

Итог педагогических исследований за первый год показал, что, несмотря на различные параллели классов, учащиеся отвечали на вопросы анкетирования относительно одинаково. Последующие же два года исследований подтвердили, что на развитие интереса у школьников влияют такие факторы, как использование нестандартных методов контроля знаний (проверки домашнего задания в виде кроссвордов, реферативный вариант) и проведения урока, личностные и профессиональные качества учителя, применение по возможности мультимедийных комплексов, а также вовлечение в научно-исследовательскую деятельность.

Литература

1 Аршанский, Е. Я. Концептуальные подходы к развитию школьного химического образования в условиях современной образовательной среды / Е. Я. Аршанский, Ф. Ф. Лахвич, Г. С. Романовец // Современная образовательная среда: приоритетные направления развития: Материалы международной научной конференции : в 4 ч. – Ч. 2. – Минск, 2010. – С. 280.

2 Пуйман, С. А. Педагогика современной школы: ответы на экзаменационные вопросы / С. А. Пуйман. – Минск: ТетраСистемс, 2011. – 108с.

3 Пантелеева, С. М. Развитие интереса к химии у школьников средних и старших классов // С. М. Пантелеева, О. В. Шишова // Современное образование: преемственность и непрерывность образовательной системы «школа – университет»: сб. науч. статей / Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины. – Гомель, 2013. – С. 200–204.

УДК 502.12+543.242.3

И. С. Ющенко

СУЛЬФАТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ В РАЙОНЕ ГОМЕЛЬСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА

Статья посвящена изучению влияния работы Гомельского химического завода на геологическую среду, поскольку в пробах воды, взятых из скважин локального мониторинга на территории завода, обнаружено высокое содержание сульфатов, превышающие предельно допустимые концентрации в разы, что негативно сказывается на использовании их в хозяйственно-питьевых целях. В этой связи исследовано наличие сульфатов в грунтовых водах на территории промышленной площадки завода и за ее пределами.

Гомельский химический завод – это ведущий белорусский производитель комплексных фосфорсодержащих минеральных удобрений, который функционирует с 1966 года. Завод расположен на водоразделе рек Сож и Уза.

Территория, прилегающая к предприятию, представляет собой пологоволнистую местность. В южной части она заболочена, расчленена мелиоративными канавами и прудами, в северной – занята сельхозугодиями. Вблизи завода расположен ряд населенных пунктов: деревни Залипье, Рандовка, Восток, Прибор, Урицкое, Красное, Новая Буда, Борок, Красный Маяк и северо-западная окраина Гомеля с крупным водозабором «Юго-западный».

В гидрогеологическом отношении исследуемая территория представлена несколькими водоносными горизонтами и разделяющими их слабопроницаемыми слоями горных пород, в основании которых залегают выдержанные по мощности и простиранию

глины юры. В городе Гомеле, вблизи Гомельского химического завода находятся отвалы фосфогипса, которые представляют собой техногенные образования.

В настоящее время отвалы фосфогипса (рисунок 1) занимают площадь более 500 гектар, их высота превышает 100 м, а масса достигла более 25 миллионов тонн [1]. Из-за них происходит минерализация подземных вод, токсичное загрязнение территорий на больших расстояниях.

В солевом составе отвалов фосфогипса 97,0–97,2 % составляет гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), остальное приходится на фосфаты железа, фосфаты алюминия, ортофосфорную кислоту (H_3PO_4) 0,5–1,5 % , фторсиликаты калия и натрия, фториды кальция. Отвалы могут содержать мышьяк, стронций, уран и редкоземельные металлы [1].



Рисунок 1 – Отвалы фосфогипса Гомельского химического завода
[фото И. С. Ющенко, 10.04.2016]

Под большим давлением из отвалов отжимается кислый раствор («рапа»), содержащий в максимально высоких концентрациях сульфаты, фосфаты и фториды. Этот раствор вместе с поверхностными стоками атмосферных осадков скапливается посреди отвалов, образуя техногенный водоносный горизонт, содержащий агрессивные высококислые минерализованные воды сульфатного, сульфатно-фосфатного и фосфатно-сульфатного состава.

По состоянию на 01.10.2009 г. в грунтовом водоносном горизонте под отвалами фосфогипса и цехами завода сформировалась зона загрязнения, где ПДК по сульфатам превышает $0,5 \text{ г/дм}^3$ длиной 2,9 км и шириной до 1,7 км (рисунок 2).

При этом минерализация грунтовых вод составляет $8,3\text{--}31,5 \text{ г/дм}^3$, содержание сульфат-иона в загрязненных водах достигает по состоянию на 2009 г. $5,0 \text{ г/дм}^3$ и более, фосфатов – до $4,8 \text{ г/дм}^3$, фтора – до $1,1 \text{ г/дм}^3$ (таблица 1).

Максимальные содержания сульфатов прослеживаются в скважинах 5, 3, 19 и 7, которые расположены вблизи отвалов (рисунок 3). С увеличением расстояния от отвалов содержание сульфат-ионов в грунтовом водоносном горизонте уменьшается и уже на расстоянии не более 1 км значение сульфатов в водах не превышает предельно допустимой концентрации 500 мг/дм^3 .

Сульфиды, сернистые соединения и другие восстановленные формы серы не являются типичными и постоянными компонентами подземных вод. Однако при определенных условиях они могут накапливаться в подземной гидросфере в значительных количествах. Даже временное накопление большого количества сульфатов в подземных водах нежелательно, так как в случае превышения ПДК исключается использование воды для хозяйственно-питьевых нужд.

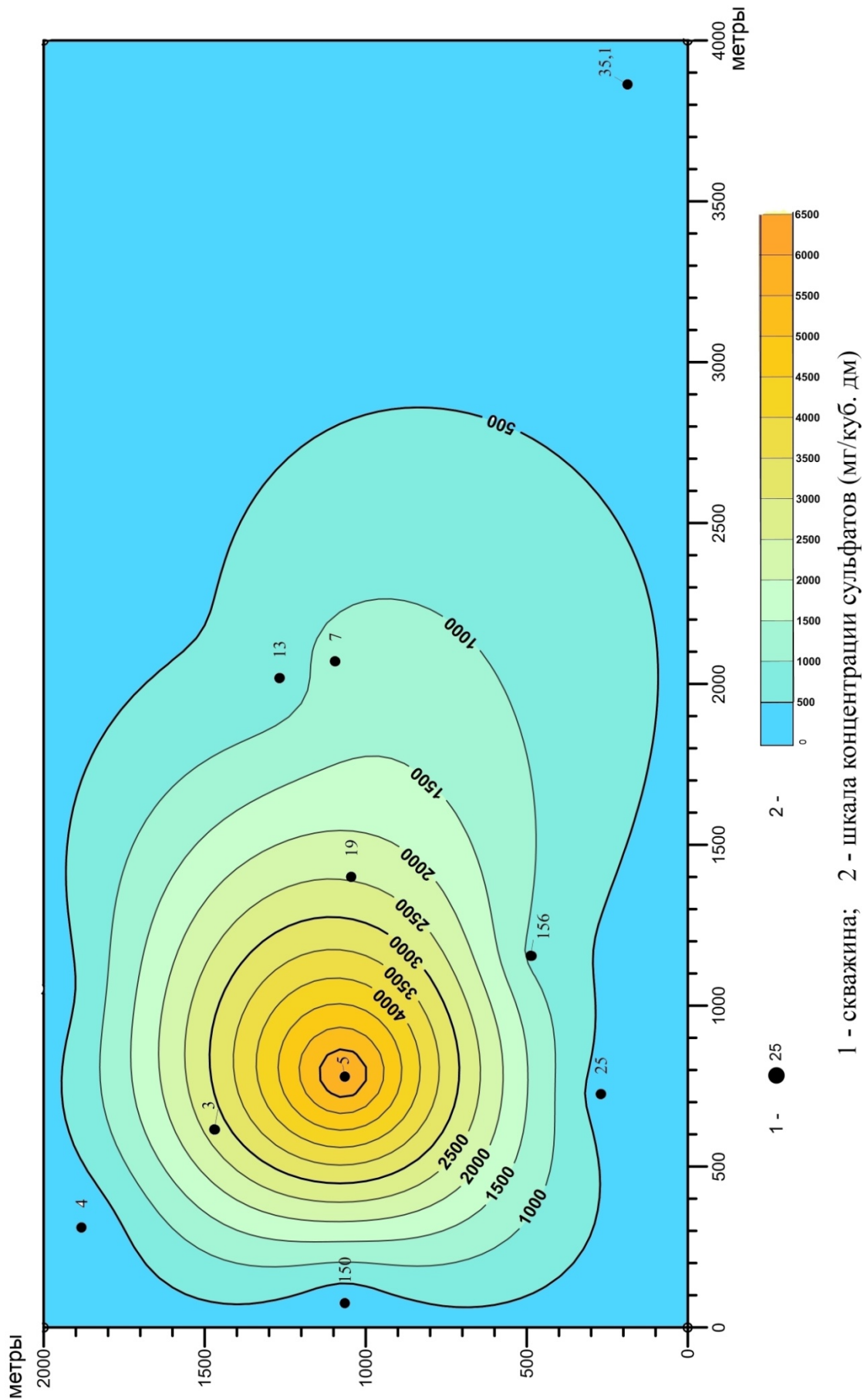


Рисунок 2 – Карта распределения сульфатов на территории Гомельского химического завода [составила И. С. Ющенко]

Таблица 1 – Содержание ионов в грунтовых водах на территории влияния Гомельского химического завода [материалы М. Г. Верутина]

Ион	Содержание в скважине, мг/дм ³									
	5	7	13	19	156	150	3	25	4	35-1
01.03.2009 г.										
SO ₄ ²⁻	5018,9	1681,2	520,3	1997,2	624,4	40,6	2039,0	255,7	30,5	29,24
F ⁻	1095,0	1,51	0,22	24,9	0,35	0,21	0,27	0,13	0,24	0,25
PO ₄ ³⁻	4387,5	7,7	0,02	250,0	0,01	0,06	0,29	0,02	0,04	0,02
01.05.2009 г.										
SO ₄ ²⁻	5087,5	1417,5	504,2	1840,2	633,2	35,4	2439,8	195,9	46,1	29,7
F ⁻	967,8	1,54	0,19	21,4	0,35	0,29	0,14	0,11	0,28	0,11
PO ₄ ³⁻	4763,0	8,55	0,02	278,5	0,01	0,03	0,29	0,04	0,02	0,01
01.08.2009 г.										
SO ₄ ²⁻	4476,7	1414,9	484,4	1833,5	610,5	32,4	3048,1	161,8	35,8	33,3
F ⁻	1073,1	1,81	0,46	22,8	0,38	0,27	0,24	0,11	0,31	0,19
PO ₄ ³⁻	4010,6	6,95	0,01	314,6	0,01	0,02	0,20	0,01	0,06	0,03
01.10.2009 г.										
SO ₄ ²⁻	6166,8	1285,5	618,5	2452,7	880,2	37,3	2719,3	256,3	30,6	28,1
F ⁻	1046,0	1,62	0,27	25,1	0,3	0,54	0,45	0,1	0,55	0,18
PO ₄ ³⁻	4282,2	6,3	0,04	392,0	0,01	0,06	0,17	0,01	0,02	0,06

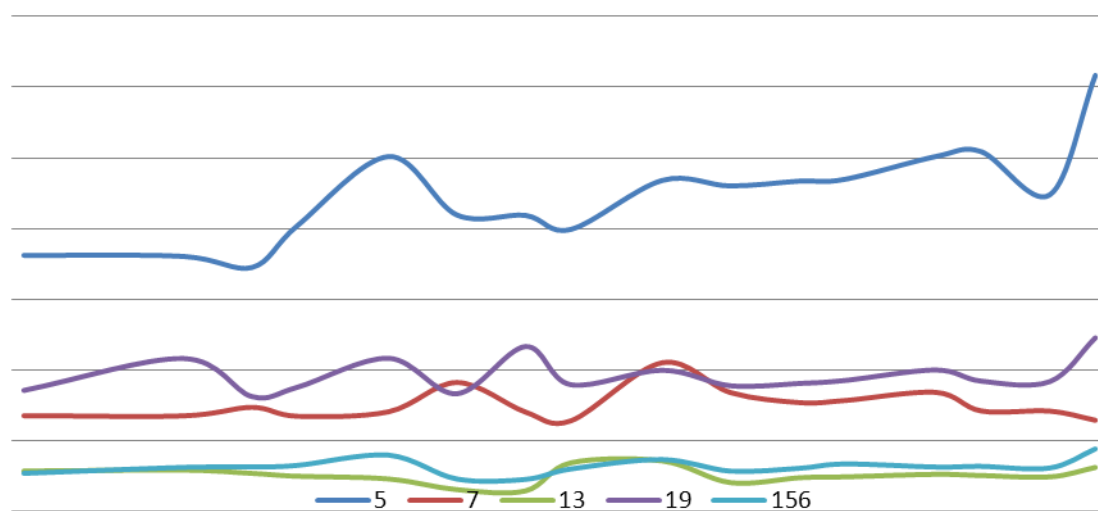


Рисунок 3 – График изменения содержания сульфатов (мг/дм³) в грунтовых водах на территории Гомельского химического завода [составила И. С. Ющенко]

Высокое содержание сульфатов подтверждают экспериментальные исследования образцов отобранных в окрестностях Гомельского химического завода, водные вытяжки которых содержат более 500 мг/дм³ сульфат-ионов. Это свидетельствует о том, что отвалы фосфогипса являются негативным следствием работы предприятия и влияют на гидрогеохимический состав грунтовых вод как на территории самого отвала, так и в прилегающей территории.

В связи с этим наблюдения за содержанием в воде сульфатов, а так же других не менее важных компонентов, таких как фосфаты, хлориды и фториды необходимы при изучении гидрогеохимического режима подземной гидросферы на территории самого завода и прилегающих участках.

Для уменьшения отрицательного воздействия отвалов фосфогипса на окружающую среду разработаны способы извлечения из них редкоземельных элементов. После извлечения из гомельского фосфогипса редкоземельных металлов, фосфора, фтора и при условии отсутствия в нем различных кислот он может использоваться для производства различных вяжущих. Предполагается, что они будут самой массовой продукцией Гомельского химзавода. При работе на полную мощность завод производит 292 000 т фосфорных удобрений, одновременно ежегодно образуется 432 000 т отходов фосфогипса. В случае запуска предлагаемой технологии будет возможно производить 305 000 т вяжущих и стройматериалов на их основе. В том числе перегородочные плиты пазогребневой конструкции, гипсоволокнистые подоконные доски, декоративные звукопоглощающие элементы и мраморовидные плиты [2, с. 79–80].

Литература

1 Стёпин, С. Г. Исследование сульфидного загрязнения подземных вод / С. Г. Стёпин, А. В. Сурков, А. Н. Галкин // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2012. – № 23. – 119 с.

2 Товажнянский, Л. Л. Комплексная переработка фосфогипса с извлечением редкоземельных элементов / Л. Л. Товажнянский. – Харьков, 2008. – 81 с.