

УДК 502.175

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. Волчек¹, А. В. Безручко²

¹Д. геогр. н., профессор, декан факультета инженерных систем и технологий Брестского государственного технического университета, Брест, Беларусь, e-mail: volchak@tut.by

²Магистр биологических наук, заместитель начальника отдела контроля за обращением с отходами Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, Брест, Беларусь, e-mail: alena-bezruchko@yandex.by

Реферат

В работе рассмотрено экологическое состояние полигонов твердых коммунальных отходов Брестской области, в том числе морфологический состав захораниваемых отходов, качество подземных вод вблизи данных объектов.

Оценка воздействия объектов на состояние подземных вод проводилась за 2015–2019 годы путем сравнения фактических концентраций загрязняющих веществ в наблюдательных и фоновых скважинах. Полученные данные позволили оценить динамику загрязнения подземных вод вблизи объектов захоронения, способность к миграции и разбавлению тех или иных химических элементов.

Вопрос усовершенствования строения полигонов в части изоляционных материалов, которые препятствуют проникновению фильтрационных вод в подземные воды, и контроль поступающих отходов на захоронение на сегодняшний день является актуальным.

Ключевые слова: полигон твердых коммунальных отходов, подземные воды, фильтрационные воды, локальный мониторинг, наблюдательные скважины.

ENVIRONMENTAL STATE OF SOLID WASTE POLYGONS IN BREST REGION

A. A. Volchak, A. V. Biazruchka

Abstract

The paper considers the ecological state of landfills of solid municipal waste in the Brest region, including the morphological composition of buried waste, the quality of groundwater near these objects.

The assessment of the impact of objects on the state of groundwater in 2015–2019 was carried out by comparing the actual concentrations of pollutants in observation and background wells. The data obtained made it possible to assess the dynamics of groundwater pollution near burial sites, the ability to migrate and dilute certain chemical elements.

The issue of improving the structure of landfills in terms of insulating materials that prevent the penetration of filtration waters into groundwater, and the control of incoming waste for disposal is relevant today.

Keywords: municipal solid waste landfill, groundwater, filtration water, local monitoring, observation wells.

Введение

В современном мире при стремительном развитии цивилизации обострилась проблема утилизации образующихся отходов [1]. Проблема захоронения отходов должным образом не решена ни в одной из стран мира. Как отмечал В. И. Вернадский, ни один биологический вид не может выжить в созданных им отходах [2].

Полигоны твердых коммунальных отходов (далее – ПТКО) являются объектами высокого экологического риска загрязнения окружающей среды. Важным фактором, определяющим негативное воздействие полигонов захоронения, является свалочный фильтрат. На протяжении всей эксплуатации объекта захоронения твердых коммунальных отходов фильтрат является постоянным источником загрязнения подземных вод.

В целях снижения вредного воздействия на компоненты окружающей среды полигоны оборудуются специальными инженерными сооружениями, согласно действующего природоохранного законодательства Республики Беларусь.

Проектирование, строительство ПТКО на территории области регламентируется Законом Республики Беларусь «Об обращении с отходами» и иными нормативно-правовыми актами, действующими на территории республики.

Цель работы – изучить полигоны твердых коммунальных отходов Брестской области и качество подземных вод вблизи данных объектов.

Методы исследования и исходные данные

Анализ результатов произведен на основании полученных данных лабораторией ГУ РЦАК Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и статистического отчета

захораниваемых отходов производства на полигонах Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Оценка воздействия объектов на состояние подземных вод в соответствии с требованием проводилась в 2015–2019 годах путем сравнения фактических концентраций загрязняющих веществ в наблюдательных и фоновых скважинах (показатель $C_{\text{набл.}}/C_{\text{фон}}$).

Полигоны Брестской области и их анализ

В соответствии с Законом Республики Беларусь «Об обращении с отходами» отходы – вещества или предметы, образующиеся в процессе осуществления экономической деятельности, жизнедеятельности человека и не имеющие определенного предназначения по месту их образования либо утратившие полностью или частично свои потребительские свойства [3].

В странах ЕЭС полигоны для захоронения отходов делятся на полигоны для опасных отходов, полигоны для бытовых отходов и полигоны для инертных отходов [7].

В Республике Беларусь объекты захоронения отходов делятся на полигоны твердых коммунальных отходов (предназначенные для захоронения отходов потребления и некоторых видов отходов производства), промышленные полигоны (захоронение специфических производственных отходов) и мини-полигоны (объекты на которых захораниваются только отходы потребления).

Объекты захоронения делятся на мини-полигоны и полигоны. Данное разделение исходит из возможности ежегодно принять на захоронение отходов (тонн), а также из-за того, какие виды отходов могут быть приняты для захоронения на такие объекты. Данная классификация приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация объектов захоронения твердых коммунальных отходов

Наименование полигона по мощности	Среднее годовое количество отходов, тыс. м ³ /год	Возможность захоронения отходов
Мини-полигоны	до 5	Отходы потребления и отходы производства
Полигон малой мощности	5–30	
Полигоны средней мощности	более 30–150	
Полигоны большой мощности	более 150	

Примечание – показатели приведены из Концепции создания объектов по сортировке и использованию твердых коммунальных отходов и полигонов для их захоронения [5].

На территории Брестской области по состоянию на 01.01.2022 в эксплуатации находится 113 объектов захоронения, из которых 28 полигонов и 85 мини-полигонов.

Все объекты захоронения находятся на балансе службы жилищно-коммунального хозяйства, которые имеют специальное разрешение (лицензию) на право осуществления деятельности, связанной с использованием природных ресурсов и воздействием на окружающую среду, согласно которых осуществляется эксплуатация данных объектов.

Мини-полигоны относятся к объектам, на которых происходит ежегодное захоронение отходов до 5 тыс. м³/год. На 85 мини-полигонах области подлежат захоронению только отходы потребления, которые собраны с территории общего пользования. Детальный анализ будет проводиться 28 полигонов твердых коммунальных отходов.

На 28 полигонах подлежат захоронению отходы потребления и некоторые виды отходов производства. Все они относятся к сооружениям средней мощности. На территории области полигонов большой мощности нет. Все полигоны зарегистрированы как объекты захоронения в РУП «Бел НИЦ «Экология» [6].

На объектах захоронения отходов области предусмотрен комплекс мероприятий по предотвращению загрязнения окружающей среды отходами, продуктами их взаимодействия или разложения: ограждение по периметру с обводным каналом, противофильтрационный экран (инертным материалом), ограждение по периметру, контрольно-пропускной пункт с административным зданием, наличие наблюдательных скважин для контроля качества подземных вод вблизи полигона [8,9].

Типовая схема строения полигонов твердых коммунальных отходов Брестской области приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Типовая схема строения ПТКО Брестской области

Все 28 объекта захоронения отходов состоят из производственной и хозяйственной зоны.

Производственная зона является самым важным сооружением полигона, занимающим до 95 % его площади. Она состоит из карт, на которых происходит захоронение отходов. Участок захоронения отходов на полигонах разбит на карты с учетом рельефа местности, движения грунтовых вод. Число карт варьирует от 2 до 4.

Не все карты эксплуатируются одновременно. Сначала происходит захоронение отходов на первой карте, заполнение ее до определенного уровня отходов (высота 2–3 яруса, с высотой каждого яруса после уплотнения 2–2,5 м), потом изоляция отходов инертным материалом (грунт), отставание карты. После того как карта полностью себя исчерпает, переходят к эксплуатации второй и т. д. Анализ эксплуатации полигонов показывает, что в среднем каждая карта принимает отходы для захоронения в течение 3–5 лет.

В основании участков складирования отходов предусмотрено устройство котлована с целью получения запаса связного грунта для промежуточной и окончательной изоляции слоев отходов. Грунт из котлована размещается в кавальерах по периметру полигона или на неразработанной карте.

Для изоляции слоев отходов по согласованию с территориальными органами государственного санитарного надзора применяются неопасные отходы производства и некоторые виды IV класса опасности.

Так, начиная с 2019 года на 9 ПТКО из 28 имеющихся в качестве изоляционного материала используются дополнительно отходы от уборки территории общего пользования и смет от уборки территории промышленных предприятий и организаций. Это такие объекты, как полигон г. Барановичи, полигон г. Бреста, полигон д. Омелино Брестского района, полигон г. Иваново, полигон г. Кобрин, полигон г. Пинска, полигон г. Пружаны, полигон г. п. Ружаны, полигон г. Ивацевичи.

Дно карты для складирования отходов имеет горизонтальную поверхность, что обеспечивает равномерное распределение филтра по всей площади карты. Для сбора филтра делается дренажная система [9].

На объектах захоронения твердых коммунальных отходов ведется бесперебойная разгрузка автотранспорта, доставляющего отходы. Прибывающий на полигон автотранспорт разгружается у рабочей карты.

Все объекты захоронения по периметру имеют ограждение, препятствующее проникновению на территорию посторонних лиц и животных.

Некоторые объекты захоронения, кроме сетчатого ограждения, дополнительно оборудованы осушительными или водоотводными канавами (рвами), глубиной не менее 2 м, высотой не менее 3 м. Это такие объекты, как полигон г. Бреста, полигон г. Малорита.

На полигонах, на которых происходит ежегодное захоронение большого количества отходов, строятся временные дороги из железобетонных плит до места захоронения (полигон г. Барановичи, полигон г. Кобрин, полигон г. Пинска).

В ходе изучения имеющейся документации по каждому полигону, ориентируясь на визуальный осмотр каждого объекта захоронения, установлено, что 28 объектов делятся на две группы: имеющие противофильтрационный экран и не имеющие противофильтрационного экрана в основании полигона. Как показывает анализ, в области 14 полигонов, которые имеют противофильтрационный экран, и 14 полигонов, на которых он отсутствует.

Объекты захоронения ТКО, на которых отсутствует противофильтрационный экран (далее – полигоны группы 1): полигон г. Березы, полигон г. Белоозерска, полигон д. Медно Брестского района, полигон г. Ганцевичи, полигон д. Саки Жабинковского района, полигон г. Дрогичина, полигон г. п. Михновичи, полигон г. Косово, полигон д. Телеханы Ивацевичского района, полигон г. Высокое Каменецкий район, полигон г. Ляховичи, полигон г. Малориты, полигон г. п. Логишина Пинского района, полигон г. Давид-Городка Столинского района.

Под данные объекты были переданы отработанные внутрихозяйственные, промышленные карьеры, которые содержат природный противофильтрационный слой в виде глиняного замка.

Полигоны ТКО, на которых имеются противофильтрационный экран (далее – полигоны группы 2): полигон г. Барановичи, полигон г. Бреста, полигон д. Омелина Брестского района, полигон г. Жабинки, полигон г. Иваново, полигон г. Каменца, полигон г. Кобрин, полигон г. Лунино, полигон г. п. Микашевичи, полигон г. Пинска, полигон г. Пружаны, полигон г. п. Ружаны Пружанского района, полигон г. Столина, полигон г. п. Ольшаны Столинского района.

Ежегодно на каждый объект поступают отходы производства, которые образуются в результате экономической деятельности и отходы потребления, образующие от населения.

Морфологический состав поступающих отходов зависит от климатических условий, сезона года, времени, прошедшего с момента

образования их, степени благоустройства жилищного фонда, наличия системы раздельного сбора отходов, уровня благосостояния населения.

Для определения морфологического состава отходов первоначально проведен анализ поступающих отходов производства и отдельно отходов, образующихся от населения. Анализ отходов производства сделан на основе выданных разрешений на хранение и захоронение отходов производства Брестским областным комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды, анализа статистических данных РУП «Бел НИЦ «Экология», а также полученной информации о количестве принятых отходов по видам от службы жилищно-коммунального хозяйства области.

Проанализировав полученные данные, установлено, что в целом за календарный год на полигоны поступает приблизительно 54957 тонн (14,24 %) производственных отходов от общего числа захораниваемых. Остальная часть (85,76 %) приходится на те, которые образуются от населения и с территорий общего пользования.

При этом из 54957 тонн отходов производства на полигонах захоранивается 10357 тонн (2,68 %) 3-го класса опасности, 10526 тонн (2,73 %) 4-го класса опасности и 34072 тонны (8,83 %) неопасных.

При этом стоит отметить, что большая нагрузка захораниваемых отходов производства приходится на полигоны г. Барановичи, г. Бреста, г. Береза, г. Пинска. Это связано с большим количеством предприятий, которые осуществляют экономическую деятельность в данных административных регионах. И в целом нагрузка из-за этого на данные полигоны ложится большая, чем на полигоны г. Малориты, г. Ляховичи, г. Жабинки и иные, в районах которых больше предприятий сельскохозяйственного направления, чем машиностроительной промышленности.

Так, было изучено более 35780 выданных разрешений на хранение и захоронение отходов производства, находящихся в Брестском областном комитете природных ресурсов и охраны окружающей среды, а также более 1500 разрешений, выданных территориальными инспекциями. Также проанализированы отчеты о количестве захороненных отходов в разрезе каждого объекта захоронения.

Полученные результаты о количестве захороненных отходов производства и потребления на полигонах, имеющих противодиффузионный экран (полигоны группы 2) и не имеющих противодиффузионного экрана в основании полигонов (полигоны группы 1).

Исходя из полученного анализа видно, что ежегодно на полигоны группы 2 отходов поступает больше, чем на полигоны группы 1. Также следует отметить, что на некоторых полигонах группы 2 количество захороненных опасных отходов значительного поступает больше, чем на иные объекты захоронения, особенно на полигоны группы 1.

Так, на полигоне г. Барановичи захоронено – 345296 тонн (из них 3-го класса опасности – 92533 тонн), на полигоне г. Бреста – 358918 тонн (из них 3-го класса опасности – 19502 тонн), на полигоне г. Кобрин – 500495 тонн (из них 3-го класса опасности – 642 тонн), на полигоне г. Лунино – 75640 тонн (из них 3-го класса опасности – 320 тонн), на полигоне г. п. Микашевичи Лунинецкого района – 66384 тонн (из них 3-го класса опасности – 431 тонна), на полигоне г. Пинска – 210774 тонн (из них 3-го класса опасности – 3507 тонн), на полигоне г. Столина – 82424 тонн (из них 3-го класса опасности – 1851 тонн). В связи с поступающим большим количеством отходов нагрузка на изоляционный слой на данных объектах больше, чем на иных.

Это связано с тем, что количество промышленных предприятий, от экономической деятельности которых образуются отходы 3-го класса опасности, в данных регионах области больше, чем в иных.

По сравнению с группой 2 в группе 1 сконцентрированы административные районы области, которые больше аграрные, чем промышленные. Согласно полученным данным за пять лет на объекты захоронения этой группы поступило 547306 тонн отходов, что составляет 29,4 % от общего количества захороненных отходов на полигонах группы 2 за аналогичный период.

Следует отметить, что исключением в полигонах группы 1 является Березовский, Ивацевичский (г.п. Телеханы), Ляховичский, Пинский районы, в которых сконцентрировано значительное количество промышленных предприятий из данной группы и захоронение отходов производства происходит наибольшее. На полигонах Березовского района захоронено – 21363 тонн отходов производства, г. п. Телеханы Ивацевичского района – 6960 тонн, г. Ляховичи – 9546 тонн, г. п. Логишина Пинского района – 22266 тонн.

Все ПТКО отходов обязаны проводить мониторинг подземных вод. Исключением из этого требования являются мини-полигоны, на которые поступают неопасные отходы потребления и на которых исключается миграция опасных компонентов из отходов в подземные воды.

Оценка подземных вод – это оценка физического, химического и биологического состояния подземных вод в связи с природными условиями и вмешательством человека [10].

Анализ проб воды может выполняться аккредитованной лабораторией или лабораторией РУП «Белгеология».

Пунктами наблюдений за качеством подземных вод вблизи объектов захоронения ТКО являются наблюдательные скважины и колодцы, расположенные выше источника вредного воздействия по течению естественного потока подземных вод (фоновая скважина, колодец) и ниже источника вредного воздействия по течению естественного потока подземных вод (наблюдательная скважина, колодец).

Количество наблюдательных скважин на каждом объекте захоронения области различно. В основном на полигонах ТКО Брестской области для контроля за качеством подземных вод построено три скважины, одна из которых является фоновой, две – наблюдательными.

В соответствии с действующим законодательством в республике состояние качества подземной воды оценивается по следующим показателям: уровень воды, температура воды, водородный показатель, концентрация сухого остатка, азота аммонийного, азота нитратного, азота нитритного, фосфора фосфатного, хлоридов, сульфатов, нефтепродуктов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), ртути, кадмия, кобальта, цинка, хрома общего, меди, свинца, мышьяка, железа общего, фенолов [11].

В ходе эксплуатации объекта захоронения мониторинг проводится не менее одного раза в год. Период проведения наблюдений за состоянием подземных вод после рекультивации объекта захоронения ТКО определяется проектом на рекультивацию такого объекта с учетом его мощности и уровня оказываемого вредного воздействия на подземные воды. Практика показывает, что этот период составляет, как правило, не менее 5 лет, с целью получения полной и достоверной картины, такой объект не оказывает вредного воздействия на компоненты природы.

Время проведения стандартного локального мониторинга в течение календарного года утверждается предприятием на основании проектных данных, с учетом мощности объекта и уровня оказываемого вредного воздействия на подземные воды. В основном этим периодом является спад весеннего половодья.

Для получения качественной и количественной оценки загрязнения подземных вод вблизи полигонов следующим действием было проведение детального изучения расположения наблюдательных скважин вблизи объектов захоронения, изучение потока движения подземного русла воды и сам анализ подземной воды, отобранной из наблюдательных скважин по 20 показателям. Исследования состава подземных вод вблизи полигонов за пять лет проводились по следующим показателям: аммоний-ион, нитрат-ион, сульфат-ион, хлорид-ион, фосфат-ион, железо различных зарядов ионов, а также ионов марганца, меди, цинка, хрома, свинца, кадмия, ртути, кобальта, мышьяка, фенолы, сплавы нефтепродуктов, минерализация воды.

Полученные данные позволили оценить динамику загрязнения подземных вод вблизи объектов захоронения, способность к миграции и разбавлению тех или иных химических элементов, попавших в общий их поток в течение исследуемого периода (рисунок 2).

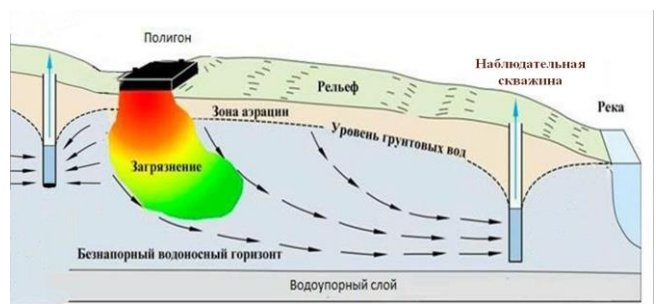


Рисунок 2 – Типовая схема загрязнения подземных вод вблизи полигонов ТКО

Анализируя каждый показатель по отдельной скважине, необходимо отметить, что общее загрязнение по всем показателям видно в скважинах, которые расположены вниз по подземному потоку воды от полигонов. Однако по показателям, таким как свинец, медь, кобальт видна тенденция загрязнения подземной воды, прослеживается в скважинах, которые расположены не по движению подземного потока.

Под пунктом наблюдения понимается фоновая скважина (колодец) и наблюдательные скважины полигонов. Периодичность наблюдений составляет не реже 1 раза в год на каждом объекте захоронения. Проанализировав количество поступающих отходов на объекты захоронения и полученные данные со 120 наблюдательных скважин локального мониторинга качества подземных вод вблизи объектов захоронения отходов, была получена картина загрязнения подземной воды по ряду химических элементов в двух исследуемых группах полигонов.

Результаты мониторинга

Превышения фоновых показателей по определенным химическим элементам представлены в таблице 2. Полученные данные свидетельствуют о неоднозначной динамике увеличения или снижения химических элементов в подземных водах вблизи определенной только группы полигонов. Динамика обнаружения в подземных водах того или иного химического элемента отлично видна в таблице 2 и рисунке 3.

Таблица 2 – Анализ качества подземных вод по отдельным показателям, вблизи объектов захоронения, сгруппированных по группам исследования, мг/дм³

Группа полигонов/химический показатель	Аммоний-ион	Нитрат-ион	Сульфат-ион	Хлорид-ион	Фосфат-ион	Железо общее	Марганец	Медь	Цинк	Хром	Минерализация воды	Нефтепродукты	Кобальт	Свинец	Кадмий	Ртуть	Фенолы
Группа 1	1,67	2,77	1,87	1,4	2,04	3,11	3,55	1,93	1,88	2,14	5,97	2,64	0,37	1,3	1,4	1,5	0,54
Группа 2	2,4	2,92	10,34	5,78	1,56	2,29	3,02	3,15	3,67	0,46	1,68	2,91	1,36	0,27	0,58	0,34	0,61

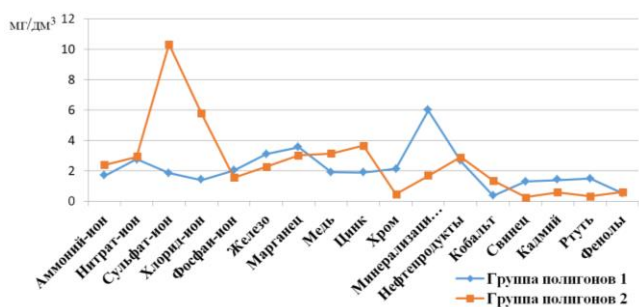


Рисунок 3 – Данные по каждому показателю в разрезе двух групп полигонов, полученные в результате локального мониторинга качества подземных вод по отношению к фоновым показателям, мг/дм³

Как видно из рисунка 3, что в подземных водах вблизи полигонов группы 1 превышений по сравнению с фоновыми показателями установлено по 7 веществам (железо, марганец, хром минерализация воды, свинец, кадмий, ртуть), а в группе 2 по 6 веществам (аммоний-ион, сульфат-ион, хлорид-ион, медь, цинк, нефтепродукты).

Полученные результаты показывают, что независимо от наличия противofильтрационного экрана или его отсутствия, эксплуатируемые полигоны меняют качество подземных вод.

В процессе эксплуатации полигонов образуется целый комплекс процессов, которые воздействуют на окружающую среду. Это такие процессы, как образование свалочного газа, влияние фильтрата, анаэробный и аэробный процессы, пыль, запах, шум [11].

Образующийся в процессе эксплуатации объектов захоронения отходов фильтрат является постоянным источником загрязнения подземных вод. Химический состав фильтрата, в зависимости от этапа биохимической деструкции твердых коммунальных отходов, характеризуется усредненными показателями: «молодой» фильтрат (0–5 лет) – БПК₅=10640,0 мг О₂/дм³, ХПК=26800,0 мг О₂/дм³; «старый фильтрат» (5–35 лет) – БПК₅=680,0 мг О₂/дм³, ХПК=2280,0 мг О₂/дм³ [12].

В фильтрате, который образуется на каждом полигоне, содержится ряд тяжелых металлов. В первую очередь это никель, хром, марганец, свинец, кадмий, кобальт, цинк.

Из твердой фазы отходов микроэлементы со временем переходят в фильтрат. Водная вытяжка ТКО по сравнению с океаническими водами заметно обогащена алюминием, фосфором, железом, никелем, медью, цинком, барием, а в сопоставлении с речными водами – также бором, натрием, магнием, калием, кальцием, стронцием. Концентрации ряда элементов (В, Zn, Cu, Ni, P) близки или превышают предельно допустимые концентрации (далее – ПДК) для природных вод. В фильтрационных водах содержание ионов марганца, цинка, свинца, кадмия, никеля, хрома достигает 128; 100; 16,7; 500; 11; 10,4 ПДК. И соответственно, в случае проникновения жидкой фазы (фильтрата) полигона в подземные воды произойдет их существенное загрязнение [12].

Механизм формирования техногенных гидрогеохимических аномалий подземных вод на ПТКО состоит из трех стадий. Первая соответствует инфильтрации загрязненных вод через зону аэрации и характеризуется метаморфизацией фильтрата вследствие процессов комплексобразования, растворения, выщелачивания, обменно-адсорбционных процессов, сопровождающих движение загрязненных вод через зону аэрации. На второй стадии происходит смешение метаморфизованного фильтрата с подземными водами. Третья стадия соответствует переносу загрязняющих веществ по водоносному горизонту, которая начинается практически одновременно со второй. Важнейшими факторами миграции загрязнений являются естественная скорость потока подземных вод и активная пористость водовмещающих пород. Во время третьей стадии происходит формирование области загрязнения в водоносном горизонте и распространение загрязнения по площади. Естественное самоочищение подземных вод в пределах ореола загрязнения растягивается на многие годы.

Одним из основных загрязнителей подземных вод являются металлы. Это химические элементы, которые имеют способность проникать из объекта захоронения и распространяться на большое расстояние от него. На втором плане идет загрязнение подземной воды сульфатами, хлоридами, фосфатами и нитратами. Изучая лабораторный опыт качества подземных вод в странах ЕС, известно, что, при прекращении поступления загрязнителей на полигонах (предотвращение захоронения опасных отходов) и выпадении атмосферных осадков, подземная вода имеет свойство очищаться [12].

Атмосферные осадки растворяют загрязненные вещества, фильтруются в подземные воды. В этом плане загрязнение подземных вод в зоне влияния полигона является в определенной мере интегрированным показателем загрязнения.

Анализ наблюдений

Самое большое количество и способность к накоплению в подземной воде можно распределить следующим образом: 1) сульфат-ион; 2) хлорид-ион; 3) нитрат-ион и аммоний-ион; 4) железо общее и марганец; 5) фосфат-ион; 6) минерализация воды; 7) фенолы и иные вещества.

Из полученных анализов видно, что в подземной воде полигонов второй группы зафиксировано превышение фоновых показателей по таким ионам, как сульфат-ион в 10,34 раза от показателей фоновой скважины; хлорид-ион в 5,78 раза, нитрат-ион в 2,92 раза, нефтепродуктов в 2,91 раза, аммоний-ион в 2,4 раза, фенолы общие в 0,61 раза.

В подземных водах вблизи полигонов группы 1 зафиксировано превышение показателей от фоновых по минерализации воды в 5,97 раза, марганец в 3,55 раза, железо в 3,11 раза, фосфор-ион

в 2,04 раза. Данный анализ подтверждает, что количество тонн отходов, морфологический состав их оказывают влияние на состав подземной воды.

Также анализ каждого объекта захоронения индивидуально показал значительное ухудшение качества подземных вод (значение показателя $C_{набл.}/C_{фон}$ мг/дм³ составляло 10 и более раз) по определенным показателям: в 2018 году по меди в 17,8 раза от фонового показателя на полигоне г. Ганцевичи; по аммоний-ион – 15,9 раза, нитрат-иону – 15,04 раза, хлорид-иону – 92,06 раза, железо общее – 11,25 раза на полигоне г. Иваново; в 2019 году по нитрат-иону в 12,22 раза, сульфат-иону – 17,25 раза и в 2015 году по хрому – 50,0 раза на полигоне г. п. Коссово Ивацевичского района; в 2017 году по нитрат-иону – 11,7 раза на полигоне г. Высокое Каменецкого района; в 2016 году по аммоний-ион в 833,3 раза на полигоне г. Луница; в 2018 году по марганцу в 39,2 раза на полигоне г. Ляховичи; в 2018 году по нефтепродуктам – 24,4 раза на полигоне г. Столина; в 2018 году по аммоний-ион – 61,8 раза на полигоне г. Давид-Городка Столинского района.

Исследование показало, что фильтрационные воды, образующиеся на полигонах, в первую очередь влияют на состояние подземной воды по аммоний-ион, хлорид-ион и тяжелым металлам.

Следует отметить, что проведенный анализ также, как и в предыдущих двух, показывает, что превышения по химическим элементам установлены в подземной воде вблизи полигонов двух групп (на 5 объектах группы 1 и 3 объектах группы 2).

Полученные результаты в ходе проведенного анализа свидетельствуют, что отсутствие или несовершенство противοфильтрационного экрана на полигоне, недостаточность природоохранных сооружений (обваловка, кольцевой канал, водоотводная канава) приводят к попаданию фильтрата в подземные воды.

Многолетние наши наблюдения за эксплуатацией объектов захоронения также показывают, что захораниваемый состав отходов на полигонах оказывает влияние на состояние подземных вод, который зависит от морфологического состава отходов и от количества захораниваемых отходов на объекте.

Этот вывод сделан, исходя из анализа выданных разрешений на хранение и захоронение отходов производства предприятиям Барановичского района в течение пяти лет. Объект оснащен противοфильтрационным экраном, анализ качества подземных вод брались из наблюдательных скважин, расположенных по движению водного потока и находящихся на одинаковом расстоянии от его движения.

Так, начиная с 2015 года по истекший период 2019 года на полигоне г. Барановичи территориальным органом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь уменьшено количество захораниваемых на полигоне отходов производства. Согласно ежегодным данным по локальному мониторингу качества подземных вод, видна тенденция по улучшению качества подземных вод по аммоний-иону, хлорид-иону, а начиная с 2017 года отсутствие таких ионов, как кобальт, свинец, кадмий, мышьяк, фенолы (рисунку 4).

Это подтверждает вывод о том, что качество подземных вод вблизи объекта зависит от правильности эксплуатации объекта захоронения отходов.

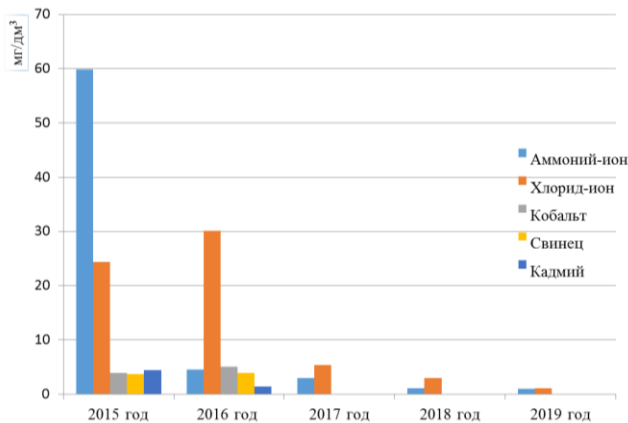


Рисунок 4 – Данные по содержанию некоторых ионов в составе подземных вод вблизи полигона г. Барановичи в период с 2015 по 2019 годы, мг/дм³

Выводы

Полученные результаты в ходе проведенной работы позволили установить, что функционирующие в настоящее время ПТКО в области с течением времени оказывают влияние на изменение качества подземных вод.

Изменение качества подземных вод вблизи объектов зависит от нескольких факторов: от обеспечения на ПТКО более надежного противοфильтрационного слоя и от морфологического состава захораниваемых отходов.

Значительное ухудшение качества подземных вод (значение показателя $C_{набл.}/C_{фон}$ мг/дм³ составляло 10 и более раз) вблизи объекта захоронения наблюдалось в 2015 году по аммоний-ион – 299,9 раза от фонового показателя; по хлорид-иону – 24,37 раза; по цинку – 28,3 раза; минерализации воды – 10,6 раза. В 2016 году по хлорид-иону – 30,14 раза; по меди – 10,8 раза; по СПАВ – 13,76 раза. В 2019 году превышений по сравнению с фоном не установлено, но при этом в сравнении с пятилетними данными видна тенденция увеличения по фосфат-иону в 1,6 раза, хрому 1,9 раза.

Проведенный анализ по изучению морфологического состава захораниваемых отходов на полигоне показал, что отходы неопасного класса полностью подвержены разложению и практически не оказывают никакого влияния на объекты гидросферы по сравнению с отходами 3-го и 4-го класса опасности. Так, с 2017 года полигоне ТКО г. Барановичи видна тенденция по улучшению качества подземной воды в части отсутствия таких веществ, как кобальт, свинец, кадмий, мышьяк, фенолы.

Также анализ индивидуально каждого объекта захоронения показал значительное ухудшение качества подземных вод (значение показателя $C_{набл.}/C_{фон}$ мг/дм³ составляло 10 и более раз) по определенным показателям: в 2018 году по меди в 17,8 раза от фонового показателя на полигоне г. Ганцевичи; по аммоний-ион – 15,9 раза, нитрат-иону – 15,04 раза, хлорид-иону – 92,06 раза, железо общее – 11,25 раза на полигоне г. Иваново; в 2019 году по нитрат-иону в 12,22 раза, сульфат-иону – 17,25 раза и в 2015 году по хрому – 50,0 раза на полигоне г. п. Коссово Ивацевичского района; в 2017 году по нитрат-иону – 11,7 раза на полигоне г. Высокое Каменецкого района; в 2016 году по аммоний-ион в 833,3 раза на полигоне г. Луница; в 2018 году по марганцу в 39,2 раза на полигоне г. Ляховичи; в 2018 году по нефтепродуктам – 24,4 раза на полигоне г. Столина; в 2018 году по аммоний-ион – 61,8 раза на полигоне г. Давид-Городка Столинского района.

На основании вышеизложенного следует, что вопрос совершенствования строения ПТКО в части изоляционных материалов, которые будут препятствовать проникновению фильтрационных вод в компоненты окружающей среды, и контроль поступающих отходов на захоронение на сегодняшний день является актуальным.

Список цитированных источников

- Шимова, О. С. Экология и экономика природопользования: курс лекций: в 2 ч. / О. С. Шимова. – 2-е стер. изд. – Минск: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2005. – Ч. 2. – 183 с.
- Экологические аспекты захоронения твердых коммунальных отходов на полигонах: моногр. / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, РУП «Бел НИЦ «Экология»; Д. М. Ерошина [и др.]; под общ. ред. Д. М. Ерошиной. – Минск: Бел НИЦ «Экология», 2010. – 152 с.
- Об обращении с отходами: Закон Республики Беларусь, 20 июл. 2007 г., № 271-3 // Нац. правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 23.07.2007, 2/1368.
- Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда и человек: учеб. пособие для вузов, сред. шк., колледжей / Ю. В. Новиков. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Гранд: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 560 с.
- Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений, 2016 год [Электронный ресурс] / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды; Респ. центр по гидрометеорологии, контролю радиоактив. загрязнения и мониторингу окружающей среды Респ. Беларусь. – Минск: Белгидромет, 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
- Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2017 год / Респ. центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды; под общ. ред. Е. П. Богодяж. – Минск, 2018. – 450 с.

7. Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда и человек: учеб. пособие для вузов, сред. шк., колледжей / Ю. В. Новиков. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Гранд: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 560 с.
8. О государственном реестре технологий по использованию отходов и государственном реестре объектов обезвреживания и размещения отходов: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 31 янв. 2002 г., № 123 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2002. – № 17. – 5/9879.
9. Концепция создания объектов по сортировке и использованию твердых коммунальных отходов и полигонов для их захоронения [Электронный ресурс]: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 23 окт. 2019 г., № 715 // Национальный правовой интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/guid=12551&p0=C21900715&p1=1>. – Дата доступа: 19.01.2022.
10. Guideline on: Groundwater monitoring for general reference purposes: report № GP 2008-1 / International Working Group I; ed. G. Jousma. – Utrecht: IGRAC, 2006 (revised 2008). – 165 p.
11. Об утверждении перечня коммунальных отходов: постановление М-ва жилищ.-коммун. хоз-ва Респ. Беларусь, 30 нояб. 2001 г., № 21 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2001. – № 119. – 8/7531.
12. Об утверждении положений о порядке проведения в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь мониторинга поверхностных вод, подземных вод, атмосферного воздуха, локального мониторинга окружающей среды и использования данных этих мониторингов: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 28 апр. 2004 г., № 482 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2004. – № 70. – 5/14160.
4. Novikov, Yu. V. Ekologiya, okruzhayushchaya sreda i chelovek: ucheb. posobie dlya vuzov, sred. shk., kolledzhey / Yu. V. Novikov. – 2-e izd., ispr. i dop. – M.: Grand: FAIR-PRESS, 2002. – 560 s.
5. Nacional'naya sistema monitoringa okruzhayushchej sredy v Respublike Belarus': rezul'taty nablyudenij, 2016 god [Elektronnyj resurs] / M-vo prirod. resursov i ohrany okruzhayushchej sredy; Resp. centr po gidrometeorologii, kontrolyu radioaktiv. zagryazneniya i monitoringu okruzhayushchej sredy Resp. Belarus'. – Minsk: Belgidromet, 2017. – 1 elektron. opt. disk (CD-ROM).
6. Nacional'naya sistema monitoringa okruzhayushchej sredy Respubliki Belarus': rezul'taty nablyudenij, 2017 god / Resp. centr po gidrometeorologii, kontrolyu radioaktivnogo zagryazneniya i monitoringu okruzhayushchej sredy; pod obshch. red. E. P. Bogodyazh. – Minsk, 2018. – 450 s.
7. Novikov, Yu. V. Ekologiya, okruzhayushchaya sreda i chelovek: ucheb. posobie dlya vuzov, sred. shk., kolledzhey / Yu. V. Novikov. – 2-e izd., ispr. i dop. – M.: Grand: FAIR-PRESS, 2002. – 560 s.
8. O gosudarstvennom reestre tekhnologij po ispol'zovaniyu othodov i gosudarstvennom reestre ob'ektov obezvezhivaniya i razmeshcheniya othodov: postanovlenie Soveta Ministrov Resp. Belarus', 31 yanv. 2002 g., № 123 // Nac. reestr pravovyh aktov Resp. Belarus'. – 2002. – № 17. – 5/9879.
9. Koncepciya sozdaniya ob'ektov po sortirovke i ispol'zovaniyu tverdyh kommunal'nyh othodov i poligonov dlya ih zahoroneniya [Elektronnyj resurs]: utv. postanovleniem Soveta Ministrov Resp. Belarus', 23 okt. 2019 g., № 715 // Nacional'nyj pravovoj internet-portal Resp. Belarus'. – Rezhim dostupa: <http://www.pravo.by/document/guid=12551&p0=C21900715&p1=1>. – Data dostupa: 19.01.2022.
10. Guideline on: Groundwater monitoring for general reference purposes: report № GP 2008-1 / International Working Group I; ed. G. Jousma. – Utrecht: IGRAC, 2006 (revised 2008). – 165 p.
11. Ob utverzhdenii perechnya kommunal'nyh othodov: postanovlenie M-va zhilishch.-kommun. hoz-va Resp. Belarus', 30 noyab. 2001 g., № 21 // Nac. reestr pravovyh aktov Resp. Belarus'. – 2001. – № 119. – 8/7531.
12. Ob utverzhdenii polozhenij o poryadke provedeniya v sostave Nacional'noj sistemy monitoringa okruzhayushchej sredy v Respublike Belarus' monitoringa poverhnostnyh vod, podzemnyh vod, atmosfernogo vozduha, lokal'nogo monitoringa okruzhayushchej sredy i ispol'zovaniya dannyh etih monitoringov: postanovlenie Soveta Ministrov Resp. Belarus', 28 apr. 2004 g., № 482 // Nac. reestr pravovyh aktov Resp. Belarus'. – 2004. – № 70. – 5/14160.

References

1. Shimova, O. S. Ekologiya i ekonomika prirodopol'zovaniya: kurs lekciy: v 2 ch. / O. S. Shimova. – 2-e ster. izd. – Minsk: Akad. upr. pri Prezidente Resp. Belarus', 2005. – CH. 2. – 183 s.
2. Ekologicheskie aspekty zahoroneniya tverdyh kommunal'nyh othodov na poligonah: monogr. / M-vo prirod. resursov i ohrany okruzhayushchej sredy Resp. Belarus', RUP «Bel NIC «Ekologiya»; D. M. Eroshina [i dr.]; pod obshch. red. D. M. Eroshinoj. – Minsk: Bel NIC «Ekologiya», 2010. – 152 s.
3. Ob obrashchenii s othodami: Zakon Respubliki Belarus', 20 iyul. 2007 g., № 271-Z // Nac. pravovoj Internet-portal Respubliki Belarus', 23.07.2007, 2/1368.

Материал поступил в редакцию 17.03.2022