

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА
«НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ»**



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ

**СБОРНИК СТАТЕЙ XI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
СОСТОЯВШЕЙСЯ 5 ФЕВРАЛЯ 2020 Г. В Г. ПЕНЗА**

**ПЕНЗА
МЦНС «НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ»
2020**

УДК 001.1
ББК 60
С56

Ответственный редактор:
Гуляев Герман Юрьевич, кандидат экономических наук

С56

СОВРЕМЕННАЯ НАУКА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ: сборник статей XI Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2020. – 238 с.

ISBN 978-5-00159-272-3 Ч. 1

ISBN 978-5-00159-271-6

Настоящий сборник составлен по материалам XI Международной научно-практической конференции **«СОВРЕМЕННАЯ НАУКА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ»**, состоявшейся 5 февраля 2020 г. в г. Пенза. В сборнике научных трудов рассматриваются современные проблемы науки и практики применения результатов научных исследований.

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законодательства об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

Полные тексты статей в открытом доступе размещены в Научной электронной библиотеке Elibrary.ru в соответствии с Договором №1096-04/2016К от 26.04.2016 г.

УДК 001.1
ББК 60

© МЦНС «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020
© Коллектив авторов, 2020

ISBN 978-5-00159-272-3 Ч. 1

ISBN 978-5-00159-271-6

УДК 502.5/8 : 504.06

ФИТОТОКСИЧНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ВАНАДИЕВОГО ШЛАКА, ЗАХОРОНЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЛОВСКОЙ ГОРОДСКОЙ СВАЛКИ ТБО

КРЮКОВ ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧд.б.н, профессор
ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ»**ЛАКТЮШИНА НАДЕЖДА ВАСИЛЬЕВНА**

преподаватель

КОСАЧ АННА ВЛАДИМИРОВНАучащаяся
АНО СОШ «Леонардо»

Аннотация: В работе приведены результаты анализа фитотоксичности гипсового шлама, 25000 тонн которого захоронены на орловской городской свалке ТБО. Водные вытяжки из гипсового шлама статистически достоверно снижали всхожесть семян, длину первичных корней и длину стеблей 5-дневных проростков проса, (*Panicum miliaceum* L.) и кресс-салата (*Lepidium sativum*). Гипсовый шлам поступил на свалку от ОАО «ЕВРАЗ Ванадий Тула» под видом «композиции известково-гипсовой» (КИГ), предназначенной для изолирования масс ТБО. КИГ содержит 3,69 % (по массе) пентаоксида ванадия, являющегося токсикантом, мутагеном и канцерогеном. Учитывая его долю в КИГ, можно предположить, что на территории орловской городской свалки ТБО находится около 920 тонн пентаоксида ванадия. Свалка ТБО не имеет каких либо инженерных защитных сооружений. Обсуждается потенциальная опасность существующей ситуации для окружающей среды и здоровья населения.

Ключевые слова: пентаоксид ванадия, фитотоксичность, просо, кресс-салат, охрана окружающей среды, здоровье населения.

PHYTOTOXICITY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS OF THE VANADIUM SLAG PROCESSING WASTE, DISPOSED AT THE OREL DAMP OF MSW

**Kryukov Vladimir Ivanovich,
Laktyushina Nadezhda Vasilievna,
Kosach Anna Vladimirovna**

Abstract: The paper presents the results of the analysis of the gypsum sludge phytotoxicity, 25,000 tons of which are buried in the Orel city landfill. Water extracts from this gypsum sludge statistically significantly reduced seed germination, the length of primary roots and the length of the stems of 5-day-old seedlings of millet, (*Panicum miliaceum* L.) and watercress (*Lepidium sativum*). Gypsum sludge was sent to Orel landfill from

“EVRAZ Vanadium Tula” OJSC under the guise of a “lime-gypsum composition” and was intended to isolate the mass of the solid waste. The lime-gypsum composition contains 3.69% (by weight) of vanadium pentoxide, which is a toxicant, mutagen and carcinogen. The calculations suggest that about 920 tons of vanadium pentoxide are located on the territory of the Orel city landfill. The landfill does not have any protective structures. The article discusses the potential danger of the existing situation to the environment and health.

Key words: vanadium pentoxide, phytotoxicity, millet, watercress, environmental protection, public health.

Введение

Интенсивная урбанизация населения России и рост потребления им фасованной в одноразовую пластиковую упаковку продукции приводит к образованию всё возрастающего количества твёрдых бытовых отходов (далее сокращённо – ТБО). Развитие технологий переработки бытового мусора и, особенно, темпы ввода в строй перерабатывающих ТБО предприятий в России существенно отстают от хозяйственных потребностей. Не переработанные ТБО следует захоранивать на специально оборудованных полигонах, подготовленных в соответствии с определёнными строительными нормами и гигиеническими требованиями. [1-3]. Однако во многих случаях такая подготовка полигонов не выполняется и ТБО сбрасывают на ординарных свалках, занимающих огромные территории. Такие необорудованные свалки рождают комплекс сложных проблем природоохранного, санитарно-гигиенического и социального характера. Контроль ввозимых на такие свалки отходов обычно слаб или полностью отсутствует, что даёт возможность некоторым предприятиям использовать их для захоронения производственного мусора и даже промышленных отходов. Подобные события приводят к тому, что разрастающиеся пригороды мегаполисов занимают территории, оказывающиеся загрязнённые радиоактивными или токсичными веществами [4, 5]. В ряде случаев промышленные отходы оказываются на городских свалках в результате неграмотных, а порой и преступных решений управленцев, ответственных за организацию таких свалок бытовых и промышленных отходов. Орловская городская свалка ТБО является примером такого захоронения в массе ТБО 25 тыс. тонн отходов переработки ванадийсодержащего шлака в пентаоксид ванадия, представляющие собой гипсовый шлам, переименованный в «композицию известково-гипсовую» (далее сокращённо – КИГ) и проданные ОАО «ЕВРАЗ Ванадий Тула» орловскому ЗАО «ОПЭК» как изолирующий материал на полигонах хранения ТБО. Внутри массива ТБО содержащийся в гипсовом шламе пентаоксид ванадия стал трансформироваться в водорастворимые формы. В результате в канавах со стоками дождевых и талых вод концентрация ванадия превышает ПДК в 58 раз [6, 7]. Результаты проверки правовых оснований для захоронения КИГ на орловской городской свалке ТБО привели к возбуждению судебного разбирательства, решение которого требовало извлечение и вывоз всех 25 тыс. тонн КИГ с территории свалки. Однако решение суда не выполнено и токсиканты, содержащиеся в КИГ продолжают поступать в окружающую среду. По каким-то причинам потенциальная опасность 25 тысяч тонн КИГ в черте областного города с населением в 350 тыс. человек и лежащих под открытым небом в водосборе реки Рыбницы, являющейся притоком реки Оки, не занимает внимание орловских природоохранных ведомств и волнует только членов общественных природоохранных организаций. Именно по просьбе одной из таких организаций был выполнен комплекс токсикологических и генетических исследований КИГ.

В данной публикации приведены первые результаты анализа фитотоксичности водных вытяжек КИГ с целью определения степени опасности для растений фильтратов и стоков с захороненных на городской свалке 25 тысяч тонн отходов ванадиевого производства.

Материалы и методы

Исследуемым фактором служила водная вытяжка из КИГ. Образцы КИГ были собраны на территории орловской городской свалки ТБО. В качестве контроля использовали: а) дистиллированную воду и б) водную вытяжку из садовой почвы, образец которой был взят на юго-западной окраине г. Орла (садовое товарищество «Дружба»). Для получения водных вытяжек навески по 250 г КИГ и почвы заливали 500 мл дистиллированной воды, размешивали на магнитной мешалке в течение 1 часа и оставляли на сутки для отстаивания. Отстоянные и профильтрованные водные вытяжки использовали для за-

мачивания семян растений тестерных видов. Материалом для анализа служили семена проса (*Panicum miliaceum* L.) сорта «Квартет» и кресс-салата (*Lepidium sativum*) сорта «Весенний». Для изучения фитотоксичности вытяжек и их влияния на развитие проростков растений применяли лабораторный вегетационный рулонный метод [8]. На полиэтиленовую ленту 15×100 см. укладывали ленту фильтровальной бумаги и смачивали её одной из трёх анализируемых жидкостей. По 55±5 семян тестерных растений размещали на полосе фильтровальной бумаги. После укладки семян полиэтиленовую ленту вместе с фильтровальной бумагой заворачивали в рулон и помещали вертикально в химические стаканы. Стаканы для предотвращения высыхания бумаги в рулонах затягивали полиэтиленовой плёнкой и устанавливали в термостат. Семена растений проращивали в темноте в течение 5 суток при температуре 25±0,5. По истечении этого срока рулоны разворачивали, измеряли длины первичного корня и стебля каждого проростка и подсчитывали число не проросших семян. Анализы фитотоксичности вытяжек и контрольные анализы выполнены в 3-кратных повторностях. Результаты трёх повторностей каждого анализа сравнивали между собой. При отсутствии статистически достоверных различий между ними повторности объединяли в одну выборку. Для каждого вида растений результаты измерений длин первичных корней и стеблей растений, выросших на водной вытяжке из КИГ, сравнивали с аналогичными измерениями проростков, развивавшихся на дистиллированной воде и вытяжке садовой почвы. Сравнение проводили с помощью критерия Стьюдента, используя компьютерную программу «Statistica 6.0» Достоверность различий во всхожести семян определяли, используя ϕ -преобразование частот и U-критерий Фишера [9, с 166].

Результаты и обсуждение

Известно, что токсичные для растений вещества могут снижать всхожесть семян и интенсивность развития проростков. Это свойство положено в основу ряда методов биоиндикации химического загрязнения природных экосистем. В выполненном эксперименте анализ всхожести семян показал (табл. 1), что в дистиллированной воде и почвенной вытяжке всхожесть семян проса составила 80,7 и 81,3 %, соответственно. Всхожесть семян проса в вытяжке из КИГ была ниже (74,7 %) и различия этой величины с контрольными величинами статистически достоверны при $P \leq 0,05$. Аналогичную картину наблюдали при анализе всхожести семян кресс-салата. В дистиллированной воде и почвенной вытяжке всхожесть семян кресс-салата была равной 90,3 и 92,8 %, соответственно, в то время как всхожесть семян кресс-салата в вытяжке из КИГ составила всего 85,3 % и статистически достоверно отличалась от контрольных величин при $P \leq 0,05$ и $P \leq 0,001$, соответственно. Обращает на себя внимание более высокая всхожесть семян проса и салата в почвенных вытяжках по сравнению со всхожестью в дистиллированной воде. Вероятным объяснением наблюдаемого явления может быть минеральный состав почвенной вытяжки, благоприятствующий прорастанию семян по сравнению с условиями их прорастания в дистиллированной воде.

Таблица 1

Лабораторная всхожесть семян в воде и водных вытяжках из композиции известково-гипсовой (КИГ) с полигона ТБО и садовой почвы

Вариант	Замочено семян, шт.	Число проросших семян, шт.	Число не проросших семян, шт.	Лабораторная всхожесть, %	Уровень значимости различий с КИГ-вариантом
Просо					
КИГ	158	118	40	74,7	–
Вода	151	121	30	80,7	$P \leq 0,05$
Почва	150	122	28	81,3	$P \leq 0,05$
Кресс-салат					
КИГ	157	134	23	85,3	–
Вода	154	139	15	90,3	$P \leq 0,05$
Почва	152	141	11	92,8	$P \leq 0,001$

Измерение длины корней у проростков проса и кресс-салата показало, что водная вытяжка из КИГ существенно и статистически достоверно угнетала рост корней растений обоих видов (табл. 2).

Таблица 2

Влияние разных условий прорастания на длину корня тестерных растений

Вариант	Размер выборки	lim, мм		Средняя длина корней $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, мм	Коэффициент вариации C_v , %	Стандартное отклонение, σ	Различия с вариантом КИГ
		min	max				
Просо, корни							
Вода	121	19	116	63±2	34	20,3	P≤0,05
Почва	122	10	120	68±3	42	10,5	P≤0,05
КИГ	118	10	99	57±2	44	11,8	
Кресс-салат, корни							
Вода	139	10	114	60±3	37	10,5	P≤0,001
Почва	141	11	117	68±3	37	11,3	P≤0,001
КИГ	134	10	81	43±3	38	11,8	

Такое же действие компонентов водных вытяжек было обнаружено на рост стеблей. У растений, которые развивались в водной вытяжке из КИГ, стебли были статистически достоверно короче, чем у растений двух контрольных выборок, проращиваемых в почвенной вытяжке и дистиллированной воде (табл. 3).

Таблица 3

Влияние разных условий прорастания на длину стебля проростков

Вариант	Размер выборки	lim, мм		Средняя длина стеблей $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, мм	Коэффициент вариации C_v , %	Стандартное отклонение, σ	Различия с вариантом КИГ
		min	max				
Просо, стебли							
Вода	121	10	120	83±2	32	26	P≤0,001
Почва	122	10	120	87±3	37	32	P≤0,001
КИГ	118	9	115	68±2	36	25	
Кресс-салат, стебли							
Вода	139	8	86	45±3	36	16	P≤0,01
Почва	141	11	101	46±3	35	16	P≤0,001
КИГ	134	8	73	40±3	34	13	

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о фитотоксичности образцов КИГ, собранных на территории орловского городского полигона ТБО.

Полученные нами результаты согласуются с ранее опубликованными сведениями о существенном торможении образования корней у лука *Allium cepa* и овса *Avena sativa* водными вытяжками КИГ [10, 11]. Вместе с тем биотестирование КИГ, ранее выполненное сотрудниками Лаборатории Орловского филиала ЦЛАТИ по ЦФО, токсических эффектов не обнаружило. Причиной различий в результатах может быть либо токсическая неоднородность завозимого на полигон материала, либо локальное изменение химического состава КИГ за время захоронения под влиянием условий захоронения и погоды.

Обнаружена сильная токсичность водных вытяжек из КИГ для рыб. Это было установлено в экспериментах, ставящих целью изучение мутагенности компонентов КИГ для рыб. Результаты этих исследований будут опубликованы вслед за этой статьёй. Ещё ранее была установлена токсичность водных вытяжек для гидробионтов (*Daphnia magna* Straus) [10].

Полученные нами результаты подтверждают остроту рассматриваемой экологической проблемы

г. Орла, не решаемую уже на протяжении нескольких лет и которая заключается в следующем.

Полигоны ТБО – это высокотехнологичные объекты, которые должны отвечать определённым требованиям экологической безопасности и нормам федерального законодательства. Территория окраины г. Орла, на которой с начала 1970-х годов складировали городские ТБО, не значится в государственном реестре объектов размещения отходов (ГРОПО) и, следовательно, не имеет официального статуса полигона. Эта свалка ТБО, не имела даже проектно-сметной документации, и рассматриваться как полигон ТБО не может. В 2015-2017 гг. на территории этой свалки ЗАО «ОПЭК» (оно является арендатором земель, на которых находится свалка) выгрузило 25 тыс. тонн КИГ, которая представляет собой побочный продукт производства пентаоксида ванадия, вырабатываемого в ОАО «ЕВРАЗ Ванадий Тула» из отходов переработки ванадийсодержащей руды поставляемых ОАО «Нижнетагильский металлургический комбинат».

Пентаоксид ванадия является промежуточным продуктом для производства феррованадия, который применяют как легирующий элемент в сталях и сплавах. Также пентаоксид ванадия используют в производстве катализаторов для химической промышленности, вводят в состав стекла, красителей и люминофоров. Большая часть пентаоксида ванадия в России производится на двух предприятиях: ОАО «Чусовской металлургический завод» и «ЕВРАЗ Ванадий Тула». Производство пентаоксида ванадия в «ЕВРАЗ Ванадий Тула» осуществляется в гидрометаллургическом цехе, работающем по кальций-серноокислотной технологии переработки конвертерных шлаков. В СМИ есть сведения, что 2016 году ОАО «ЕВРАЗ Ванадий Тула» произвело более 9800 mtv (метрических тонн ванадия) ванадиевых продуктов.

Перед завозом КИГ на орловскую свалку ТБО ОАО «ЕВРАЗ Ванадий Тула» представило результаты анализ этой химической композиции, но химический контроль завозимого материала не проводили. Поскольку размещение на территории свалки КИГ нарушило экологическое законодательство РФ, и было совершено без оценки возможной опасности этих отходов для атмосферы, поверхностных и подземных вод, а также для здоровья населения. На этом основании Орловская природоохранная межрайонная прокуратура предъявила ЗАО «ОПЭК» иск на оплату нанесённого окружающей среде ущерба. Следственными органами было возбуждено уголовное дело по ч.1 ст.247 УК РФ (нарушение правил обращения экологически опасных веществ и отходов). Решением суда ЗАО «ОПЭК» обязан был вывезти все 25 тыс. тонн КИГ с орловской городской свалки ТБО и разместить на специальном полигоне в течение месяца после вступления решения суда в законную силу [12]. Однако в январе 2020 года эти отходы ванадиевого производства продолжают оставаться на свалке. Для того чтобы понять остроту существующей экологической проблемы с КИГ на свалке необходимо охарактеризовать природу и биологическую опасность этой самой КИГ.

В процессе переработки ванадийсодержащей руды на Нижнетагильском металлургическом комбинате образуется побочный продукт – ванадиевый шлак, который имеет следующий химический состав (в %): 24,3 V_2O_5 ; 1,8 CaO; 13,8 MnO; 12,8 SiO_2 ; 8,4 TiO_2 ; 4,1 Cr_2O_3 ; 1,8 MgO; 0,019 P; 15-30 металловключения [13]. Нижнетагильский ванадиевый шлак везут в ОАО «Тула Ванадий», т.к. он является сырьём для производства пентаоксида ванадия (V_2O_5). Основные этапы переработки ванадиевого шлака таковы: измельчение, обжиг с реакционными добавками для перевода ванадия в легко растворимую форму, выщелачивание продукта обжига, осаждение ванадия из раствора в виде пентаоксида, ванадата или поливанадата аммония. Выщелачивание ведут в два этапа: вначале выполняют слабокислотное выщелачивание, а затем доизвлечение ванадия на фильтре. Общее извлечение ванадия из шлака в товарный продукт составляет около 75-80 % [14]. Подчеркнём то, что 20-25% пентаоксида ванадия остаётся в гипсовом шламе.

При обработке продуктов выщелачивания известковым молоком, образуются кислые сточные воды. Их нейтрализацию выполняют в два этапа. В результате чего образуются отходы 2-х видов, условно названные железосодержащим концентратом (ЖСК, ТУ 0798-005-12462473-2005) и композицией известково-гипсовой (КИГ, ТУ 5744-002-12462473-2004). По сути КИГ – это промышленный отход производства пентаоксида ванадия, в металлургии называемый гипсовым шламом [15, с.67-70], который маркетологи ОАО «ЕВРАЗ Ванадий Тула» называли «композицией известково-гипсовой» и реализуют как «продукт» для производства строительных материалов и изоляции ТБО. Сам осадок известкования как отход отне-

сён к IV классу опасности для окружающей природной среды (т.е. малоопасен, низкая степень вредного воздействия; код Федерального классификационного каталога отходов 316 000 00 00 00 0). Однако в этом «продукте» пентаоксида ванадия так много, что специалисты рассматривают его как промышленное сырьё и разработали безотходную технологию, позволяющую из каждой тонны КИГ получать более 10 кг пентаоксида ванадия, 128 кг соединений марганца и ряд других компонентов [15].

Первоначально КИГ (т.е. гипсовый шлам) складировали на территории шламонакопителей ОАО «ЕВРАЗ Ванадий-Тула». На его балансе находятся два шламонакопителя феррованадиевого производства, на которые отсутствует необходимая лицензия и которые, по мнению тульских экологов, не соответствуют никаким нормам. Со временем девать отходы стало просто некуда. Виртуозным выходом из положения стало превращение гипсового шлама (промышленного отхода) в «продукцию», которую начали продавать под торговой маркой КИГ [16] и складировать на городских свалках ТБО. Управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) по Тульской области в июле 2014 судилось с «ЕВРАЗ Ванадий Тула», предполагая, что во втором квартале 2013 г. под видом КИГ на тульские полигоны ТБО был вывезен отход – осадок известкования (плазмованадий, он же – гипсовый шлам) IV класса опасности в количестве 40,4 тыс. тонн. Суд не согласился с Управлением Росприроднадзора по Тульской области, чем позволил «ЕВРАЗ Ванадий Тула» сэкономить 177 млн. рублей платы за нанесение окружающей среде экологического вреда [17].

Бдительность Управления Росприроднадзора по Тульской области заставило «ЕВРАЗ Ванадий Тула» искать другие места захоронения гипсового шлама. И оно нашло его на территории Орловской городской свалки ТБО «в лице» ЗАО «ОПЭК». Так на окраине Орла оказалось 25 тыс. тонн гипсового шлама, в маркетинговых целях названного КИГ. Химический состав образцов гипсового шлама, называемого композицией известково-гипсовой, производимой «ЕВРАЗ Ванадий Тула» таков (% по массе): SiO_2 – 2,22; CaO – 37,14; SO_3 – 33,11; MnO – 17,67; V_2O_5 – 3,69; Fe_2O_3 – 0,714; Al_2O_3 – 0,313; MgO – 4,04; Na_2O – 0,191 [11]. По данным [15] массовая доля V_2O_5 в КИГ может варьировать в пределах 1,4-4,0%. Поскольку на территорию Орловской городской свалки ТБО выгружено 25 тыс. тонн гипсового шлама, то 3,69% от этой массы составят 922 тонны. Таким образом, на окраине города Орла, в массе ТБО находится 922 тонны пентаоксида ванадия.

Ванадий и все его соединения токсичны. Пентаоксид ванадия (V_2O_5) – неорганическое соединение, слаборастворимое в воде (0,07 г/л при 25°C), но хорошо растворяющееся в щелочах и кислотах. Взаимодействуя со щелочами, пентаоксид ванадия даёт растворимые соли. Полулетальной дозой пентаоксида ванадия для мышей при внутрибрюшинном введении указана величина 23,4 мг/кг, но метаванадат натрия при внутрибрюшинном введении вызывает 100 %-ную гибель мышей при дозе всего 18,3 мг/кг. Полулетальная доза пентаоксида ванадия для крыс при пероральном введении составляет 10 мг/кг. Для человека смертельной дозой будет примерно 1 грамм пентаоксида ванадия. В меньших дозах пентаоксид ванадия при вдыхании, или попадании в пищеварительный тракт поражает дыхательную систему, тормозит синтез жирных кислот, подавляет образование холестерина, ингибирует ряд ферментов, тормозит синтез АТФ, снижает уровень коферментов А и Q. Соединения ванадия в аэрозольной форме быстро абсорбируются через лёгкие и кожу. Например, пыль пентаоксида ванадия в концентрации 10 мг /м³ вызывает острую интоксикацию организма всего за несколько часов. Поэтому ПДК пентаоксида ванадия в рабочей зоне составляет 0,5 мг/м³, что вдвое меньше ПДК хлора. Когда бытовые отходы на орловской городской свалке возгораются (а это происходит ежегодно), с дымом сгорающего мусора в атмосферу могут подниматься аэрозольные частицы КИГ. Замеров содержания пентаоксида ванадия в Орле не проводится даже в периоды интенсивного горения свалки ТБО. Помимо токсических свойств пентаоксид ванадия проявляет мутагенные и канцерогенные свойства.

Кислотность (рН) водной вытяжки из КИГ варьирует от 10,7 до 12,4 в зависимости от сроков выдержки в шламохранилище [11]. Поэтому помимо прямой опасности пентаоксида ванадия, массовая доля которого в КИГ составляет 3,69%, её высокая кислотность также представляет угрозу для подземных вод, т.к. неизвестно, какие отходы были захоронены на свалке за прошедшие 50 лет и как на них может повлиять высокая кислотность КИГ-фильтрата. Сильнокислые фильтраты КИГ могут реагировать с некоторыми, ранее нерастворимыми веществами, превращая их в токсичные компоненты. Токсичность водных

вытяжек из КИГ для гидробионтов и растений была доказана сотрудниками Белгородского госуниверситета ещё в 2012 году. Тогда же ими было отмечено, что присутствие растворимых токсичных компонентов в КИГ при её дальнейшем использовании в качестве рекультивационных материалов требует обеспечение высокой степени инженерной защиты почвы и подземных вод от проникания в них загрязняющих веществ [10]. По этой причине КИГ (гипсовый шлам) не мог рассматриваться как изолирующий материал для орловской городской свалки, т.к. она не имеет никакой инженерной защиты ни подземных, ни поверхностных вод. Следовательно, этот фильтрат может попадать и в почву близлежащих территорий, и в поверхностные водотоки, и в подземные водоносные слои. Частные жилые дома находятся лишь в 300 метрах от границы свалки, и в этих домах нет центрального водоснабжения. Население использует колодезную воду из верхних водоносных слоёв, угроза загрязнения которыми свалочными фильтратами очень велика. В докладе Уполномоченного по правам человека в Орловской области А.А. Лабейкина [18, с. 248, 285] отмечено, что 25 тысяч тонн гипсового шлама, захороненного на орловской городской свалке, представляет опасность для здоровья населения Орла и ущемляет право граждан на благоприятную окружающую среду, установленное ст. 42 Конституции РФ. Это послужило основанием для обращения депутата Орловского горсовета Е. Косогова к Президенту РФ [19]. Однако решить эту проблему всё равно придётся силами городской и областной администраций.

Выводы

1. Двадцать пять тысяч тонн гипсового шлама, являющегося отходом производства пятиоксида ванадия и захороненных орловским ЗАО «ОПЭК» на городской свалке, могут содержать около 920 тонн пентаоксида ванадия – токсичного, мутагенного и канцерогенного вещества.
2. Водная вытяжка из «композиции известково-гипсовой» (гипсового шлама) (500 г/л), статистически достоверно снижает процент всхожести семян кресс-салата и проса, длину первичных корней растений и длину стеблей.
3. Отсутствие на территории орловской городской свалке ТБО инженерных защитных сооружений может позволить фильтрату и стокам атмосферных осадков длительное время загрязнять поверхностные водоёмы, подземные воды и почву соединениями ванадия.
4. Такая неблагоприятная для окружающей среды и здоровья населения ситуация требует организации биологического мониторинга вокруг территории свалки, усиленного медицинского контроля здоровья населения в близлежащих к свалке территориях и скорейших инженерно-технических мероприятий по обезвреживанию гипсового шлама, содержащего пентаоксид ванадия.

Список литературы

1. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твёрдых бытовых отходов. Санитарные правила СП 2.1.7.1038-01. –М.: Минздрав России. 2001. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/9/9069/index.htm> (22.01 2020)
2. Проектирование, строительство и рекультивация полигонов твердых бытовых отходов в Московской области. ТСН 30-308-2002 Московской области. –М.: Мин-во строительного комплекса Московской обл., 2002. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/247551/
3. Полигоны твёрдых бытовых отходов: проектирование, эксплуатация и рекультивация. – Москва: Изд. Минстрой России. 2016. –19 с.
4. Ежегодник «Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2017 году» –Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун». 2018. –376 с.
5. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния / Под редакцией Н.С. Касимова. –М.: Изд-во «ИП Филимонов М.В.», 2014. – 560 с.
6. Мильякин С. 2018. Ситуация на орловской городской свалке //Орловская Среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://orelsreda.ru/a-vaska-slushaet-da-est/> (15.01.2020).
7. «Зелёный патруль»: на полигоне ТБО в Орле содержание тяжёлого металла ванадия пре-

вышено в 58 раз // InfoOrel.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.infoorel.ru/news/zelyonyy-patrul-na-poligone-tbo-v-orle-soderzhanie-tyazhelogo-metalla-vanadiya-prevysheno-v-58-raz.html>, (15.01.2020)

8. Журбицкий З.И., 1968. Теория и практика вегетационного метода. –М.: Наука. 1968. -226с.

9. Урбах, В.Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. –М.: Медицина, 1975. -295 с.

10. Старостина И.В. и др. 2012 Оценка токсикологических свойств шламовых отходов феррованадиевого производства / Старостина И.В., Пендюрин Е.А., Смоленская Л.М. // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6.; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=7979> (29.01.2020).

11. Старостина И.В., Пендюрин Е.А., 2015. Изучение возможности использования сопутствующих продуктов при организации полигонов ТБО // Экология и промышленность России. 2015. Т. 19. № 4. –С. 50-53.

12. Оставлено без изменения решение суда // Новости Прокуратуры РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://procrf.ru/news/542807-ostavleno-bez-izmeneniya-reshenie-suda-ob-udovletvorenii-iskovyih-trebovaniy-orlovskogo.html>, (15.01.2020).

13. Артамонов А.В. и др. Эффективная технология переработки ванадиевого шлака с использованием центробежно-ударной дезинтеграции. / Артамонов А.В., Гаркави М.С., Колодежная Е.В. и др. // Материалы XIII Российско-Китайского симпозиуме «Новые материалы и технологии» –Казань. 2015. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://uralomega.ru/files/effektivnaya_tehnologiya_pererabotki_vanadiyevogo_shlaka_s_ispol_zovaniem.pdf, (22.01. 2020).

14. Чурилов А.Е., Мукаев Е.Г., Горбунова А.В. Ванадийсодержащие ресурсы и химические способы их переработки // Теория и технология металлургического производства. 2017. № 3 (22). –С 30-33.

15. Линников О.Д., Родина И.В., 2012. Переработка ванадий содержащих гипсовых шламов, образующихся при нейтрализации сточных вод // Всерос. научн. конф. с международным участием «Дни наук о Земле на Урале». –Екатеринбург: Институт геологии и геохимии УрО РАН, 2012. 160 с.

16. Ванадий равно смерть // «Горнозаводское направление». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://gornozavodsk.su/?p=1962> (25.01. 2020)

17. Федеральный арбитражный суд Центрального округа. Постановление от 23 июля 2014 г. по делу N А68-9650/2013 // Консультант Плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=ACN&n=87362#027941291289794634> (15.01.2020)

18. Лабейкин А.А. Доклад уполномоченного по правам человека в Орловской области за 2017 год. – Орёл. 2018. –307с.

19. Орловчане просят защиты от ванадиевой угрозы // Орловская среда. №3 (582) от 29 января 2020 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://orelsreda.ru/orlovchane-prosyat-zashhity-ot-vanadievoj-ugrozy/> (15.01.2020).

Библиографическая ссылка:

Крюков В.И. и др., 2020. Фитотоксичность и экологическая опасность отходов переработки ванадиевого шлака, захороненных на территории орловской городской свалки ТБО / В.И. Крюков, Н.В. Лактюшина, А.В. Косач // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XI Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2020. – 238 с. – С. 15-22.
<https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2020/02/МК-709-1.pdf>