

УДК 502/504:628.54

В. И. СМЕТАНИН, А. К. СТРЕЛЬНИКОВ, В. В. ПЧЁЛКИН

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»
Институт природообустройства имени А. Н. Костякова

ОБРАЗОВАНИЕ ФИЛЬТРАТА НА СВАЛКАХ И ПОЛИГОНАХ ТБО

Проблема образования отходов, их накопления и размещения является одной из основных угроз экологической безопасности. Создание единой системы обращения с отходами на территории городских и сельских поселений – актуальная задача всех субъектов Российской Федерации.

Постоянный рост объемов образования отходов оказывает негативное влияние на окружающую среду, создает большие трудности при разработке и реализации территориальной политики.

Формирование устойчиво развивающейся территории с высоким социально-экономическим уровнем, конкурентоспособной и инвестиционно-привлекательной экономикой является стратегической целью всех уровней государственной власти.

Полигон твердых бытовых отходов, фильтрат, окружающая среда, экологическая безопасность, лизиметр.

Nowadays the problem of wastes formation, their accumulation and placing is one of the main threats to the ecological safety. Creation of a single system of waste treatment in urban and rural areas is an urgent task for practically all the subjects of the Russian Federation.

Constant growth of waste volumes makes a negative influence on the environment, creates great difficulties when developing and implementing a territorial policy.

Formation of the steadily developing area with a high social and economic level as well as its competitive and investment-attractive economy is a strategic target of all the levels of state power.

Soild domestic wastes sites, filtrate, environment, ecological safety, lysimeter.

Одной из основных проблем, стоящей перед коммунальным хозяйством практически всех стран мира, является проблема утилизации твердых бытовых отходов (ТБО). Это требует проведения соответствующих мероприятий как в области законодательства, так и в практической деятельности [1].

Удовлетворение потребительского спроса порождает образование постоянно растущих объемов отходов производства и потребления, наносящих экологический ущерб окружающей среде. Сокращение объемов образования отходов и своевременное их удаление – одно из важнейших условий обеспечения благоприятной экологической обстановки.

Вопросы сбора и утилизации ТБО уже не могут рассматриваться просто как проблема муниципального уровня, необходима разработка и реализация полноценной государственной политики в этой области. Система обращения с отходами должна базироваться на следующих

принципах: минимизации экологического ущерба; сокращения объемов образования отходов; рециклинге отходов и получении энергии; минимизации образования вторичных отходов при переработке; снижении затрат при обращении с отходами.

Все существующие методы обезвреживания и переработки отходов можно разделить на три группы: захоронение на свалках и полигонах; сжигание; компостирование.

В мировой практике для сбора и переработки твердых бытовых отходов применяют различные технологии и оборудование. Выбор конкретных решений зависит от свойств ТБО, наличия финансовых средств и региональных особенностей. Различные решения дают различный экологический, экономический и социальный эффект.

До сих пор более 90 % отходов размещают на свалках и полигонах, зачастую не отвечающих современным экологическим требованиям. Именно ТБО создают

наибольшие социально-экономические и санитарно-гигиенические риски, связанные с неудовлетворительным содержанием территории размещения свалок и полигонов ТБО, невозможностью административным путем остановить прирост объемов отходов (ежегодный прирост образования отходов в среднем составляет 11,5 % в год). Современное состояние в системе обращения с отходами не соответствует требованиям нормативных документов России и тем более европейским стандартам [2].

Существующие полигоны и свалки твердых бытовых отходов являются сосредоточенными источниками распространения загрязняющих веществ в окружающую среду. При эксплуатации таких свалок и полигонов наблюдается негативное воздействие отходов на компоненты природной среды. Перечень ингредиентов загрязняющих веществ (ЗВ) постоянно увеличивается в связи с расширением потребительских возможностей населения и развитием технологий, расширяющих спектр применяемых веществ. Размеры ореолов и интенсивность распространения загрязняющих веществ в компонентах природной среды определяются ландшафтно-геохимическими условиями вмещающей среды, конструктивными особенностями полигонов ТБО и технологией их эксплуатации.

В процессе утилизации ТБО на свалках и полигонах за счет просачивания атмосферных осадков и биохимических процессов в толще свалочного тела происходит образование зоны полного водонасыщения. В этой зоне накапливаются просачивающиеся воды, которые получили название фильтрата.

Фильтрат содержит целый ряд органических и неорганических токсичных химических соединений в концентрациях, превышающих в десятки и сотни раз их установленные предельно допустимые значения (ПДК) [3].

Проведенные ранее исследования показали существование потенциальной опасности миграции загрязняющих веществ с фильтратом в компоненты природной среды на протяжении многих лет после закрытия полигона.

Согласно требованиям СанПиН 2.1.7.1322-03, для перехвата поверхностного стока в зоне складирования полиго-

на предусматривается система нагорных канав и дождевая канализация, а для отвода фильтрата – дренажная система. С целью защиты зоны захоронения отходов по периметру необходимо сделать кольцевой канал и кольцевой вал высотой не менее 2 м. Для предотвращения попадания загрязняющих веществ в водоносный горизонт необходимо гидроизолировать основания и откосы котлована [4].

Фильтрат образуется на участке захоронения отходов в течение теплого и холодного времен года: в теплый период – осадки в виде дождя; в холодное время образование фильтрата года связано с таянием снега на поверхности уложенных отходов за счет тепла, выделяемого при разложении органического вещества в толще свалочного тела, а также с захоронением значительной части выпавшего снега совместно с укладываемыми отходами. Количество фильтрата, образующегося на полигонах, определяется разницей между величиной выпавших осадков и объемом влаги, расходуемой на испарение, достижение отходами полной влагоемкости и на поверхностный сток.

Для определения объема фильтрата, удаляемого из свалочного тела в период эксплуатации полигона, необходимы элементы водного баланса, например: для Московской области осадки составляют $O = 643$ мм 50%-й обеспеченности; испарение с водной поверхности $E_0 = 400$ мм.

Расчетное значение инфильтрационного питания $q_{(З/В)}$ за зимне-весенний расчетный период можно определить по следующей зависимости:

$$q_{(З/В)} = \left[\infty O_{(З/В)} - E_{(З/В)} \right] \frac{1}{T_{(З/В)}};$$

$$O_{(З/В)} = O \cdot p_1,$$

где O – среднеегодовое значение осадков 50%-й обеспеченности, мм; p_1 – распределение элементов водного баланса для осадков зимне-весеннего периода, % ($p_1 = 1 - 0,37$).

Испарение влаги за зимне-весенний период определяют так:

$$E_{(З/В)} = E_0 \cdot p_2,$$

где $E_{(З/В)}$ – испарение с поверхности площадки складирования за зимне-весенний расчетный период, мм; E_0 – величина испарения с водной поверхности 50%-й обеспеченности, мм; p_2 – распределение водного баланса для испарения с водной поверхности за зимне-весенний расчетный период, % ($p_2 = 1 - 0,12$).

Аналогично рассчитывают инфильтрационное питание за летне-

осенний период $q_{(Л/О)}$:

$$q_{(Л/О)} = \left[\infty \cdot O_{(Л/О)} - E_{(Л/О)} \right] \frac{1}{T_{(Л/О)}}$$

где ∞ – коэффициент, учитывающий долю осадков, впитывающихся в почву в летне-осенний период, $\infty = 1$; $O_{(Л/О)}$ – осадки за летне-осенний расчетный период, приведенные к 10% -й обеспеченности, мм; $E_{(Л/О)}$ – испарение с поверхности полигона за летне-осенний расчетный период, мм; $T_{(Л/О)}$ – продолжительность летне-осеннего периода, 185 сут; $O_{(Л/О)} = O \cdot p_1^*$,

где $p_1^* - 1 - 0,37$; $p_2^* - 1 - 0,12$.

Тогда $q_{(Л/О)} = \left[\infty \cdot O_{(Л/О)} - E_{(Л/О)} \right] \frac{1}{T_{(Л/О)}}$.

Если считать, что отходы на полигон поступают равномерно в течение всего года, то величину инфильтрации осадков q_1 можно представить следующей зависимостью:

$$q_1 = q_{(З/В)} + q_{(Л/О)}$$

Для изучения элементов водного баланса применительно к техногенным грунтам использованы лизиметры. Для получения метеоданных (температура, влажность атмосферного воздуха, количество выпадающих атмосферных осадков, атмосферное давление) использован метеорологический пост, организованный вблизи опытной площадки.

Водный баланс в лизиметре, заполненном твердыми бытовыми отходами, представляет закрытую систему входящих водных потоков, формирующихся под воздействием внешних и внутренних факторов. Водный баланс можно записать в виде уравнения (1) основного уравнения водного баланса или представить графически (рис. 1).

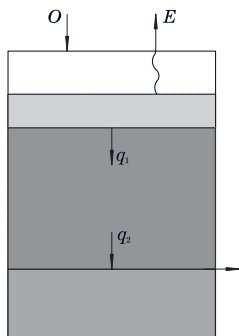


Рис. 1. Схема элементов водного баланса лизиметра с твердыми бытовыми отходами

$$q_2 = q_1 \mp (W_{C/B}) \cdot V_{ОТХ} \mp (\Delta W) \cdot V_{ОТХ}, \quad (1)$$

где q_1 – инфильтрация; q_2 – инфильтрационное питание; $W_{C/B}$ – средневзвешенная влажность; $V_{ОТХ}$ – объем отходов; ΔW – объем влаги, образующейся в результате деструкции органического вещества;

$$q_1 = O - E; \quad (2)$$

$$W_{C/B} = \frac{W_1 \cdot p_1 + \dots + W_n \cdot p_n}{p_1 + \dots + p_n}. \quad (3)$$

Внешние факторы формирования водного баланса в лизиметре: атмосферные осадки и их испарение. Внутренние

факторы, формирующие водный баланс лизиметра: потери влаги или выделение влаги при биодеструкции отходов, вынос влаги с биогазом [5].

Методика лизиметрических исследований. Лизиметрический метод основан на исследовании роли атмосферных осадков в формировании фильтрата.

Лизиметры применяют для наблюдения за просачиванием атмосферных осадков сквозь свалочное тело и определения инфильтрационного питания, а по отбираемым пробам фильтрата определяют его количественный химический состав.

Лизиметрические исследования проведены для установления закономерностей передвижения влаги и растворенных в ней веществ через слой ТБО.

Величину водонасыщения ТБО определяли на основе уравнения водного баланса и изучения процесса образования фильтрата в свалочном теле.

Существует несколько конструкций лизиметров, отличающихся устройством приспособлений для изучения просачивания воды под влиянием увлажнения атмосферными осадками.

Для исследований применяли лизиметры конструкции ВСЕГИНГЕО высотой 1,7 м, диаметром 1,15 м, площадью поперечного сечения 1 м². Схема лизиметра представлена на рис. 2.

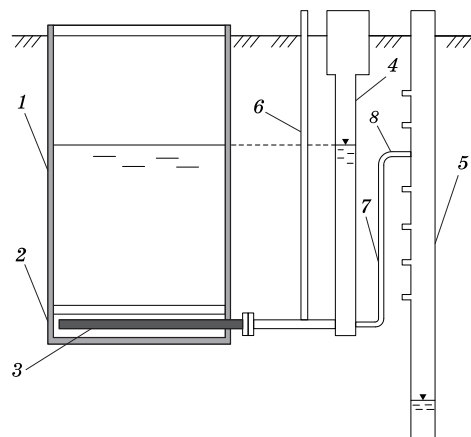


Рис. 2. Схема устройства лизиметра: 1 – корпус; 2 – поддон; 3 – фильтр; 4 – труба компенсации; 5 – труба инфильтрации; 6 – наблюдательная труба; 7 – соединительная труба; 8 – сливное отверстие

При организации лизиметрических исследований необходимо учитывать следующие обязательные требования:

1. Обеспечить возможность ведения наблюдения в условиях, близких к естественной обстановке.

2. Для проведения сравнительных исследований и постановки опытов в лизиметрах по определенной схеме лизиметры устраивают группами в два и более рядов, на некотором расстоянии между рядами.

3. Для сбора просачивающейся через рабочее тело лизиметра воды на дне приборов делают дренаж, затем короткие трубопроводы, по которым стекающие воды поступают в специальные приемники.

4. Располагать лизиметры следует так, чтобы обеспечить нормальное освещение и защиту от поверхностного стока.

5. Лизиметры устанавливаются вблизи лабораторий, чтобы проводить срочные наблюдения в любое время суток [6].

Лизиметр состоит из металлического корпуса, заполненного твердыми бытовыми отходами высотой 0,9 м и установленного на поддон, труб фильтрации и компенсации, наблюдательных и соединительных труб.

В лизиметре с такой площадью поперечного сечения были засыпаны твердые бытовые отходы массой 124 кг. Водосборная площадь каждого лизиметра – 0,98 м².

Летом в лизиметрах исследовали изменение влажности твердых бытовых отходов в режиме постоянной сработки фильтрата, соответствующего условиям опыта. Уровень фильтрата понижали до установления необходимого. В 2013 году в лизиметрах 1 и 2 моделировали глубину фильтрата 1,2 м.

Опыты в лизиметрах полностью воспроизводят условия натурной обстановки, это в полной мере относится и к вопросам изучения водного режима.

В обоих лизиметрах поддерживали одинаковый водный режим ТБО. Глубина грунтовых вод в лизиметре – на уровне 1,2 м. Ежедневно измеряли сброс влаги в нижележащие слои – по количеству воды, отлитой из трубы инфильтрации.

Каждую декаду измеряли глубину фильтрата в трубе компенсации или в на-

блюдательной трубе, по результатам замеров делали вывод о необходимости сработки фильтрата до нужной глубины.

1. **Афанасьева Н. Н.** Исследование процессов образования и миграции фильтрата полигонов твердых бытовых отходов для разработки практических мер охраны живой природы: дис. ... канд. техн. наук: 03.00.16. – Тула: ТГУ, 2005. – 167 с.

2. **Сметанин В. И.** Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. – М.: КолосС, 2003. – 232 с.

3. **Голованов А. И., Зимин Ф. М., Сметанин В. И.** Рекультивация нарушенных земель. – М.: КолосС, 2009. – 325 с.

4. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления: СанПиН 2.1.7.1322-03 URL: tehbez.ru/Docum/DocumShow_DocumID_500.html (Дата обращения 01.05.14).

5. **Сметанин В. И., Соломин И. А. Соломина О. А.** Проект полигона захоронения твердых бытовых отходов: учебное пособие по курсовому проектированию. – М.: МГУП, 2006. – 68 с.

6. **Минеев В. Г.** Практикум по агрохимии. – М.: МГУ, 2001. – 689 с.

Материал поступил в редакцию 08.05.14.

Сметанин Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Организация и технологии строительства объектов природообустройства»

E-mail: smetanin2000@yandex.ru

Стрельников Александр Константинович, аспирант

Тел. 8-985-418-82-90

Пчёлкин Виктор Владимирович, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Мелиорация и рекультивация земель»

Тел. 8-916-976-67-93

E-mail: 9766793@mail.ru