

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

А. Л. ДЕМИДОВ¹⁾, С. И. КУЗЬМИН¹⁾, О. М. ОЛЕШКЕВИЧ¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Республика Беларусь

Представлены результаты прикладных исследований по экологической оценке воздействия объектов захоронения отходов потребления на качество подземных вод. Проанализированы главные факторы, влияющие на фильтрацию загрязняющих веществ в подземные воды. На основе результатов анализа геологических условий участков размещения полигонов захоронения отходов, а также характера соблюдения природопользователями нормативных требований по предотвращению поступления загрязнения от полигонов в окружающую среду в период их эксплуатации установлены особенности загрязнения подземных вод.

Ключевые слова: экологическая оценка; подземные воды; состояние вод; отходы потребления; загрязняющие вещества; фильтрация; рациональное использование вод; управление природопользованием.

ECOLOGICAL ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF CONSUMPTION WASTE DISPOSAL SITES ON GROUNDWATER

A. L. DZIAMIDAU^a, S. I. KUZMIN^a, O. M. OLEASHKEVICH^a

^aBelarusian State University, Nezavisimosti avenue, 4, 220030, Minsk, Republic of Belarus

The results of applied research on the impact assessment of consumption waste disposal sites on groundwater quality are presented. The main factors, having impact on filtration of contaminants into groundwater, have been analyzed. Based on the results of the analysis of geological conditions of disposal sites, as well as of the compliance of those facilities with the requirements of safety and environmental regulatory management plans, aimed at prevention of pollution during their exploitation, peculiarities of groundwater pollution had been determined.

Key words: environmental impact assessment; groundwater; water condition; consumption waste; contaminants; filtration; rational water use; environmental management.

Развитие современного общества сопровождается производством предметов потребления (от продуктов питания до сложной бытовой техники). В результате происходит их трансформация в отходы, которые в той или иной степени используются как вторичные ресурсы либо хранятся для последующей переработки и утилизации. В некоторых странах степень применения отходов потребления в качестве вторичного ресурса составляет 50–60 %. В Республике Беларусь в настоящее время перерабатывается не больше 10 % общего объема коммунальных отходов (отходов потребления), а 90 % собираются и транспортируются на

Образец цитирования:

Демидов А. Л., Кузьмин С. И., Олешкевич О. М. Экологическая оценка воздействия объектов захоронения отходов потребления на подземные воды // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. 2016. № 3. С. 3–

For citation:

Dziamidau A. L., Kuzmin S. I., Oleashkevich O. M. Ecological environmental impact assessment of consumption waste disposal sites on groundwater. *Vestnik BGU. Ser. 2, Khimiya. Biol. Geogr.* 2016. No. 3. P. 3– (in Russ.).

Авторы:

Александр Леонидович Демидов – старший научный сотрудник лаборатории экологии ландшафтов географического факультета.

Савелий Игнатьевич Кузьмин – кандидат географических наук, доцент; доцент кафедры общего землеведения и гидrometeorологии географического факультета.

Оксана Михайловна Олешкевич – младший научный сотрудник лаборатории экологии ландшафтов географического факультета.

Authors:

Aliaeksandr Dziamidau, senior researcher at the research laboratory of landscape ecology, faculty of geography.

demidov1975@mail.ru

Saveli Kuzmin, PhD (geography); associate professor at the department of earth science and hydrometeorology, faculty of geography.

saweliy@mail.ru

Oksana Oleashkevich, junior researcher at the research laboratory of landscape ecology, faculty of geography.

oksanaole78@mail.ru

объекты захоронения. При этом в последние годы наблюдается рост объемов таких отходов (удельный показатель их образования увеличился с 0,48 до 1,7 кг/чел. в день). Несмотря на ряд принимаемых в нашей стране мер, направленных на переработку и дальнейшее использование отходов потребления, достичь их безопасного обращения в ближайшем будущем не удастся. В Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. указывается на необходимость сокращения объемов хранения и захоронения всех видов отходов на 1–2 % в год [1]. На основании этого можно констатировать, что отходы потребления и дальше будут захораниваться.

Проникновение загрязняющих веществ в объекты окружающей среды от полигонов хранения отходов, в частности в подземные грунтовые воды, являющиеся в большинстве своем источниками питьевого водоснабжения, опасно возможным их попаданием в организм человека и развитием у людей патологических состояний здоровья. Подобная ситуация проявляется прежде всего на участках размещения таких объектов в условиях слабозащищенных горизонтов залегания грунтовых вод.

В связи с этим исследования, направленные на оценку экологических рисков от объектов захоронения отходов потребления и разработку предложений по минимизации их негативного воздействия, представляются актуальными, а получаемые результаты востребованы в практической деятельности различных министерств и ведомств.

Методика исследования

При изучении степени воздействия полигонов захоронения отходов потребления на подземные воды использовалась классическая методика экологических исследований, которые включали предполевой, полевой и камеральный этапы. На каждом из них решался определенный перечень задач. Предполевой этап включал сбор исходной информации: данные об объемах захоронения отходов, условиях их хранения (площадь, глубина/высота), изоляции от атмосферных дождевых и талых вод; состояние инженерных коммуникационных систем сбора и отвода фильтрата, поступления в «тело» полигона дождевых и талых вод. На данном этапе проводился первичный анализ геолого-гидрогеологических условий и оценка степени защищенности подземных вод в районах расположения объектов захоронения отходов потребления, выполнялся сбор и анализ имеющихся данных наблюдений за состоянием природных объектов (подземные/поверхностные воды/почвы).

Работы полевого этапа заключались в проведении отбора проб подземных вод в районах расположения и воздействия объектов захоронения отходов потребления – главным образом на территории Минской и Витебской областей – и обследовании полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО) относительно соблюдения нормативных требований в период их эксплуатации (выполнение комплекса мероприятий по предотвращению загрязнения окружающей среды).

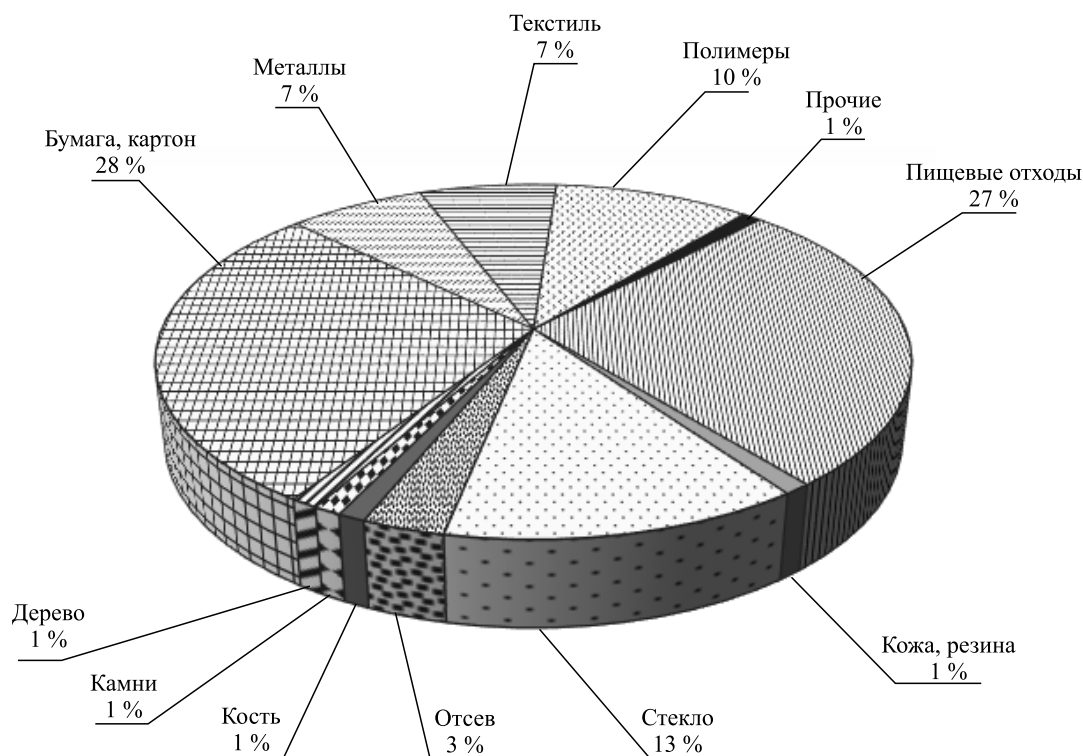
Камеральный этап состоял из работы по оценке состояния качества подземных вод. На данном этапе выполнялись химико-аналитические исследования отобранных проб; анализировались результаты полевых исследований авторов за 2004–2014 гг. в районах расположения отдельных источников загрязнения подземных вод; проводился анализ данных ранее полученной информации из базы данных Главного информационно-аналитического центра Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь, часть которых представлена в ежегодных научных обзорах результатов Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь [2].

Для оценки состояния подземных вод в районах размещения объектов исследований использовались данные фоновых скважин, а также установленные для хозяйственно-питьевого водоснабжения гигиенические нормативы 2.1.5.10-21-2003 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», а также гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. На данном этапе выполнялась экспертная оценка экологических рисков, обусловленных конкретными объектами захоронения отходов потребления, и разрабатывались предложения по минимизации негативного воздействия объектов захоронения отходов потребления на окружающую среду.

Результаты исследования и их обсуждения

На территории Минской и Витебской областей эксплуатируются 54 полигона ТКО (37 и 27 соответственно). Захороненные отходы разнородные по составу, классам опасности, физико-химическим и биохимическим свойствам под воздействием атмосферного воздуха, воды, грунтов и в результате взаимодействия друг с другом претерпевают сложные изменения.

За последние годы в составе коммунальных отходов заметно увеличилась доля полимерных материалов, отходов от упаковок, а также отходов стекла. В целом коммунальные отходы (отходы потребления) имеют морфологический состав, представленный на рисунке.



Усредненный морфологический состав отходов потребления

Основные процессы, протекающие в массе отходов на полигонах (в теле полигона), – это физические, химические и биохимические. В реальной обстановке они накладываются друг на друга, суммируются, подавляются и видоизменяются. В первоначальный момент размещения отходов на полигонах преобладают физические процессы: уплотнение, сжатие, уменьшение размера частиц, адсорбция, ионный обмен и др. Увеличению плотности и уменьшению размера частиц способствуют адсорбция воды, повышение влажности отходов, что в конечном итоге ускоряет их разложение [3].

В толще полигона формируется техногенный водоносный горизонт, основу баланса которого составляют инфильтрационные воды, питающиеся поступающими атмосферными осадками. Как правило, уровни техногенного горизонта заметно превышают уровни нижележащих водоносных горизонтов, что связано с наличием в подошве полигона слабопроницаемого слоя, образующегося вследствие скопления тонкодисперсных фракций грунтов, и значительным инфильтрационным питанием на площади захоронения. Инфильтрационное питание – основа баланса техногенного горизонта, оно составляет 60 % суммы атмосферных осадков. Установлено, что инфильтрация является ведущим фактором, влияющим на интенсивность протекания химико-биологических процессов, и определяет количество образующегося фильтрата. Его высота над основанием полигона зависит от пористости отходов (в 1 м³ отходов плотностью 700 кг/м³ может содержаться до 0,33 м³ фильтрата) [3].

Для полигонов захоронения отходов потребления в целом характерно загрязнение подземных вод соединениями азота, нефтепродуктами, тяжелыми металлами, высокий уровень общей минерализации (по сухому остатку). Максимальные значения концентраций нефтепродуктов установлены на уровне 11 ПДК, азота аммонийного – 87, азота нитратного – 35, свинца – 17, меди – 12 ПДК. В целом по нашим результатам загрязнение подземных вод от объектов данной группы на протяжении длительного периода наблюдений (2005–2015 гг.) является весьма значительным [4].

В то же время по степени устойчивости к технологическому загрязнению и способности удерживать эмиссии загрязнителей в подземные воды определены (путем анализа геологических условий участков размещения полигонов и результатов фактического загрязнения подземных вод) закономерности загрязненности в зависимости от приуроченности полигонов к тому или иному литолого-генетическому комплексу.

Установлено, что все полигоны ТКО располагаются в основном в пределах 4 литолого-генетических комплексов: аллювиально-болотном, флювиогляциальном, лимногляциальном и гляциальном.

К комплексу 1 отнесены преимущественно болотно-аллювиальные отложения, представленные песками, от пылеватых до крупнозернистых, часто гумусированными, а также торфами, сапропелями,

илами и гиттиями, с включениями суглинков, глин и илов. Комплекс характеризуется высоким стоянием грунтовых вод – 0–1,5 м. Отходы контактируют непосредственно с болотной водой, которая пьет грунтовые воды.

Комплекс 2 включает в основном водно-ледниковые разновозрастные отложения. Он представлен песками, от пылеватых до крупнозернистых, с линзами супесей и суглинков. Грунтовые воды безнапорные или локально слабонапорные. Мощность зоны аэрации составляет 0,1–5,0 м, чаще – 2,0–3,0 м, редко – до 7 м. На отложениях этого комплекса размещено более 40 % полигонов Минской области.

Отложения лимногляциального комплекса (комплекс 3) имеют широкое распространение в Витебской области. Чаще всего они представлены глинами и суглинками, нередко с прослоями маломощных слойков и линз тонко- и мелкодисперсных песков. Данные образования залегают на глубине от нескольких десятков сантиметров до 10–15 м и более. В пределах Полоцкой низины размещено несколько полигонов отходов потребления.

Комплекс 4 моренных и конечно-моренных образований сложен чередующимися между собой суглинками, супесями, песками разномасштабными, нередко песчано-гравийными породами, которые встречаются также в виде прослоев и отдельных включений. Соотношения перечисленных видов пород колеблются в широком диапазоне, в связи с чем устойчивость моренного комплекса к технологическому загрязнению весьма различна.

В соответствии с выделенными геолого-генетическими комплексами пород, залегающими в основании полигонов захоронения отходов потребления, и с учетом наличия или отсутствия противодиффузионного экрана в основании полигона в целях оценки воздействия полигонов на подземные воды они были объединены в группы (всего было выделено шесть групп).

Результаты анализа показали, что наибольшим суммарным индексом загрязнения подземных вод макрокомпонентами, микроэлементами и органическими соединениями (93,86) характеризуются грунтовые воды групп I и II полигонов, расположенных на песчаных грунтах с маломощной зоной аэрации (в среднем 0,4 и 2,5 м соответственно), на которых отсутствуют противодиффузионные экраны. Обустройство экранами полигонов группы III снижает загрязнение грунтовых вод более чем в 3,5 раза по сравнению с группой II (индекс загрязнения составляет 9,97). Примерно такой же эффект загрязнения подземных вод (8,19) наблюдается на полигонах группы IV, не оснащенных противодиффузионными экранами, но расположенных на супесчано-суглинистых грунтах, являющихся относительными водоупорами, со сравнительно глубоким залеганием подземных вод (в среднем 10,6 м). На полигонах групп V и VI, характеризующихся суглинистыми и супесчано-суглинистыми грунтами соответственно и обустроенных экранами, суммарный индекс загрязнения составляет 3,87 и снижается по сравнению с группой IV более чем в 2 раза, а с группой II – примерно в 10 раз.

Результаты исследований не выявили прямой зависимости между глубиной залегания подземных вод и суммарным коэффициентом их загрязнения (поскольку влияют и другие факторы), но в целом по группам зависимость между этими показателями прослеживается, а именно чем глубже залегают подземные воды, тем меньше степень их загрязнения.

Таким образом, воздействие полигонов на подземные воды тесно связано с типом геологической среды и наличием противодиффузионного экрана в основании полигонов.

На основании результатов исследований установлено также, что естественные грунты, характеризующиеся низкими фильтрационными свойствами (которые можно считать относительными водоупорами в определенных условиях), выполняют роль противодиффузионных экранов, так как они препятствуют поступлению загрязняющих веществ в подземные воды. Строительство полигонов на малопроницаемых грунтах с экраном упрощенной конструкции значительно сократит капиталовложения без ущерба для подземных вод, и это должно учитываться при выборе места. Особенно актуальным это представляется для территории Витебской области, в пределах которой 80 % полигонов практически исчерпали свой ресурс (т. е. заполнены в соответствии с проектной документацией), и в ближайшие годы необходимо будет осуществлять проектирование новых площадок под захоронение отходов.

В целом же результаты исследований показывают, что для предотвращения или минимизации степени воздействия факторов риска полигонов необходимо учитывать наличие следующих основных составляющих: тип геологической среды (наличие водоупорных горизонтов в геологическом разрезе, глубина залегания подземных вод), наличие или отсутствие природоохранных инженерно-технических сооружений (противодиффузионный экран, обвалование); сроки эксплуатации полигона; площадь, занятую отходами; объем накопившихся отходов; мощность полигона (объем поступающих отходов в год); морфологический состав отходов; способ складирования или условия размещения полигона.

В качестве перспективных направлений исследований, на основе которых могут приниматься более эффективные решения по предотвращению негативного влияния полигонов захоронения отходов

с высокими уровнями загрязнения подземных вод, должна стать обязательная разработка геомиграционных моделей пространственного распространения загрязняющих веществ в подземных водах. Использование такого подхода позволит комплексно оценить экологические риски от рассматриваемых объектов и разработать предложения по минимизации их негативного воздействия на окружающую среду, включая рекомендации по проведению мероприятий по недопущению миграции загрязняющих веществ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК (*REFERENCES*)

1. Антипова Е. А. Стратегия устойчивого развития Беларуси: экологический аспект. Минск, 2014.
2. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2012 / под общ. ред. С. И. Кузьмина. [Электронный ресурс]. Минск, 2013. Режим доступа: <http://www.ecoinfo.by/content/692.html/> (дата обращения: 27.05.2016).
3. Ерошина Д. М., Ходин В. В., Зубрицкий В. С., Демидов А. Л. Экологические аспекты захоронения твердых коммунальных отходов на полигонах. Минск, 2010.
4. Кузьмин С. И., Демидов А. Л., Зубрицкий В. С. Оценка воздействия полигонов захоронения отходов потребления на подземные воды (на примере Минской области) // Актуальные вопросы инженерной геологии, гидрогеологии и рационального недропользования : материалы IX университетских геологических чтений, посвященных 110-летию со дня рождения академика Г. В. Богомолова (Минск, 3 апр. 2015 г.). Минск, 2015. С. 74–76 [Kuz'min S. I., Demidov A. L., Zubritskii V. S. Otsenka vozdeistviya poligonov zakhoroneniya otkhodov potrebleniya na podzemnye vody (na primere Minskoi oblasti). *Aktual'nye voprosy inzhenernoi geologii, gidrogeologii i ratsional'nogo nedropol'zovaniya : materialy IX universitetskikh geologicheskikh chtenii, posvyashchennykh 110-letiyu so dnya rozhdeniya akademika G. V. Bogomolova* (Minsk, 3 April 2015). Minsk, 2015. P. 74–76 (in Russ.)].

*Статья поступила в редколлегию 15.06.2016.
Received by editorial board 15.06.2016.*