

Н.В. ГОДУНОВА

## СПОСОБЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ СКЛАДИРОВАНИЯ И ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,  
Гомель, Республика Беларусь  
godunina@yandex.ru*

*Статья посвящена проблеме защиты подземных вод от воздействия отходов потребления и производства. Для защиты подземных вод от воздействия объектов складирования и захоронения отходов необходимо улучшать и совершенствовать систему захоронения и складирования отходов.*

Промышленное производство, другие виды хозяйственно-экономической деятельности, связанные с потреблением сырья, материалов, энергии, а также жизнедеятельность человека неизбежно сопровождаются образованием отходов. Научно-технический прогресс способствует постоянному расширению номенклатуры образующихся отходов, в том числе с опасными для окружающей среды и человека свойствами.

Интенсивность и простираемость ареалов загрязнения грунтовых вод под влиянием полигонов определяются техническими параметрами этих объектов и природными условиями их местоположений.

Наибольший уровень загрязнения грунтовых вод выявлен вблизи полигонов отходов, размещенных в пределах заболоченных участков. Это связано, прежде всего, с высоким уровнем стояния вод. При отсутствии защитных экранов капиллярная кайма грунтовых вод достигает толщи свалки и выщелачивает из нее растворимые вещества. Интенсивность выщелачивания усиливается при сезонных повышении уровня грунтовых вод (УГВ), особенно в случаях контакта грунтовых вод с отходами. Вымыванию загрязняющих веществ способствуют высокая динамичность увлажнения и, соответственно, окислительно-восстановительных условий.

При глубоком залегании грунтовых вод воздействие полигонов на них наиболее выражено при наличии инфильтрационного типа водного режима. Подземные воды на территории свалок городов характеризуются высоким индексом загрязнения хлоридами, аммонийным азотом, натрием, кадмием, никелем, хромом и свинцом [2, 3].

При размещении полигонов в выемках отработанных карьеров увеличивается вероятность поступления продуктов разложения отходов в грунтовые воды. Опробование шурфов, расположенных у полигонов подобного типа, выявило случаи загрязнения грунтовых вод выше допустимого уровня сульфатами, соединениями натрия, аммонийного и нитритного азота. Однако при карьерном складировании отходов на слабопроницаемых супесях и суглинках в условиях глубокого залегания грунтовых вод загрязняющего влияния не обнаружено [2].

Выявлено, что гидрохимические аномалии в грунтовых водах, связанные с влиянием полигонов исследованных типов, по протяженности невелики: загрязнение выше уровня ПДК фиксируется в них не далее 200 м от границ этих объектов [2].

При исследовании полигонов Гомельской области установлено, что уровень загрязнения подземных вод зависит, непосредственно, от двух основных факторов – геолого-гидрогеологического (естественного геохимического барьера) и наличия или отсутствия инженерно-технических сооружений (противофильтрационного экрана). Наибольшим

суммарным индексом загрязнения подземных вод макрокомпонентами, микроэлементами и органическими соединениями характеризуются грунтовые воды полигонов, расположенных на песчаных грунтах с маломощной зоной аэрации. Геолого-гидрогеологические (инженерно-геологические) условия площадки и инженерно-технические сооружения являются факторами, позволяющими управлять рисками загрязнения подземных вод. Применительно к природным условиям Гомельской области они весьма существенны.

В естественных условиях на территории Гомельской области формируются подземные воды преимущественно гидрокарбонатного кальциево-магниевого состава с минерализацией от 0,1 до 0,8 г/дм<sup>3</sup>. Лишь на отдельных, ограниченных по площади, участках разгрузки глубинных минерализованных вод, приуроченных к региональным тектоническим разломам и солянокупольным структурам в Припятском прогибе, фиксируется возрастание минерализации до 4–6 г/дм<sup>3</sup>, и воды приобретают хлоридный натриевый состав.

Пресные подземные воды, содержащиеся в разновозрастных геологических формациях, являются основным и наиболее надежным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения на территории Беларуси. На протяжении десятилетий они, как и поверхностные воды, испытывают отрицательные и, как правило, неконтролируемые антропогенные воздействия.

На качество питьевых вод отрицательное влияние может оказывать не только избыток, но также и недостаток в них некоторых компонентов. К таким компонентам относятся фтор и йод. Что касается фтора, то верхний предел его допустимых концентраций (1,5 мг/дм<sup>3</sup>) в условиях Беларуси превышает лишь в единичных случаях – на территории Гомельской области данные превышения зафиксированы не были. Неблагоприятны для здоровья человека и чересчур низкие концентрации этого компонента в питьевых водах, оптимальное содержание которого в воде не должно быть менее 0,7 мг/дм<sup>3</sup>. Однако в большинстве артезианских скважин (до 80 %) на территории Беларуси содержание фтора в воде ниже этой величины.

Многие полигоны ТКО, в частности полигон, расположенный в двенадцати километрах от Гомеля, является источником тяжелых металлов, загрязняющих почвогрунты и почвенные воды. По мере удаления от полигона, особенно вниз по потоку грунтовых вод (к юго-западу от полигона), концентрации микроэлементов уменьшаются. Следует отметить, что эксплуатация полигона ТКО ведется со значительными отклонениями от требований санитарных и технических норм, главные из которых: отсутствие противофильтрационного экрана, который мог бы препятствовать проникновению загрязняющих веществ в подземные воды; полигон обвалован частично, и отсутствует обводной канал, что способствует растеканию фильтрата вместе с паводковыми и дождевыми водами и проникновению в почвы и грунты; полигон расположен в понижении рельефа – на частично заболоченном участке местности [2, 3].

Геолого-гидрогеологические (инженерно-геологические) условия площадки и инженерно-технические сооружения являются факторами, позволяющими управлять рисками загрязнения подземных вод. Применительно к природным условиям нашей страны они весьма существенны.

Полигоны, на которых мониторинг подземных вод не ведется, но которые по ранее указанным критериям относятся к той или иной группе полигонов, имеют большую вероятность загрязнения подземных вод.

Загрязнению от полигонов могут подвергаться как грунтовые, так и пластовые подземные воды [2].

Степень воздействия на грунтовые водоносные горизонты зависит от факторов, определяющих возможность, скорость и время фильтрации загрязнения с поверхности в грунтовый горизонт. К таким факторам можно отнести:

- мощность и фильтрационные свойства отложений зоны аэрации;
- глубину залегания уровня грунтовых вод;

– сорбционные свойства пород зоны аэрации.

Степень воздействия на пластовые водоносные горизонты определяется:

– наличием и распространением слабопроницаемых отложений в кровле горизонта;

– фильтрационными свойствами слабопроницаемой толщи, перекрывающей водоносный горизонт;

– взаимоотношением уровней поверхности земли, грунтовых и пластовых подземных вод;

– сорбционными свойствами пород [2].

Таким образом, микроэлементы, обладающие повышенной миграционной способностью, перераспределяются в почвах и грунтах в зависимости от литологического состава последних. Они концентрируются в тех разновидностях пород, которые обладают повышенными сорбционными свойствами. Поверхностные и почвенные воды служат основным источником переноса микроэлементов – наблюдается прямая зависимость степени концентрации микроэлементов в грунтах и почвенных водах.

Экологическая защита должна проводиться по двум основным направлениям – внедрение природоохранных мероприятий на действующих объектах и создание новых объектов согласно требованиям законодательства.

Причиной загрязнения подземных вод может быть отсутствие экрана, нарушение герметичности экрана в основании полигона, неблагоприятные инженерно-геологические условия (легко проницаемые грунты, небольшая мощность зоны аэрации и др.). На действующих полигонах эти причины неустраняемы.

К сожалению, современными нормативными документами практически не регламентируется качество противofильтрационных экранов. Также недооценивается роль грунта, лежащего в основании полигона, который можно рассматривать как геохимический барьер, препятствующий проникновению фильтрата после выхода из строя искусственного противofильтрационного экрана. Поэтому для снижения экологической нагрузки полигонов на окружающую среду основными мероприятиями при их строительстве следует признать выбор места размещения полигона с благоприятными геолого-гидрогеологическими условиями и обоснованный выбор системы противofильтрационной защиты. В то же время с помощью дополнительных мер возможно частичное снижение негативного воздействия на окружающую среду действующих полигонов [1, 2].

Ниже рассматриваются возможности применения наиболее доступных природоохранных сооружений и методов, проведения мероприятий по минимизации загрязнения окружающей среды с учетом природных условий площадок, обустроенности, эксплуатационных возможностей и экологического состояния действующих полигонов ТКО.

*Противofильтрационный экран* должен обеспечить достаточно безопасное захоронение отходов за счет физической их изоляции от подстилающих грунтов. Он должен быть выполнен из материала инертного или устойчивого по отношению к агрессивному воздействию химически активных и токсичных веществ; должен быть достаточно долговечен и полностью исключать фильтрацию и диффузию складируемых отходов и их химических составляющих [3].

Кроме традиционно используемых экранов (глиняного, пленочного) существуют новые технологии изоляции отходов от окружающей среды и новые материалы. Один из способов основан на кольматации пор и фильтрационных каналов грунта. Кольматация производится с помощью смеси высокодисперсных компонентов, полученных в полупроводниковом производстве. При определенном соотношении компонентов противofильтрационного материала образуются комплексные химические соединения типа силикатов и кремний-фторидов, которые практически нерастворимы в воде и химически инертны [4].

Второй нетрадиционный способ – использовать в качестве противofильтрационного экрана отходы производства в виде отвального фосфогипса – дигидрата с добавками кальцийсодержащих соединений. Экспериментальные исследования позволили устано-

вить, что противодиффузионный экран имеет достаточно низкий коэффициент диффузии. Он может применяться как самостоятельный тип экрана, так и в качестве подстилающего (переходного) слоя. Экран должен включать 3–4 слоя, толщина каждого слоя – 0,20–0,25 м в плотном теле [2].

Для снижения интенсивности загрязнения подземных вод на действующих полигонах существует несколько технических способов. Наиболее приемлемы следующие: изоляция кровли отходов, изоляция грунтов по контуру, устройство противодиффузионной диафрагмы [3].

*Изоляция кровли отходов* непроницаемыми материалами способствует снижению инфильтрации атмосферных осадков и образования фильтрата. Строительство покровного экрана на всей поверхности отходов оправдано и необходимо при закрытии полигона, а на действующем полигоне, по-видимому, целесообразно поэтапное применение покровного экрана по мере последовательного заполнения участков полигона отходами на заданную высоту. Для этого выгрузку отходов производить системно, начиная с ближайших или дальних от въезда площадок в зависимости от метода складирования – сталкивания или надвига.

Метод изоляции грунтов по контуру [1] заключается в создании по контуру полигона водоупорной стенки. По периметру участка складирования отрывается траншея шириной до 1 м и 2–3 м глубиной до водоупора, заглубляется на 0,3 м в этот водоупор. Траншея заполняется водоупорным материалом (глиной), который утрамбовывается.

*Устройство противодиффузионной диафрагмы из глинистых грунтов по периметру полигона для изоляции зоны питания грунтовых вод.* Это сооружение выполняет функцию отстойки, которая делается по периметру зданий. Применение способа изоляции кровли отходов естественно при закрытии полигона. Мероприятия по изоляции грунтов по контуру целесообразно осуществлять при продлении срока эксплуатации полигона.

*Послойная отсыпка отходов* через 1,8–2,1 м изолирующими слоями (0,25 м), в качестве которых могут использоваться местный грунт или инертные однородные отходы. Промежуточная изоляция предотвращает или понижает органолептические, общесанитарные и миграционно-воздушные показатели вредности поступления вредных веществ с поверхности отходов в атмосферу с пылью, испарениями, газами. Естественные минеральные грунты вместе с разложившимися отходами образуют относительно стабильный субстрат, обладающий сорбционными свойствами и способностью к обмену ионов, что приводит к очистке образующегося фильтрата от минеральных загрязнений. После отсыпки изолирующего слоя должно проводиться уплотнение его вместе со слоем отходов.

*Снижение вывоза на полигон опасных отходов* (3 и особенно 2 класса опасности). При этом следует обратить внимание на то, что при удалении из отходов наименее эколого-опасных фракций, какими являются вторичные ресурсы (текстиль, макулатура, стеклотбой, полимеры, металлы и т. д.), повышается опасность балласта, в котором остаются отходы лаков, красок, средств бытовой химии, пришедшие в негодность лекарства, и который захоранивается на полигонах.

*Брикетирование (тюкование) отходов.* При брикетировании коммунальные отходы, как правило, уплотняются примерно в 6–6,5 раз. Увеличенная плотность отходов снижает проникновение через их массу атмосферных осадков и образование фильтратных вод, загрязняющих подземные воды. Исключается разнос ветром по полигону легких фракций ТКО (пленка, бумага), снижается «привлекательность» мусора для птиц – переносчиков болезнетворной микрофлоры, устраняет благоприятную среду для размножения мух, грызунов снижает проникновение через их массу атмосферных выбросов. *Использование фильтрата.* Одним из способов уменьшения объема диффузионных вод является их рециркуляция, то есть использование собранного фильтрата для орошения рабочего тела полигона. Этот метод целесообразно применять только в маловодные сезоны года для увеличения

влажности отходов и предотвращения их возгорания и стимулирования биохимических процессов.

*Обвалование.* Земляной вал препятствует растеканию фильтрата и ливневых вод за пределы полигона, где отсутствует противofильтрационный экран. При отсутствии на площадке малопроницаемых грунтов в зоне аэрации есть риск загрязнения подземных вод. При эксплуатации полигона необходимо следить за тем, чтобы вал не засыпался отходами.

*Подсыпка основания* грунтом для поднятия его на уровень, превышающий 1 м над уровнем грунтовых вод.

При невозможности предотвращения загрязнения подземных (грунтовых) вод отходами следует сократить срок эксплуатации полигона и приступить к рекультивационным работам [4, 5].

Для снижения экологической нагрузки полигонов на подземные воды мероприятиями при их строительстве следует признать выбор места размещения полигона с благоприятными геолого-гидрогеологическими условиями и обоснованный выбор системы противofильтрационной защиты. В то же время с помощью дополнительных мер возможно частичное снижение негативного воздействия на окружающую среду действующих полигонов.

В целях снижения экологического риска загрязнения окружающей среды полигоны оборудуются природоохранными инженерными сооружениями. Проектирование, строительство и эксплуатация полигонов ТКО регламентируется нормативными документами.

### Список использованной литературы

1 Ковальчик, Н.В. Ландшафтно-геохимическое обоснование размещения полигонов твердых отходов на территории Беларуси: Автореф. дис. докт. геогр. наук: 11.00.11. – Минск, 2000. – 23 с.

2 Лысухо, Н.А. Отходы производства и потребления / Н.А. Лысухо, Н.Б. Кичасва, Д.М. Ерошина. – Минск : Минсктиппроект, 2004. – 257 с.

3 Инструкция по обращению с отходами производства КУП «СПЕЦКОММУНТРАНС» – 2011 год – Гомель : КУП «Спецкоммунтранс», 2011. – 33 с.

4 Отходы производства и потребления / Д.М. Ерошина [и др.] // Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень 2009 г. / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск. – 2010. – С. 345–354.

5 Охрана окружающей среды в гомельской области: стат. сб. / М-во статистики и анализа Республики Беларусь. – Гомель, 2005. – 61 с.

*N.V. GODUNOVA*

### ***WAYS OF ECOLOGICAL PROTECTION OF UNDERGROUND WATERS AGAINST HARMFUL EFFECTS OF SUBJECTS TO WAREHOUSING AND WASTE DISPOSAL***

*The article is devoted to the problem of groundwater protection from the impact of consumption and production wastes. To protect groundwater from the impact of warehousing and disposal facilities, it is necessary to improve and improve the system of landfilling and storage of waste.*