

УДК 343.983.4

Тадевосян А. В., канд. тех. наук, професор Армянского государственного инженерного университета,
e-mail: tadartashes@gamil.com

Багдасарян Т. С., аспирант Армянского государственного инженерного университета,
e-mail: tatever.baghdasaryan@gamail.com

Сафарян А. А., аспирант Армянского государственного инженерного университета,
e-mail: armine.s@rambler.ru

Восканян П. С., канд. хим. наук, заместитель директора по научной работе Национального бюро экспертиз Республики Армения,
e-mail: p.voskanyan@nbe.am

Галстян А. С., эксперт отдела физикотехнических исследований и химических экспертиз Национального бюро экспертиз Республики Армения

Абгарян А. А., эксперт отдела физикотехнических исследований и химических экспертиз Национального бюро экспертиз Республики Армения

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

За последние десятилетия в современном армянском обществе сложилась социально-экономическая обстановка, не способствующая проведению полноценного технического контроля над хвостохранилищами – сложными гидротехническими сооружениями, представляющими постоянную опасность для окружающей среды [1; 2].

Как известно, горнодобывающая и горноперерабатывающая промышленности неразрывно связаны с потреблением большого количества природных ресурсов и получением разнообразных отходов (твердых, жидких), накапливающихся в окружающей природной среде. Несмотря на высокую экологическую опасность, как было отмечено выше, в настоящее время, к сожалению, единственным методом утилизации отходов является их размещение в хвостохранилищах. При этом борьба с загрязнением окружающей среды хвостами обогащения в большинстве своем сводится к применению двух различных подходов:

- подавление активности вредных элементов методом консервации хвостохранилищ;
- полная очистка, предусматривающая удаление вредных компонентов или общую утилизацию отходов рудообогащения [3–5].

В связи с быстрыми темпами мирового развития горнодобывающей промышленности и масштабов производства, возникает необходимость в создании как новых хвостохранилищ, так и ликвидации/или хотя бы в мониторинге старых хвостохранилищ, выведенных из эксплуатации и выполненных в ряде случаев без учета фильтрации и других факторов. Заметим, что под воздействием природно-климатических условий, содержимое хвостохранилищ подвергается выветриванию, переносится и распространяется на прилегающие территории, воздействуя на здоровье человека, окружающую среду, растительный и животный мир, приводя к активизации также процессов опустынивания и их выводу из состава земель сельскохозяйственного и другого назначения. У дополнение к перечисленному, особо отметим, что как следствие упомянутых воздействий уничтожаются почвенный покров и продуктивный биоценоз, создаются техногенные ландшафты, которые не имеют социального и экологического значения.

Все вышеперечисленные серьезные проблемы можно с уверенностью отнести и к сложившейся экологической ситуации в Армении, где сильно развита горнодобывающая промышленность и имеются более 20 хвостохранилищ. Некоторые из последних не пригодны для эксплуатации, некоторые законсервированы. Все они расположены в густонаселенных и развитых сельскохозяйственных территориях и являются очагами атмосферных и гидрохимических загрязнений, ухудшающих качество поверхностных и подземных вод и негативно воздействующие на флору и фауну. Большую опасность в Армении представляют жидкие отходы, которые собираются в хвостохранилищах и по разным каналам оказываются в близлежащих почвах и водных ресурсах [6; 7].

Следовательно, оценка влияния хвостохранилищ на экологическую ситуацию в регионе является актуальной научной и практической задачей, решение которой позволяет также у межах уголовного, административного судопроизводства проводить экспертные исследования последствий негативного воздействия как действующих, так и законсервированных хвостохранилищ на окружающую среду. Исследовательские работы по изучению технологического состояния хвостохранилищ позволят в первую очередь экспертам, осуществляющим судебно-экологические экспертизы, иметь под рукой информационный инструментарий, использование которого позволит по результатам экологического экспертного исследования обеспечить высокую степень достоверности ответов на вопросы, выдвигаемые правоприменителями в случаях нанесения за время эксплуатации хвостохранилищ ущерба объектам окружающей среды. У рамках научных исследований, проводимых Национальным бюро экспертиз РА и Государственным инженерным университетом Армении, намечается выполнить комплекс практических исследований, а именно исследовать природно-климатические условия территорий расположения хвостохранилищ, исследовать класс основных загрязнителей и их закономерности распространения, а также разработать карту распространения тяжелых металлов и классифицировать территории хвостохранилищ Армении по степени загрязненности.

Систематизируя ранее выполненные исследования по мониторингу поверхностных вод в двух регионах Армении, где функционируют основные производственные мощности и, как следствие расположено подавляющее количество хвостохранилищ, а именно реки Дебет на севере Армении и реки Вохчи на юге Армении, без сомнения можно утверждать, что концентрация тяжелых металлов в водах упомянутых рек намного превышают предельно допустимые концентрации [8, 9].

С целью выявления и обоснования негативного воздействия хвостохранилищ на водные объекты и оценки уровня и распространения загрязненности земельных участков территории хвостохранилищ, в данной статье приведены результаты первого года исследований и в качестве конкретного примера рассмотрено хвостохранилище Техутского горнообогатительного комбината, расположенного на севере Армении в 32 км от города Алаверди. Ближайшие населенные пункты – деревни Техут и Шнох, расположенные соответственно в 4 и 6 км от шахты. Статистика первых трех лет работы Техутского месторождения показывает, что количество отходов в среднем составляет 8млн. тонн в ежегодном разрезе. Это означает, что уже за первые три года эксплуатации месторождения в Техутском хвостохранилище скопилось порядка 24 млн. тонн хвостов [10]. Данное хвостохранилище относится к техногенно-образованным отходам, при этом хвосты обогащения представляют собой пульпу, состоящую из смеси твердой и жидкой фаз. Вдобавок следует подчеркнуть, что к числу компонентов сбросных вод, содержание которых превышает эколого-гигиенические нормативы, в первую очередь необходимо отнести тяжелые металлы, концентрация которых в почвах приводит к снижению микробиологической активности, а также влияет на продуктивность сельскохозяйственных культур.

На упомянутом предприятии водные ресурсы используются по системе оборотного водоснабжения – технологические воды поступают в хвостохранилище, где основная масса твердой фазы оседает, а водная фаза поступает в отстойный бассейн, откуда «отсветленная» жидкость подается обратно в технологический цикл [11].

Для получения информативного материала по концентрациям тяжелых металлов были использованы натурные исследования, которые включали в себя полевые работы и лабораторные исследования, а в дальнейшем задействованы статистические методы анализа результатов.

С территории хвостохранилища и отстойного бассейна отбирались образцы почвы с целью выявления качественного и количественного присутствия загрязняющих веществ.

В работе были исследованы поступающие в хвостохранилище сточные воды, а также почвенные покровы территорий хвостохранилища и отстойного бассейна на расстоянии 10 метров. Результаты выполненных исследований приведены в таблице 1.

Таблиця 1

Результаты исследований загрязненности на расстоянии 10 м

Место отбора проб Ингредиенты	*Номера образцов, мг/кг				
	1	2	3	4	5
Cu	540	190	200	0,0003	170
Mo	4	2	5	0,72	10
Ca	6300	41100	37900	178	12500
Fe	16300	38500	40200	0	23000
Zn	30	140	120	0	400
MgO	66700	16500	17100	0,45	9100
Al	58500	61900	62000	0	75000
SiO ₂	78870	700000	702600	0	746900
Fe ₂ O ₃	25200	56800	59600	0	34800

* Пояснения к номерам образцов.

- 1 – твердая фаза в хвостохранилище (осадочная фаза) (мг/кг)
- 2 – образец почвы на расстоянии 10 м от хвостохранилища (мг/кг)
- 3 – образец почвы на расстоянии 10 м от отстойного бассейна (мг/кг)
- 4 – жидкая фаза поступающих в хвостохранилище сточных вод (мг/л)
- 5 – твердая фаза поступающих в хвостохранилище сточных вод (мг/кг)

Аналогичные исследования были проведены для почв зоны влияния хвостохранилища и отстойного бассейна на более отдаленных от хвостохранилища территориях, а именно – 25, 30, 35 метров. Результаты выполненных исследований приведены в таблице 2.

Таблиця 2

Результаты исследований на расстоянии 25, 30, 35 м

Ингредиенты, мг/ кг	Cu	Mo	Mn	Fe	Zn	Pb	Ni	As	Sb	Co	Cd	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO %	MgO	Потери при прокаливании
Место отбора проб																
Западная часть хвостохранилища, расстояние 25м	180	<10	660	33600	220	140	60	100	<1	<10	<10	46,900	10,770	7,560	1,400	17,900
Западная часть отстойного бассейна, расстояние 30м	290	10	720	40700	160	50	30	90	<1	10	<10	55,000	12,660	4,760	1,370	9,400
Восточная часть отстойного бассейна, расстояние 30м	820	<10	800	40000	240	280	50	170	<1	10	<10	51,400	12,100	2,800	1,080	16,200
Восточная часть хвостохранилища, расстояние 35м	240	<10	640	49200	120	50	20	80	<1	10	<10	59,600	12,510	2,020	1,180	9,000

Весь комплекс аналитических исследований выполнен с использованием атомно-абсорбционных спектрометров Agilent с атомизаторами: пламенный модели 55 АА и электротермический модели 240Z. Пробоподготовка образцов была проведена в следующем порядке: водный образец после отбора подвергался фильтрации и последующей обработке концентрированной азотной кислотой до $\text{pH} \leq 2$, затем производилось медленное выпаривание отобранного образца до объема 10–15 см³ и после охлаждения образец повторно подвергался фильтрации. До проведения атомно-абсорбционных спектрометрических анализов фильтрат помещался в мерную колбу, куда добавлялась до отметки дистиллированная вода.

Оценка полученных результатов анализа (см. табл. 1 и 2) показала, что в сточных водах стока технологического узла хвостохранилище-отстойный бассейн имеет место превышение действующих регламентных норм по содержанию тяжелых металлов. Данное обстоятельство диктует безотлагательную необходимость в разработке методов как отчистки сточных вод после хвостохранилища, что в некоторой степени позволит уменьшить негативную нагрузку на окружающую среду, так и изоляции самого хвостохранилища и отстойного бассейна.

Таким образом, начатые исследования по оценке вредного воздействия хвостохранилищ Армении на экологию и в первую очередь почвенные слои территорий как самих хвостохранилищ, так и территорий, находящихся в непосредственной близости к последним, позволят создать необходимую базу данных загрязнения почв тяжелыми металлами и предоставят экспертам, задействованным в проведении судебно-экологических экспертиз, возможность ответить на ряд ключевых вопросов, а именно: насколько значим вред, нанесенный окружающей среде, какие необходимо проработать технические и технологические решения по уменьшению загрязнения, а также какова стоимость восстановительных мероприятий и т. д.

Список використаних джерел:

1. Saghatelyan A. K., Gevorgyan V. Sh., Arevshatyan S. H., Sahakyan L.V. Ecological and geochemical assessment of environmental state of the city of Kajaran. The Center for Ecological-Noosphere Studies of NAS RA. Yerevan, 2008. 200 p.
2. Ghazaryan K.A., Movesesyan H. S., Grigoryan K.V. General characteristic and pollution level of soils in ecologically vulnerable mining areas around Kapan town in Armenia. *Academic Journal of Science* № 03. 2014. P. 187–196.
3. Сидakov А. Г. Природоохранные технологии управления состоянием хвостохранилищ : дис. ... канд. техн. наук. Владикавказ, 2004. 139 с.
4. Путилина В. С., Галицкая И. В., Юганова Т. И. Сорбционные процессы при загрязнении подземных вод тяжелыми металлами и радиоактивными элементами. *Серия «Экология»*. Выпуск 105, ГПНТБ СО РАН Новосибирск, 2014. 123 с.
5. Пансю М., Готеру Ж.. Анализ почвы. Справочник «Миниэкологические, органические и неорганические методы анализа». Санкт-Петербург : Профессия, 2014. 800 с.
6. Тадевосян А. В., Сукиасян А. Р., Пирумян Г. П. Миграция ряда тяжелых металлов в системе почва-растение на фоне процессов водопоглощения в растении. *Естественные и технические науки* № 3. 2016. С. 32–34.
7. Тадевосян А. В., Шамян А. Г., Амбарцумян А. Ф., Мониторинг рассеяния тяжелых металлов с помощью биоиндикации. *Вестник НПУА. Серия «Химические и природоохранные технологии»*. Ереван № 2. 2012. С. 82–91.
8. Сукиасян А. Р., Атоянц А. А., Шамян А. Г., Киракосян А. Р., Амбарцумян А. Ф. Определение степени загрязненности почв тяжелыми металлами с помощью растительного тест-объекта. *Вестник инженерной академии Армении*. Т. 6 № 3. 2009. С. 457–460.
9. Sukiasyan A., Tadevosyan A., Kasparyan A., Aslikyan M., Gharajyan K. Reculiazties of accumulation of some heavy metals on the chain of water-soft-plant. *International Journal of Advanced Engineering and management research*. Vol 2. Issue 5. 2017. P. 1534–1541.
10. Техутское хвостохранилище построено на территории с оползневыми процессами: эксперты опасаются экологической катастрофы. www.новостиармении-news.am, 19.07.2018.
11. Tadevosyan A., Baghdasaryan T., Zargaryan H., Sukiasyan A.. Importance of using the water circulation system in the mining enrichment plants.. *Proceeding of NPUA (Chemical and environmental technologies)* № 2. 2016. P. 63–68.