

УДК 551.4 (476.13)

О. Б. МЕЖЕННАЯ, К. М. КЛЮЧИНСКАЯ

**ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ
ЛИТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ
ГОМЕЛЬСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
mezennaia-o@mail.ru karifyndel@mail.ru*

В статье рассматриваются особенности химического загрязнения земель предприятия промышленного комплекса на примере Гомельского химического завода, а также результаты оценки состояния грунтов. Приводятся сведения о выявленных загрязняющих химических веществ и элементах-доминантах в зонах размещения промышленных объектов.

Влияние промышленности на экологию огромна. Деятельность химических, энергетических и других заводов наносит серьезный вред окружающей среде. Промышленная литотехническая система изучает связь деятельности промышленности и природной среды. Исследуется то, как предприятие влияет на экологию близлежащих территорий. Любая техническая система не может существовать в отрыве от той среды, где она сооружена. В пространственную границу влияния литотехнической системы (ЛТС) входит зона проникновения техногенных воздействий в верхние слои литосферы, которые могут варьироваться в широких пределах, достигая глубины в 12 км [7].

При оценке последствий техногенных воздействий, совместное рассмотрение геологических и техногенных объектов подразумевает необходимость изучения ЛТС. Особенность функционирования, наиболее распространенных на территории Беларуси промышленных литотехнических систем, рассмотрено на примере Гомельского Химического завода [3].

Гомельский химический завод – ведущий белорусский производитель комплексных фосфорсодержащих минеральных удобрений функционирует с 1966 года. Негативным следствием работы предприятия является образование больших отвалов фосфогипса. Складирование фосфогипса производится на открытый грунт без всяких защитных мероприятий. В настоящее время отвалы фосфогипса занимают площадь более 500 га, их высота превышает 100 м, а масса достигла более 25 млн. тонн с ежедневным приростом примерно в 1000 тонн. Вследствие этого воздействия происходит минерализация подземных вод, токсичное загрязнение территорий на больших расстояниях. В солевом составе отвалов

97,0 – 97,2 % составляет гипс ($CaSO_4 \times 2H_2O$), остальное приходится на фосфаты железа, фосфаты алюминия, ортофосфорную кислоту (H_3PO_4) 0,5 – 1,5 %, фтор-силикаты калия и натрия, фториды кальция. Отвалы могут содержать мышьяк, стронций, уран и редкоземельные металлы [6].

Задачей данного исследования является получение данных о состоянии компонентов природной среды, необходимых для оценки воздействия на окружающую среду, с целью предотвращения, минимизации и ликвидации вредных и нежелательных последствий воздействия на экосистемы и человека, в частности.

Накопление загрязняющих веществ ведет к негативному воздействию почвоподобных тел на другие компоненты природной среды и окружающую среду в целом, и приводит к загрязнению грунтовых вод и наземных водоемов, кумуляции их в тканях и органах растений и животных. По пищевым цепям загрязняющие вещества могут попадать в организм человека и способствовать развитию патологических состояний различной этиологии. Особенно такая ситуация характерна для земель промышленности, для которых свойственны наибольшие уровни загрязнения. Именно промышленные предприятия являются источниками поступления в окружающую среду широкого спектра вредных веществ. Объем выбросов стал соизмерим с масштабами природных процессов миграции и аккумуляции различных соединений, что обуславливает возрастание научного интереса к проблеме загрязнения окружающей среды, а также выработки способов минимизации негативных последствий [2].

Порядок выполнения работ по дифференцированному *нормированию содержания химических веществ* в землях включает 5 этапов:

- отнесение химического вещества к одной из групп химических веществ;
- выбор значения фонового содержания для расчета приемлемого уровня;
- расчет приемлемого уровня для отдельных территорий;
- расчет пороговых значений для отдельных территорий и почв (грунтов) с разной буферностью;
- установление интервалов степени загрязнения земель (включая почвы) на основе пороговых значений [4].

1. В зависимости от наличия информации о фоновом содержании или установленных нормативов предельно допустимых концентраций химических веществ в землях: цинк, медь, никель, нефтепродукты, марганец, хром, свинец *относятся к группе 1 химических веществ* в соответствии с пунктом 5 ТКП 17.03-06-2019 [4].

2. *Выбор значения фонового содержания* зависит от наличия соответствующей информации по конкретному химическому веществу, согласно графы 4 таблицы А.1 Приложения А ТКП 17.03-06-2019 [4].

3. *Порядок расчета приемлемого уровня* для химических веществ группы 1 согласно 5.1.1 и 5.1.2 проводится по формуле 1 (таблица 1) в соответствии с пунктом 7.2 ТКП 17.03-06-2019 [4]:

$$P_y = \sqrt{C_{\text{фон}} \times C_{\text{пдк}}}, \quad (1)$$

где P_y – приемлемый уровень химического вещества, мг/кг;

$C_{\text{фон}}$ – значение фонового содержания химического вещества, мг/кг;

$C_{\text{пдк}}$ – предельно допустимые концентраций химического вещества в землях, мг/кг.

4. *Порядок расчета пороговых значений* грунтов с разной буферностью, установления интервалов степени загрязнения земель рассчитываются по формуле 2 (таблица 1) в соответствии с пунктом 8.1 ТКП 17.03-06-2019 [4]:

$$P_3 = P_y \times k \times K, \quad (2)$$

где $PЗ$ – пороговое значение, мг/кг;

P_y – приемлемый уровень, мг/кг;

k – коэффициент для отдельной территории [4, с.8];

K – коэффициент буферности почв (грунтов), равный для песчаных почв (грунтов) – 1,1, для супесчаных почв (грунтов) – 1,7, для суглинистых почв (грунтов) – 2,1, (использование коэффициента, равного 2,1, допускается также для глинистых почв (грунтов)).

Таблица 1 – Расчётные значения приемлемого уровня и расчётные пороговые значения для грунтов

Компонент	Расчётное значение приемлемого уровня мг/дм ³ .	Расчётное пороговое значение в песчаных грунтах, мг/дм ³
Цинк	45	199
Медь	16	70
Никель	10	46
Нефтепродукты	185	817
Марганец	521	2292
Хром	23	102
Свинец	23	99

5. На основании рассчитанных пороговых значений *устанавливаются интервалы по четырем степеням загрязнения земель* (таблица 2) в соответствии с пунктом 8.3 ТКП 17.03-06-2019 [4, с.6]:

- интервал от более 1 до 5 пороговых значений – низкая степень загрязнения;
- интервал от более 5 до 20 пороговых значений – средняя степень загрязнения;
- интервал от более 20 до 50 пороговых значений – высокая степень загрязнения;
- интервал более 50 пороговых значений – очень высокая степень загрязнения.

Проведение работ по отбору образцов грунтов осуществлялись для исследования степени загрязнения различными компонентами. Работы по отбору проб проводились на территории частично занятой навалами строительного мусора и отвалами фосфогипса. Глубина отбора осуществлялась до грунтовых вод. [5].

Лабораторные исследования грунтов по определению содержания сульфатов и хлоридов выполнены в соответствии с требованиями государственных стандартов и нормативно-методических документов *инженерно-геологической лабораторией ОАО «Гомельгеосервис»*.

Величины содержания в грунтах хлоридов в пересчёте на Cl⁻ составила 243,73-276,36 мг на 1 кг грунта (величина содержания в землях не нормируется). Концентрация содержания сульфатов в грунтах в пересчёте на SO₄²⁻ варьируется в пределах от 655,42 до 8092,46 мг на 1 кг грунта, при этом предельно-допустимая концентрация (ПДК) содержания в землях - 160 мг на 1 кг грунта [4].

Следовательно, степень загрязнения грунта сульфатами в пересчёте на SO₄²⁻ превышает количество ПДК в 4,1 – 50,6 раз.

Лабораторные исследования грунтов по определению содержания марганца, меди, никеля, свинца, хрома, цинка, нефтепродуктов, фосфора, нитратов, азота, фторидов, а так же лабораторные исследования подземных вод по определению содержания марганца, меди, никеля, свинца, хрома, цинка, нефтепродуктов, фосфора, нитратов, сульфатов, хлоридов, азота, фторидов выполнены в соответствии с требованиями государственных стандартов и нормативно-методических документов лабораторным отделом *ГУ «Гомельский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»*.

Величина содержания свинца и хрома составила <3 мг на 1 кг грунта при ПДК 6 мг на 1 кг грунта. Содержание никеля <2 мг на 1 кг грунта при ПДК 4 мг на 1 кг грунта. Величина содержания марганца <40 мг на 1 кг грунта при ПДК 100 мг на 1 кг грунта. Концентрация

нитратов колеблется в пределах от $48,4 \pm 3,6$ до $87,1 \pm 6,5$ мг на 1 кг грунта, где ПДК составляет 130 мг на 1 кг грунта. Содержание цинка в диапазоне от <10 до $11,0 \pm 0,9$ мг на 1 кг грунта при ПДК 37 мг на 1 кг грунта. Величина меди в грунтах составила от $3,3 \pm 0,4$ до $6,0 \pm 0,5$ мг при ПДК равном 3 мг на 1 кг грунта. Содержание нефтепродуктов варьируется от 299 ± 75 до 1317 ± 329 мг при ПДК 50 мг на 1 кг грунта.

Следовательно, величина содержания таких компонентов как свинец, марганец, цинк, никель, хром и нитраты не превышают уровень ПДК. Степень загрязнения грунта медью превышает содержание ПДК в $1,1 \pm 0,13$ - $2,0 \pm 0,17$ раз. Степень загрязнения нефтепродуктами превосходит ПДК в $5,98 \pm 1,5$ - $26,34 \pm 6,58$ раз.

Таким образом, на основании рассчитанных пороговых значений *устанавливаются интервалы по четырем степеням загрязнения земель* (таблица 2) в соответствии с пунктом 8.3 ТКП 17.03-06-2019 [4]:

Таблица 2 – Степень загрязнения образцов грунтов

Компонент	Номер скважины				
	1	4			
	Глубина отбора, м				
	0,0	0,0	0,5	1,0	2,0
Цинк	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Медь	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Никель	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Нефтепродукты	Отсутствует	Низкая	Низкая	Отсутствует	Отсутствует
Марганец	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Хром	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Свинец	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует

В зависимости от степени загрязнения земель в отношении загрязненной территории определяются и выполняются мероприятия в соответствии с экологическими нормами и правилами (выявление источников вредного воздействия на земли, минимизация поступления загрязняющих веществ в земли и т.д.) [7]. Изменения, происходящие в различных компонентах геологической составляющей рассматриваемой промышленной ЛТС, сопровождаются формированием литохимических и гидрогеохимических полиэлементных аномалий, характеризующихся широкой ассоциацией элементов-загрязнителей. Актуальными остаются вопросы расширенного взгляда на проблемы эксплуатации литотехнических систем, за счет учета их взаимодействия с геологической средой, свидетельствующих техногенных изменениях состояния геоэкологической составляющей этих систем, выраженных в виде различной степени загрязнения.

Таким образом, в техногенном комплексе отвалов фосфогипса и шламонакопителем на Гомельском химическом заводе грунты загрязнены медью (до 2 ПДК), сульфатами (до 51 ПДК) и нефтепродуктами (до 33 ПДК). В связи с ограниченностью распространения грунтов, загрязнённых данными компонентами, в качестве одного из вариантов по нейтрализации загрязнения можно предусмотреть смешивание загрязнённых грунтов с незагрязнёнными на территории площадки до концентрации, при которой загрязнение отсутствует. В глобальном плане, необходимо создать нормативно-методический документ, регламентирующий порядок обращения с химически загрязненными землями, который бы четко определил порядок работ по выявлению состояния земель, регулировал ответственность и действия землепользователей по снижению экологической опасности при использовании загрязнённых земель.

Список литературы

- 1 Галки, А.Н. Особенности функционирования литотехнических систем территории Белоруссии / А.Н. Галкин, В.А. Королев // Инженерная геология – № 4. – 2014. – С. 28–44.
- 2 Ересько, М.А. Оценка состояния земель/почв промышленных предприятий Республики Беларусь / М.А. Ересько, С.И. Кузьмин // Земля Беларуси – № 3. – 2011. – С. 24–31.
- 3 Трофимов, В.Т. Эколого-геологические системы и новая структура экосистемы / В.Т. Трофимов // Вестник московского университета. Серия 4: Геология – № 2. – 2009. – С. 48–52.
- 4 ТКП 17.03-06-2019 Охрана окружающей среды и природопользование. Земли. Порядок выполнения работ по дифференцированному нормированию содержания химических веществ в землях (включая почвы). – Введ. 01.05.19. – Минск: Минприроды – III, 2019 – 17 с.
- 5 Лавшук, А.Н. Технический отчёт об инженерно-геоэкологических изысканиях для объекта: «Возведение склада жидкого аммиака вместимостью 2000 т по ул. Химзаводская, 5, г. Гомель на ОАО «Гомельский химический завод» – Гомель, 2020 – 43 с.
- 6 Стёпин, С.Г. Исследование сульфидного загрязнения подземных вод / С.Г. Стёпин, А.В. Сурков, А.Н. Галкин // Вестник витебского государственного технологического университета. – № 2 (23). – 2012. – С. 119–124.
- 7 Шарапов, Р.В. Размышления об эколого-геологических системах / Р.В. Шарапов // Вестник тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. Том 18, выпуск № 3. – 2012. – С.918–922.

O. B. MEZHENNAYA, K. M. KLYUCHINSKAYA

ASSESSMENT OF THE DEGREE OF POLLUTION OF THE INDUSTRIAL LITHOTHECNICAL SYSTEM USING THE EXAMPLE OF THE GOMEL CHEMICAL PLANT

The article examines the features of chemical pollution of lands of an industrial complex on the example of the Gomel chemical plant, as well as the results of assessing the state of soils. Information about the identified polluting chemical substances and dominant elements in the zones of industrial facilities is given.