенностью характеристики выбросов полигона ТБО является их неоднородность во времени: с увеличением количества складированных отходов увеличивается и эмиссия биогаза [10, 11]. При этом с увеличением высоты тела полигона оптимизируются условия рассеивания. Несмотря на то, что количество отходов будет увеличиваться одновременно с ростом высоты тела полигона, этот рост будет происходить последовательно, по мере заполнения очередей участка захоронения отходов. Анализ проведенных вариантов расчетов рассеивания для разных сроков эксплуатации проектируемого полигона в Курганской обл. показал, что наибольшая концентрация

загрязняющих веществ в приземном слое будет достигнута в конце срока эксплуатации полигона. Так, величина максимальной приземной концентрации на границе ближайшей нормируемой территории по сероводороду составит 0,200 ПДК, по метану – 0,029 ПДК.

Для долговременной защиты объектов окружающей среды при закрытии полигона ТБО предлагается создание на рекультивационной стадии биоканалов по периметру полигона ТБО [12, 13], специального рекультивационного покрытия полигона с высадкой рекомендованной растительности [8] и подачей рециркуляционного фильтрата на поверхностные слои полигона ТБО [9].

3 Разработка активного мониторинга с использованием методов проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления системами ПТО

Для оптимального управления данной системой [5] необходима система активного мониторинга с применением методов проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления системами ПТО [2, 11]. Разработанная математическая модель [3] и выбранный закон управления, основанный на определении опытным путём критериев и параметров управления [4], реализованных в автоматизированной системе мониторинга и управления [6], позволит существенным образом повысить безопасность эксплуатации полигонов ТБО. Научные подходы к автоматизированному проектированию полигонов ТБО [16] направлены на реализацию практических решений по мониторингу и управлению физико-химическими параметрами систем хранения отходов.

Если рассматривать массив отходов (МО) как некий искусственный грунт, то для определения его физических характеристик можно применить методы исследования почв. Для определения влажности почвы существуют массовые, электрометрические, радиометрические и тензиометрические методы. Однако все они трудоемки, малопроизводительны, дороги, труднореализуемы в полевых условиях или недостаточно точны. В настоящее время широко используется на практике лишь термостатно-массовый метод, обладающий многими из перечисленных выше недостатков.

Опыт использования ультразвуковых измерений в технике показывает, что они выгодно отличаются от многих других физико-химических методов определения состава и структуры материалов в тех случаях, когда имеется потребность в сокращении времени анализа, упрощении его процедуры, автоматизации контроля, повышении информативности исследований. Поэтому изучение возможности получения данных о физико-механических и химических характеристиках МО посредством ультразвуковых измерений является актуальной задачей.

В основе ультразвуковых измерений лежит отношение волновых сопротивлений на границе двух сред [19]. При подборе оборудования для мониторинга на полигоне ТБО

предлагается использовать следующие приборы: ультразвуковой многоуровневый влагомер PR2 Profile Probe, pH-метр стационарный, термометр почвенный АМТ-5, ультразвуковой расходомер жидкости.

Длительный мониторинг влажности почвы обеспечивается при подключении к регистратору данных DL6 Data Logger. Датчик влагомера устанавливается в точках регулирования влажности МО в теле полигона, особенно это важно при процедуре окончательного закрытия полигона и его рекультивации [10].

Для измерения pH-среды в МО и в жидкой фазе предлагается использовать pH-метр стационарный МАРК-902МП, МАРК-902МП/1 предназначенный для непрерывного измерения активности ионов водорода (pH), температуры водных сред и передачи результатов измерений по унифицированному токовому выходу или по портам RS-232/485.

Важным параметром мониторинга при внедрении биогазовых технологий [15] является контроль температуры МО, с помощью термометра почвенного АМТ-5, предназначенного для измерения температуры почвы на разных глубинах. Термометр может использоваться для измерения температуры сыпучих, газообразных и жидких сред. Термометр состоит из блока измерения и регистрации БИР с восемью датчиками температуры ДТ и пульта считывания информации ПСИ. Информация (до 60000 циклов измерений) запоминается в оперативной памяти микро-ЭВМ ПСИ и может быть считана с цифровых индикаторов, передана в персональный компьютер ПК через интерфейс RS-232 или в Интернет через GPRS-модем и сохранена на сервере.

Для определения расхода фильтрата [6], в частности, при внедрении в дальнейшем гидробиологических сооружений [1] целесообразно использовать ультразвуковые расходомеры, основанные на время-импульсном способе измерения расхода. При реализации данного способа измерения расхода каждый из акустических преобразователей, установленных на трубопроводе, по очереди выполняет функции приема и излучения. Таким образом, в процессе работы каждый из преобразователей действует как передатчик, генерирующий определенное число акустических импульсов, а затем – как приемник для приема идентичного числа импульсов. Ультразвуковой стационарный расходомер АТ868 предназначен для измерения расхода жидкости в полнопоточных трубопроводных системах. Встроенный микропроцессор обеспечивает реализацию технологий кодирования и корреляционного детектирования сигналов. С учетом качественного состава фильтрата целесообразно использование ультразвуковых расходомеров, рассчитанных на работу в агрессивных средах.

Для регулирования pH при применении патента 2162059RU [9] предлагается использовать станцию дозирования POLYDOS [1].

Заключение

Таким образом, с повышением требований безопасности к протекающим процессам на объектах захоронения ТБО, с учётом подходов к созданию информационных технологий автоматизированного управления [7], растёт потребность в обновлении, как парка измерительных аппаратуры, так и других средств автоматизации, которые бы в полной мере могли выполнять функции, предъявляемые в настоящее время: точность и качество измерений технологических параметров; оперативность управления при выходе параметров за заданные пределы; автоматическое управление технологическим процессом; возможность формирования архивов и отчетно-учетной документации; передача данных на более высокий уровень; возможность модификации и расширения системы.

Предложенные мероприятия позволят значительно сократить жизненный цикл полигона ТБО, перевести массив задепонированных ТБО на момент рекультивации полигона в инертное состояние при незначительном количестве выделяемого свалочного газа.

Использование автоматизированных систем управления на основе разработанных математических моделей [15] и внедрение методов проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления [1] позволят сократить жизненный цикл полигона ТБО с переводом его в инертное состояние.

Список литературы

1. Дозирующий насос [Электронный ресурс]. – URL: http://nasosmarket.com/assets/docs/opros/doz_nas.pdf (дата обращения: 01.09.2013).
2. Костарев С.Н. Автоматизированное проектирование природно-технических систем утилизации отходов // Программные продукты и системы. – 2010. – № 1. – С. 22.
3. Костарев С.Н. Математическая модель управления состоянием полигона твердых бытовых отходов: дисс. ... канд. техн. наук. Пермь, 2003.
4. Костарев С.Н. Разработка параметрической модели управления полигоном твердых бытовых отходов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – С. 196-196.
5. Костарев С.Н. Статистически оптимальное управление процессом биодеструкции твердых бытовых отходов на полигоне захоронения // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – № 3. – С. 6-8.
6. Костарев С.Н., Серeda Т.Г., Михайлова М.А. Разработка автоматизированной системы мониторинга и управления природно-техническими системами утилизации отходов // Фундаментальные исследования. 2013. № 6-2. С. 273-277.

7. Костарев С.Н., Серeda Т.Г., Ключин А.А. Подходы к созданию информационных технологий автоматизированного управления безопасным состоянием экосистем депонирования отходов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2009. – № 3. – С. 15-24.
8. Патент РФ № 2414314, 19.10.2009.
9. Патент РФ № 2162059, 06.01.2000.
10. Серeda Т.Г. Подходы к рекультивации загрязненных территорий полигонов и свалок твердых бытовых отходов // Безопасность жизнедеятельности. 2006. – № 7. – С. 26-30.
11. Серeda Т.Г., Костарев С.Н. Разработка методов проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления искусственными экосистемами хранения отходов // Экологические системы и приборы. – 2006. – № 11. – С. 21-24.
12. Серeda Т.Г., Костарев С.Н. Рекомендации по биоочистке стоков на полигонах захоронения твердых бытовых отходов // Наука - производству. – 2002. – № 4. – С. 47.
13. Серeda Т.Г. Инженерные решения по биологической рекультивации полигонов твердых бытовых отходов // Экология и промышленность России. – 2006. – № 8. – С. 13-15.
14. Серeda Т.Г. Обоснование технологических режимов функционирования искусственных экосистем хранения отходов: дис. ... докт. техн. наук : 03.00.16; ПГТУ. – Пермь, 2006.
15. Серeda Т.Г., Костарев С.Н., Михайлова М.А. Обоснование информационной системы управления биогазовыми технологиями на объектах депонирования отходов // Фундаментальные исследования. 2013. № 6-2. С. 295-299.
16. Серeda Т.Г., Костарев С.Н. Научные подходы к автоматизированному проектированию полигонов твердых бытовых отходов // Наука - производству. – 2007. – № 5. – С. 43-46.
17. Серeda Т.Г. [и др.]. Снижение пожаровзрывоопасности объектов депонирования отходов / Т.Г. Серeda, О.В. Кушнарeва, С.Н. Костарев, А.И. Устинов, М.А. Михайлова // Пожарная безопасность. – 2008. – № 3. – С. 84-89.
18. Серeda Т.Г. Разработка комплексной очистки стоков с полигонов захоронения твердых бытовых отходов: автореферат дис. ... канд. техн. наук. Тула, 2000.
19. Ультразвуковой метод определения влажности почв / М.Б. Минкин [и др.] // Почвоведение. – 1987. – № 12. – С. 121–125.

Рецензенты:

Нистюк А.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Сети, связи и телекоммуникационные системы» ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск.

Вишневская Н.Л., д.м.н., профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ
ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.