

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛИТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ «ПОЛИГОН ТВЕРДЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ» В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

А.Н. Галкин, И.А. Красовская

Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»,
210038, Беларусь, г. Витебск, Московский пр-т, 33. E-mail: galkin-alexandr@yandex.ru

В настоящее время проблема обращения с твердыми промышленными отходами (ТПО), как и с коммунальными, в полной мере не решена ни в одной из стран мира, и в условиях роста экономики она остается на повестке дня XXI века. Как отмечал академик В.И. Вернадский, ни один биологический вид не может выжить в созданных им отходах. Поэтому удаление отходов – одна из насущных проблем человечества. Способ захоронения твердых промышленных отходов на специализированных полигонах, т.е. в геологической среде, является наиболее распространенным в мире, а в современных условиях Беларуси с экологических и экономических позиций – наиболее оптимальным способом удаления этих отходов. Размещаясь в геологической среде, полигоны часто вызывают кардинальные ее изменения, приводя нередко к негативным последствиям. Сокращение их возможно только при четком понимании процессов, развивающихся в сфере взаимодействия литотехнических систем (ЛТС) «Полигон ТПО».

Ежегодно в стране образуется более 25 млн т твердых отходов производства и потребления. Из них основная масса – около 88% – приходится на долю ТПО, 2% – на долю осадков промышленных сточных вод (ОПСВ), остальные 10% составляют коммунально-бытовые отходы. Складирование же ТПО осуществляется на 80 полигонах, занимающих площадь более 740 га [2, 4].

Промышленные твердые отходы весьма разнообразны по составу и происхождению. Номенклатура промышленных отходов включает около 800 наименований. Высокий удельный вес имеют отходы минерального происхождения: формовочная горелая земля литейных производств, фосфогипс, а также органические отходы производства вкусовых и пищевых продуктов, гидролизный лигнин и промышленный мусор [5].

На долю других видов промышленных отходов, наиболее разнообразных по составу, приходится 6% общего объема образования. Эта группа объединяет отходы, содержащие вещества всех классов опасности, образующиеся в относительно небольших количествах на предприятиях различных отраслей, что затрудняет возможность их селективного сбора и переработки. На предприятиях машиностроительного и химического профилей образуется большое количество шламов, в том числе гальванических – одного из наиболее опасных видов отходов. В процессе производства лакокрасочных, швейно-трикотажных, электротехнических изделий накапливаются отходы красок, лаков, эмалей, отработанных растворителей. Среди отходов легкой промышленности выделяются отходы кожевенного производства.

Уровень использования (утилизации) промышленных отходов в стране относительно невысок – около 16%. Однако этот показатель значительно различается для разных видов отходов. Практически не используется промышленный мусор (0,1%). Гидролизный лигнин утилизируется на 50,3%. Высокий уровень использования имеют отходы производства вкусовых и пищевых продуктов (84,2%). В последние годы несколько увеличился уровень утилизации токсичных отходов 1–4 классов опасности. Большая часть неиспользованных промышленных отходов удаляется на ведомственные полигоны и шламонакопители (94%), остальные вывозятся на полигоны твердых коммунально-бытовых отходов (4,7%), либо накапливаются на территории предприятий (0,7%) [4]. Общий объем неиспользованных накопленных на земной поверхности промышленных отходов ежегодно увеличивается. По состоянию на конец 2015 г. он составил около 32 млн т [6].

Функционирование ЛТС «Полигон ТПО» часто сопровождается формированием литохимических и гидрогеохимических полиэлементных аномалий, характеризующихся широкой ассоциацией элементов-загрязнителей, в составе которой преобладают опасные технофильные элементы [4]. Например, на участке размещения шламонакопителей и полей фильтрации Гродненского ОАО «Азот» грунтовые воды загрязнены сульфатами (1700 мг/дм^3), нитратами (182 мг/дм^3), нитритами ($3,0 \text{ мг/дм}^3$), аммонием (60 мг/дм^3). На полигоне ТПО Бобруйского гидролизного завода, где ежегодно складировается более 46 тыс. т отходов, в подземных водах на глубине 45 м обнаружено высокое содержание $\text{Mg}^{2+} - 77 \text{ мг/дм}^3$, $\text{Pb}^{2+} - 0,11 \text{ мг/дм}^3$, $\text{Fe}^{2+} - 3,6 \text{ мг/дм}^3$, $\text{Zn}^{2+} - 12,5 \text{ мг/дм}^3$ [3].

Такая же ситуация наблюдается и в отношении грунтов. Перечень основных веществ, загрязняющих грунты, включает тяжелые металлы, нефтепродукты, водорастворимые соединения – нитраты, сульфаты, хлориды и др. По обобщенным данным только в зонах влияния полигонов ТПО в стране площадь территорий с опасным уровнем загрязнения почв и других грунтов зоны аэрации оценивается в 1,02 тыс. га [4, 5].

Следует отметить, что подобные литохимических и гидрогеохимические аномалии способны не только возникать, но и трансформироваться, причем в течение довольно короткого времени и нередко с образованием более опасных соединений.

Подтверждением этому служат наши исследования в районе размещения Гомельского химического завода (ГХЗ). Завод функционирует с 1966 года, специализируется на выпуске фосфорных удобрений. Негативным следствием его работы явилось образование больших отвалов фосфогипса. Их складирование производится на открытый грунт без всяких защитных мероприятий. В настоящее время отвалы фосфогипса занимают площадь более 90 га, их высота превышает 100 м, а масса достигла 20 млн. т (рис.). В солевом составе отвалов 97,0–97,2% составляет гипс ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$), а 2,8–3,0% приходится на фосфаты железа и алюминия, ортофосфорную кислоту, фторсиликаты калия и натрия, фториды кальция [1].

Отвалы фосфогипса являются мощным и постоянно действующим источником поступления сульфатов в подземные воды. Под большим давлением из отвалов отжимается кислый раствор («рапа»), содержащий в максимально высоких концентрациях сульфаты, фосфаты, фториды. Этот раствор вместе с поверхностными стоками атмосферных осадков скапливается посреди отвалов, образуя техногенный водоносный горизонт, содержащий агрессивные сильноокислые минерализованные воды сульфатного, сульфатно-фосфатного и фосфатно-сульфатного натриевого состава. При полном отсутствии или незначительной мощности зоны аэрации загрязненные воды беспрепятственно поступают в грунтовый водоносный горизонт и в условиях нисходящей фильтрации внедряются в межпластовые воды зоны интенсивного водообмена, среди которых наиболее интенсивному техногенному загрязнению из-за небольших глубин залегания и недостаточной защищенности подверглись воды подморенного водоносного горизонта.

К настоящему времени в грунтовом водоносном горизонте под отвалами фосфогипса и цехами завода сформировалась зона загрязнения длиной более 3 км и шириной до 2 км (по изолинии минерализации воды $1,0 \text{ г/дм}^3$). При этом минерализация грунтовых вод составляет от менее 10 до 30 г/дм^3 и более, содержание сульфат-иона в загрязненных водах достигает свыше 14 ПДК, фосфатов – 7 ПДК, фтора – 48 ПДК [1].

Длительное складирование отвалов фосфогипса на территории химзавода, сульфатное загрязнение подземных вод, сильная коррозия металла и специфический запах в скважинах позволил нам сделать предположение о присутствии сероводородного загрязнения подземных вод (следует отметить, что, согласно мониторинговым наблюдениям до середины 1980-х годов, признаков сероводородного загрязнения грунтовых вод в районе ГХЗ не фиксировалось). С целью проверки предположения в 2008–2009 гг. были отобраны пробы воды из оборудованных на грунтовый водоносный горизонт скважин, расположенных непосредственно на отвалах фосфогипса (скважина № 19), заболоченных участках и вблизи шламонакопителя (скважины № 3, 32), а также находящихся за пределами отвалов (скважины № 4, 8, 13, 25, 35-1, 31, 151, 152, 156).

Для определения сероводорода в воде нами был предложен и апробирован новый метод, заключающийся в титровании проб воды водными растворами комплекса йода с поливиниловым спиртом. Комплекс имеет яркий синий цвет, не подвержен бактериальному разложению (в отличие от традиционного метода, где в качестве индикатора применяют крахмал) и может храниться в течение нескольких лет без изменения концентрации. При титровании проб воды комплексом, в точке эквивалентности происходит окрашивание раствора в синий цвет от одной капли титранта. При титровании аликвоты комплекса пробой воды, в точке эквивалентности происходит окрашивание раствора в голубой цвет. Для титрования проб воды применялся раствор с молярной концентрацией эквивалента йода $0,01 \text{ моль/дм}^3$ и концентрацией поливинилового спирта 9 г/дм^3 .

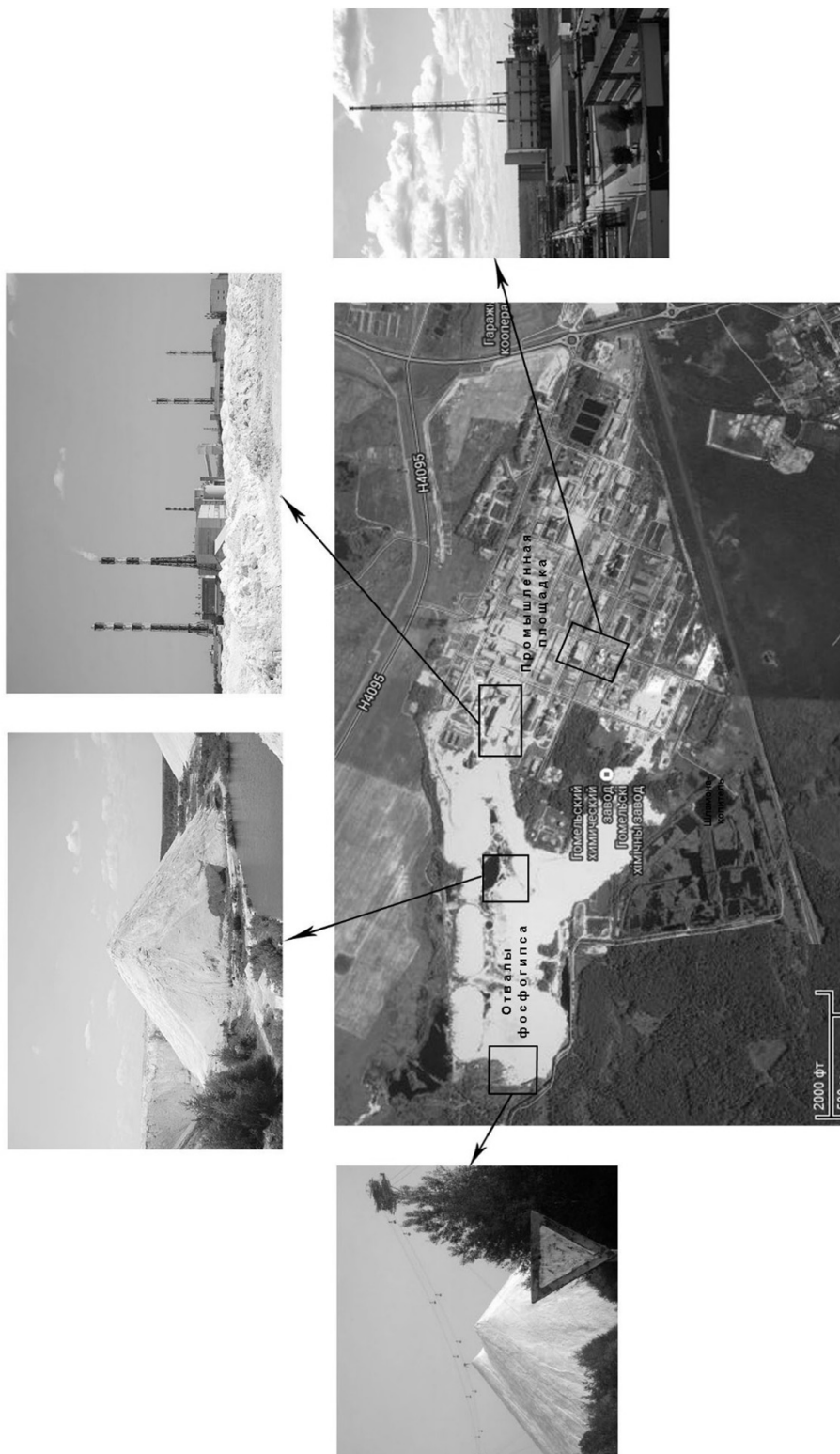


Рис. Вид участка размещения литотехнической системы «Полигон ТПО» в районе Гомельского химического завода.

По результатам анализов было установлено, что содержание сероводорода в грунтовых водах изменяется от 0,4 до 45,8 мг/дм³. Гидросульфид анионы находятся в подземных водах в количестве 0,3–2,3 мг/дм³. Максимальное суммарное содержание гидросульфидов и сероводорода наблюдается в скважинах, расположенных вблизи болота (№ 3) и особенно возле шламонакопителя (№ 32). Значительное количество сероводорода и гидросульфидов обнаружено в воде из скважины на отвалах фосфогипса (№ 19). Гораздо меньшее количество сероводорода и гидросульфид анионов присутствует в воде за пределами отвалов и промышленной площадки завода. Сульфид анионы в грунтовых водах не обнаружены, что объясняется кислой и близкой к нейтральной реакцией воды.

Таким образом, несмотря на то, что сероводород и сульфиды не являются типичными и постоянными компонентами грунтовых вод, при определенных условиях (например, в районах размещения отвалов химических производств) они могут накапливаться в подземной гидросфере в значительных количествах.

Литература

1. Жогло В.Г., Галкин А.Н. Мониторинг и управление состоянием подземных вод на водозаборах и экологически опасных объектах. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012.
2. Кудельский А.В., Поткин В.И., Лебедева Л.Д., Волкова Н.П. Вещественный состав и экотоксикологическая опасность свалок городских отходов // Докл. НАН Беларуси. 2001. Т. 45. № 6. С. 91-97.
3. Логинов В.Ф., Калинин М.Ю., Иконников В.Ф. Антропогенные воздействия на водные ресурсы Беларуси // Природные ресурсы. 1999. № 3. С. 23-38.
4. Природная среда Беларуси / под ред. В.Ф. Логинова. Минск: НООО «БИП-С», 2002.
5. Состояние окружающей среды Республики Беларусь: нац. доклад / под ред. М.Л. Амбражевич и др. Минск, Белтаможсервис, 2010.
6. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2015 г. / под общ. ред. С.Б. Мильнова. Минск, 2016.