

УДК 5-502/504

Л.А. Казанцева¹, А.Е. Сиппель²

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ СОРОКИНСКОГО РАЙОНА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Выявлена проблема в области обращения с ТБО на территории Сорокинского района; на основе расчетных данных установлена пожарная опасность ТБО на полигоне; рассчитано количество выделяемого при пожаре свалочного газа и процентное содержание токсичных элементов; предложен проект по утилизации ТБО.

Ключевые слова: экология, полигон, утилизация, пожар.

Введение. Жизнедеятельность человека связана с появлением огромного количества разнообразных отходов, которые необходимо утилизировать. В настоящее время вопрос образования отходов, обращения с ними и оценка их пожарной опасности является актуальным, особенно на селитебных сельских территориях [Казанцева, 2015].

Проблемы пожаров, пожарной опасности и способов борьбы с ними подняты во многих отечественных и зарубежных публикациях, но при этом не оценивается риск их возникновения на сельской местности [Пепеляева, 2017]. В пятидесятых годах XX века вклад в исследование этого вопроса внесли С.Н. Минаев, В.М. Гаврилей, В.Л. Семиков, Р.Г. Панова, Е.А. Мешалкин, А.Г. Фирсова.

Анализ литературных источников позволяет сделать вывод, что в настоящее время в мире нет единого метода оценки пожарного риска, который бы учитывался всеми нормативно-правовыми актами и регламентировал нормы пожаробезопасности.

Материалы и методы. Для оценки ситуации обращения с твердыми бытовыми отходами на территории Сорокинского района Тюменской области рассмотрены законодательные и нормативные акты Российской Федерации, постановления и распоряжения администрации района, материалы производственных и преддипломной практик.

Примененные методы анализа (сравнения, статистический) позволили оценить следующие показатели: частоту возгорания ТБО, количество выделяемого свалочного газа, степень опасности выделения токсичных элементов при пожаре на изученной территории.

Бытовые отходы содержат горючие компоненты, в последнее время наблюдается рост числа пожаров мусора, что усугубляет и без того неблагоприятную экологическую обстановку.

Сорокинский район является одной из муниципальных единиц Тюменской области, общая площадь которой составляет 2,7 тыс. км².

На территории преимущественно развито сельское хозяйство, что обусловлено удаленностью от железнодорожного, авиа и речного транспорта.

Специализация района определяет состав выбросов, наибольшее количество которых приходится на твердые отходы.

Результаты исследования и их обсуждение. В настоящее время одним из основных методов санитарной очистки городов и населенных пунктов от ТБО является их депонирование на полигонах и свалках. Только официальными площадками для хранения и утилизации отходов занято около 10 га (15 футбольных полей), а по подсчетам департамента природопользования Тюменской области, эта цифра в 4 раза больше [Состояние окружающей среды ..., 2015].

На территории Сорокинского района находится 26 площадок для хранения мусора и один полигон, но этого количества недостаточно.

Для свалок характерно накопление органического горючего вещества, что приводит к риску возникновения пожаров (рис.).

Процесс горения происходит при накоплении избыточного количества кислорода в мусоре. Если воздухообмен в толще полигона недостаточен, то происходит процесс самовозгорания. Свалочный газ, выделяющийся во время функционирования полигона, также может служить причиной пожара. Основными газами в составе свалочного биогаза являются диоксид углерода и метан, которые взрывоопасны, и при избыточном скоплении могут привести к самовозгоранию [Алешина, 2014].

Биогаз, образующийся в результате деятельности анаэробных бактерий, представляет собой горючую смесь, состоящую из 50–70% метана (CH₄), около 30% занимает углекислый газ (CO₂), остальную долю – сероводород (H₂S), аммиак (NH₃), водород (H₂) и оксид углерода (CO).

Процесс распада органической составляющей полигона подразделяется на 5 фаз: аэробного разложения; кислого брожения; анаэробного разложе-

¹ Тюменский индустриальный университет, инженерно-экономический институт, кафедра техносферная безопасность, канд. геол.-минерал. н., доцент; e-mail: kazantsevala@tyuiu.ru

² Тюменский индустриальный университет, инженерно-экономический институт, кафедра техносферная безопасность, магистр; e-mail: pepelyaeva.ae@mail.ru

ния с непостоянным выделением метана; анаэробного разложения с максимальным выделением метана; затухания анаэробных процессов.

Первая и вторая фазы протекают в течение первого месяца депонирования ТБО, в то время как длительность третьей фазы, в зависимости от количества отходов и условий окружающей среды, может достигать до 800 дней; четвертой фазы – от 10 лет. На этапе четвертого периода образуется максимальное количество биогаза – около 80% от общего количества [Венцюлис, 2007].

Полигон на территории с. Сорокино основан в 2005 г., следовательно, он находится на четвертой фазе своего функционирования, что позволяет рассчитать количество образованного биогаза [Рябов, 2011].

Для расчета метанового брожения и выхода биогаза использована формула:

$$Q_w = 10 - 6R(100 - W)(0,92Ж + 0,62У + 0,34Б).$$

Определим весовое содержание компонентов в биогазе. Обычно средняя плотность биогаза имеет пределы 0,94–0,97 кг/м³ плотности воздуха, что меньше плотности воздуха (1,2928 кг/м³).

Процентное содержание компонентов в биогазе ($C_{вес i}$, %) определено по формуле:

$$C_{вес i} = 10^{-4} \frac{C_i}{\rho_{бг}},$$

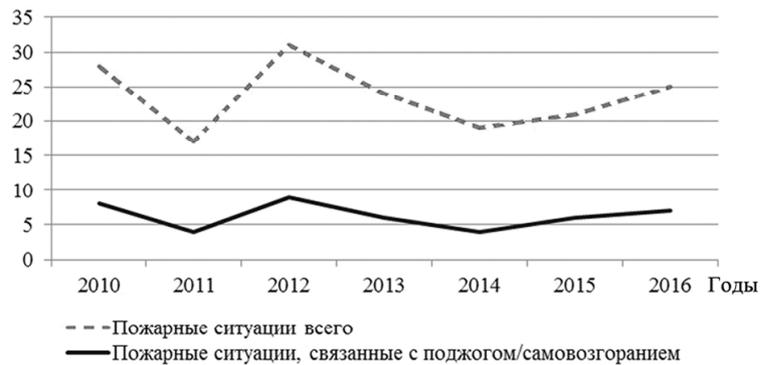
Максимально разовый выброс с полигонов составляет:

$$P_{уд.г} = \frac{C_{вк i} \cdot P_{уд}}{100} \text{ (кг/т отходов в годотходов в год)}.$$

Примерный состав биогаза, который образуется на полигоне, класс опасности и предельнодопустимые концентрации приведены в табл. 1.

Скорость выделения биогаза зависит от состава отходов, времени и условий хранения, но в нем

Ситуации



Статистика пожаров на территории Сорокинского района с 2010 по 2016 гг.

Number of fires within the territory of the Sorokinsky raion during 2010–2016

всегда есть вредные или токсические соединения. Известно, что у населения, проживающего вблизи свалок, повышен риск некоторых заболеваний, в частности, онкологических. Биогаз способен самовоспламениться, а поджоги только увеличивают частоту пожаров. Хотя состав продуктов горения мусора практически не исследован, можно полагать, что эти выбросы более опасны, чем выбросы мусоросжигательных установок (МСУ), состав которых хорошо изучен, и более опасны, чем выбросы биогаза. При горении бумаги, ПВХ и других материалов, присутствующих в мусоре, образуются диоксины; при горении «городского» мусора: листьев, сучьев, веток концентрация Zn, Cd в почвах увеличивается до 79 мг/кг при фоновом уровне 30–50 мг/кг.

Концентрация некоторых продуктов горения (CO₂, CO, SO₂, NO₂, H₂S) определена экспериментально при сжигании ТБО на свалках в лабораторных условиях и расчетным путем, а затем сопоставлена с таковой выбросов МСУ.

Проведен расчет максимальной приземной концентрации веществ в атмосфере для полигона ТБО и несанкционированных свалок, которые расположены хаотично, в непосредственной близости от населенных пунктов или мест отдыха людей (табл. 2).

Таблица 1

Примерный состав биогаза, образующегося на полигоне ТБО, и результаты расчетов

Код	Наименование вещества	Класс опасности	ПДК мг/м ³	Выброс вещества	
				г/с	т/год
301	Азота диоксид	3	0,2	0,017	0,637
303	Аммиак	4	0,2	0,04	1,481
330	Ангидрит сернистый	3	0,5	0,007	0,259
333	Сероводород	2	0,008	0,002	0,096
337	Углерода оксид	4	5	0,021	0,077
410	Метан	4	5	4,272	174,89
616	Ксилол	3	0,2	0,002	1,542
621	Толуол	3	0,6	0,058	2,146
627	Этилюбензол	2	0,035	0,007	0,261
325	Формальдегид	3	0,02	0,007	0,259

Таблица 2

ПДК веществ на полигоне при обычном функционировании и при пожаре

Компонент	ПДК, мг/м ³	При горении, мг/ м ³	При обычном функционировании	
			г/с	т/г
NO ₂	0, 2	1,50	0,017	0,637
SO ₂	0,008	0,39	0,002	0,096
CO	5	7,69	0,021	0,077

При горении ТБО предельно допустимые концентрации веществ будут превышены в несколько десятков раз.

В настоящее время большой проблемой является отсутствие легальной сортировки мусора, а также выбрасывания на свалки отходов, которые могут быть переработаны. В Тюменской области стартует проект по утилизации мусора, строятся 4 мусороперерабатывающих завода: в Тюмени, Ялуторовске, Тобольске и Ишиме. Уже сейчас прокладываются логистические маршруты.

Сегодня утилизация мусора выглядит следующим образом: граждане сельского поселения складывают весь мусор на своей дворовой территории, а через некоторое время вывозят его на ближайшую свалку, а порой и просто на ближайшую поляну. Иногда свалки находятся на небольшом расстоянии от населенного пункта, а от некоторых населенных пунктов до полигона депонирования отходов расстояние составляет до 20 км.

В продолжение экологической политики Тюменской области для утилизации ТБО был выбран метод складирования их на полигоне, как наиболее экономически выгодный способ для переработки небольшого объема отходов. Проводится раздельный сбор ТБО со всего Сорокинского района и перевозится на хранение на полигон, который будет разделен на 4 площадки. Имея данные о количестве получаемых отходов, необходимо будет рассчитать вместимость полигона, а также экономические затраты на перевоз мусора на ближайший мусороперерабатывающий завод. В данном случае, это завод около города Ишима. Объем переработанных отходов составляет 25 тыс. т/год. По расчетам, на переработку будет отправляться до 80% отходов.

Складирование мусора на свалках несет за собой большую опасность: отходы разлагаются, вследствие чего в атмосферу выделяется свалочный газ, который приводит к развитию множества заболеваний и, нередко, к самовоспламенению. Чтобы исключить эти последствия необходим полигон, который должен иметь ряд защитных сооружений, а также тщательное проектирование на этапе сооружения.

Оценка возможности организации полигона для депонирования ТБО включает в себя следующие аспекты: транспортные; геолого-геоморфологические; эстетические (защищенность территории, консервацию землепользования, пригодность для сельскохозяйственной деятельности); вопросы безопас-

ности (находится ли место около аэропорта, близость территории полигона к жилой и прочим застройкам); возможность восстановления, реконструкции и расширения полигона.

Под транспортным аспектом понимается беспрепятственный доступ автомобилей для подъезда к месту складирования. Полигон должен находиться на равноудаленном расстоянии от населенных пунктов для минимизации затрат на бензин.

Геолого-морфологические характеристики местности обязательно должны учитываться при проектировании полигона. Недопустима близость к естественным водным источникам и к источникам водоснабжения населенных пунктов, так как это приводит к эвтрофикации водоема.

Очень важен характер грунтов и уровень залегания грунтовых вод. Близкое залегание грунтовых вод на территории полигона подвергает воды насыщению органическими соединениями, что в свою очередь может повлечь за собой вспышки инфекционных заболеваний. Лучшими для основания полигона являются суглинистый и глинистый состав почв.

Учитываются и другие природные особенности выбранного для депонирования ТБО места: доминирующие ветры, количество осадков, температурный интервал, глубина промерзания грунта.

На территории района предлагается внедрить проект по обустройству на действующем полигоне мусоросортировочного цеха. Внедрение данного проекта позволит избавиться от многочисленных мусорных свалок, поможет поддерживать населенные пункты Сорокинского района в чистоте, организация мусороперерабатывающего цеха позволит вторично использовать отходы ТБО и не складировать их на полигонах.

На первом этапе реализации проекта на конкурсной основе отбирается частный оператор, который будет организовывать утилизацию ТБО. Затем оператор проводит комплексное переустройство мусоросборочных пунктов; закупает оборудование для осуществления раздельного сбора отходов (макулатуры, полимеров, металла); проводит организацию сортировки отходов в соответствии с их групповой принадлежностью на полигоне. Далее часть отходов захороняется на полигоне, часть вывозится на ближайший мусороперерабатывающий завод (г. Ишим) для вторичной переработки.

Достаточно проблемным является уничтожение пищевых отходов, так как именно этот вид ути-

лизации не предусмотрен в проекте мусороперерабатывающего завода в Ишиме. Поэтому предлагается технология изготовления домашнего компостирования.

Данная технология является идеальным решением в селе, где в каждом жилом доме есть садово-огородный участок, жители не откажутся от почти бесплатного источника удобрений. Преимуществом является уменьшение объема конечного продукта и его разложение за счет биологических процессов. Недостатком является то, что в случае неосторожности в компост могут попасть стекло, камни, кусочки кожаных изделий, которые не расщепляются бактериями.

Для применения компостирования необходимо минимальное количество вложений. Устанавливается емкость для складирования пищевых отходов, которая должна закрываться крышкой для того, чтобы в емкость не попадали грызуны. Крышка не должна препятствовать циркуляции воздуха. Для лучшей циркуляции воздуха на дно компостера засыпается слой измельченной древесины мощностью 5–10 см. Поверх щепок засыпается слой почвы, в котором будут размножаться микроорганизмы.

Компостер может быть сделан из дерева, пенопласта, сетки или даже из старого холодильника при условии отсутствия в нем мотора и хладагента. Без разрешения соседей компостер должен располагаться на расстоянии 15 м от соседнего участка, а в случае согласия – на расстоянии 5 м. Если планируется пользоваться компостером в холодное время года, то следует учитывать, что компостная фракция под влиянием отрицательных температур увеличивается в объеме. Однако от этого компост не портится и весной оттаивает без потери органических веществ. Компостная масса созревает в течение 3–6 месяцев. Перегнивший компост имеет вид обычной земли черного цвета и с характерным земельным запахом. Его можно применять для подкормки кустарников и растений; на компосте хорошо произрастают кабачковые культуры.

Проект является достаточно перспективным, ведь тема утилизации отходов в нашем современном мире становится как никогда острой. Для участия в нем привлекаются как местные власти, так и частные подрядчики.

Известно, что в среднем на одного жителя Сорокинского района приходится около 350 кг ТБО в год (табл. 3).

Отходы будут транспортироваться на мусоросортировочный завод в г. Ишим. Отходы, непригодные для вторичной переработки, будут спрессованы и утилизированы на полигоне.

Таблица 3

Состав выбрасываемых ТБО в год от одного человека

Компонент	Процентное содержание (по массе), %	Количество, кг/год на человека
Бумага, картон	38	76
Пищевые отходы	34	68
Древесина	3	8
Стекло	4	7
Пластмасса	8	26
Металл	3	8
Прочее	10	57
Итого:	100	250

Такой подход позволит занимать меньшую площадь на полигоне и экономить как на транспортных расходах, так и на обслуживании полигона.

Выводы:

- выявлена проблема хранения и переработки твердых бытовых отходов на территории Сорокинского района Тюменской области;

- на территории района официально зарегистрировано только одно мусорохранилище и один скотомогильник. Этого недостаточно для такого большого района;

- полигон ТБО построен в середине 90-х годов XX века, поэтому многим современным правилам и нормам он не соответствует. В теле полигона активно выделяется свалочный биогаз, неконтролируемая эмиссия которого приводит к возникновению пожара и увеличению риска взрывов. Именно поэтому здесь ежегодно фиксируется самовозгорание мусора;

- по результатам расчетов, в продуктах сгорания отходов токсичных веществ в сотни раз больше, чем при обычной эксплуатации полигона ТБО;

- благодаря проекту по совершенствованию методов переработки и уничтожения ТБО, 65% отходов будут подлежать вторичной переработке;

- построены оптимальные логистические маршруты с учетом объема образования отходов, разработана схема транспортировки и утилизации мусорных отходов на мусоросортирующем заводе в г. Ишиме;

- данный проект требует определенных вложений, но он необходим для сохранения стабильной экологической обстановки на территории Сорокинского района, а также может быть использован для внедрения на территории других муниципальных районов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алешина Т.А. Причины возгораний на свалках ТБО // Вестн. МГСУ. 2014. № 1. С. 119–124.

Венчулис Л.С., Скорик Ю.И., Флоринская Т.М. Система обращения с отходами: принципы организации и оценочные критерии. СПб: ПИЯФ РАН, 2007. 207 с.

Казанцева Л.А., Воробьева С.В., Пепеляева А.Е. Влияние природных и социальных факторов на качество жизни населения (на примере Сорокинского района) // Естественные и технические науки. 2015. № 12(90). С. 96–99.

Пепеляева А.Е. Источники и причины пожарной опасности твердых бытовых отходов // Мат-лы международной и научно-практической конференции «Научная и производственная деятельность – средство формирования среды обитания человечества». Тюмень: ТИУ, 2017. С. 243–245.

Рябов Ю.В. Разработка универсальной методики расчета экологического риска возникновения пожара на несанкционированных свалках. СПб.: Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, 2011. 166 с.

Сводная статистика пожаров в Российской Федерации // Электронная энциклопедия пожарной безопасности, 2017 URL: <http://wiki-fire.org/> Сводная статистика пожаров в Российской Федерации (дата обращения 04.05.2017).

Состояние окружающей среды Тюменской области в 1 квартале 2015 года. Департамент экологии и недропользования Тюменской области, 2015 URL: https://admtumen.ru/ogv_ru/about/ecology/eco_monitoring/more.htm?id=11292032cms Article

Поступила в редакцию 14.07.2017
Принята к публикации 21.05.2018

L.A. Kazantseva¹, A.E. Sippel²

ENVIRONMENTAL AND FIRE DANGER OF A SOLID WASTE LANDFILL WITHIN
THE TERRITORY OF THE SOROKINSKY RAION
(THE TYUMEN OBLAST)

The paper identifies the problem of solid waste management within the territory of the Sorokinsky raion; basing on the calculated data the fire hazard of solid waste at the landfill site is evaluated; the amount of landfill gas and the percentage content of toxic elements released during fire are calculated; a project on solid waste disposal is suggested.

Keywords: ecology, landfill, disposal, fire.

REFERENCES

Alyoshina T.A. Prichiny vozgoraniy na svalkah TBO [Causes of fires at landfills] // Vestnik MGSU. 2014. № 1. P. 119–124 (in Russian).

Kazantseva L.A., Vorobyova S.V., Pepelyaeva A.E. Vliyaniye prirodnykh i sotsialnykh faktorov na kachestvo zhizni naseleniya (na primere Sorokinskogo raiona) [The impact of natural and social factors on the quality of life of the population (case study of the Sorokinsky district)] // Estestvennyye i technicheskie nauki. 2015. № 12(90). P. 96–99 (in Russian).

Pepelyaeva A.E. Istochniki i prichiny pozharnoy opasnosti tverdykh bytovykh othodov [Sources and causes of fire hazard of solid waste] // Materials of the international and scientific and practical conference «Scientific and Production Activity – Means of Formation of the Habitat of Mankind». Tyumen: TIU, 2017. P. 243–245 (in Russian).

Ryabov Yu.V. Razrabotka universalnoy metodiki rascheta ekologicheskogo riska vozniknoveniya pozhara na nesankcionirovannykh svalkah [Elaboration of a universal procedure

for calculating the environmental risk of fire within unauthorized landfills]. SPb.: St. Petersburg research center of ecological safety of RAS, 2011. 166 p. (in Russian).

Svodnaya statistika pozharov v Rossiyskoy Federacii [Summary statistics of fires in the Russian Federation] // Electronic encyclopedia of fire safety, 2017 URL: <http://wiki-fire.org/> Сводная статистика пожаров в Российской Федерации (Accessed on 5/4/2017) (in Russian).

Sostoyaniye okruzhayushey sredy v Tyumenskoy oblasti v pervom kvartale 2015 goda [The state of the environment of the Tyumen oblast in the 1st quarter of 2015]. Departament ekologii i nedropolzovznyi Tyumenskoy oblasti, 2015 URL: https://admtumen.ru/ogv_ru/about/ecology/eco_monitoring/more.htm?id=11292032cms Article (in Russian).

Ventsyulis L.S., Skorik Yu.I., Florinsky T.M. Sistema obrascheniya s othodami: principy organizacii i ochenochnye kriterii [Waste management system: principles of organization and evaluation criteria]. SPb: PIYAF RAN, 2007. 207 p. (in Russian).

Received 14.07.2017
Accepted 21.05.2018

¹ Tyumen Industrial University, Engineering and Economic Institute, Department of Technosphere Safety, Associate Professor, PhD. in Geology and Mineralogy; *e-mail:* kazantsevala@tyuiu.ru

² Tyumen Industrial University, Engineering and Economic Institute, Department of Technosphere Safety, master student; *e-mail:* pepelyaeva.ae@mail.ru