

УДК 669.062  
AGRIS P01

https://doi.org/10.33619/2414-2948/102/52

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ КАДАМЖАЙСКОГО СУРЬМЯНОГО КОМБИНАТА

©Анарбай кызы С., Институт природных ресурсов им. А.С. Джаманбаева Южного  
отделения Национальной академии наук КР, г. Ош, Кыргызстан

©Топчубаев А. Б., SPIN-код: 2962-6776, д-р геогр. наук, Ошский государственный  
педагогический университет им. А. Мырсабекова, г. Ош, Кыргызстан

## ECOLOGICAL STATE OF INDUSTRIAL WASTE FROM THE KADAMZHAI ANTIMONY PLANT

©Anarbai kyzy S., Institute of Natural Resources named after A.S. Jamanbaev of the Southern  
Branch of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Osh, Kyrgyzstan

©Topchubaev A., SPIN-code: 2962-6776, Dr. habil., Osh State Pedagogical University  
named after A. Myrsabekov, Osh, Kyrgyzstan

*Аннотация.* Источниками выделения вредных веществ при обогащении, являются выбросы при дроблении руды, а также хвосты обогащения. Запыленный воздух от мест пылеобразования отбирается аспирационным устройством и очищается в пылевой осадительной камере с мокрым улавливанием. На металлургическом заводе в рудно-термических печах имеются пылегазоуловители. Пыль и газы от печей направляются на последовательную очистку и улавливание (водоохлаждаемые циклоны, рукавные фильтры). На этом этапе происходит утечка пылесодержащих газов. Особую опасность для окружающей среды представляет хранение выбросного электролита накопленного в соленакопителях. Площадь соленакопителей составляет 76,1 тыс м<sup>2</sup>. Соленакопители состоят из 7 карт общим объемом 249,95 тыс м<sup>3</sup>. В настоящее время экологическая обстановка на участке соленакопителей промстоков металлургического завода КСК остается критической. Все имеющиеся 7 карт соленакопителей выработали сроки эксплуатации, находятся в аварийном состоянии, пропускают промстоки в почву. Соленакопители №5 и №8 хотя и несмотря на то, что не выработали до конца своих сроков эксплуатации, также находятся в аварийном состоянии.

*Abstract.* Sources of release of harmful substances during enrichment are emissions from ore crushing, as well as enrichment tailings. Dusty air from places of dust formation is taken by an aspiration device and purified in a dust settling chamber with wet collection. At a metallurgical plant, there are dust and gas collectors in ore-thermal furnaces. Dust and gases from furnaces are sent for sequential cleaning and collection (water-cooled cyclones, bag filters). At this stage, dust-containing gases leak. A particular danger to the environment is the storage of waste electrolyte accumulated in salt storage tanks. The area of salt storage tanks is 76.1 thousand m<sup>2</sup>. Salt storage tanks consist of 7 cards with a total volume of 249.95 thousand m<sup>3</sup>. Currently, the environmental situation in the area of salt storage tanks for industrial waste of the Kadamzhai Antimony Plant remains critical. All the existing 7 salt accumulator cards have expired, are in disrepair, and leak industrial wastewater into the soil. Salt accumulators No. 5 and No. 8, although they have not reached the end of their service life, are also in disrepair.

*Ключевые слова:* отходы, штейн, шлак, ландшафт, окружающая среда.



*Keywords:* waste, matte, slag, landscape, environment.

Кадамджайский сурьмяной комбинат является единственным предприятием в бывшем Советском союзе по производству сурьмы и ее соединений. Он поставлял продукцию 1500 потребителям — предприятиям. Комбинат был введен в эксплуатацию в 1936 и вплоть до 1990 года наращивал выпуск продукции, достигнув максимума в 1990 году — 17 тыс. т продукции. Далее с распадом СССР производительность снизилась в 1996 году до 6 тыс. т и в 2000 до 1,5 тыс. т, в основном, в связи с недопоставками сырья. В настоящее время комбинат практически не работает. В 2005 году владельцем комбината стала АТФ «Инвест».

Источниками выделения вредных веществ при обогащении, являются выбросы при дроблении руды, а также хвосты обогащения. Запыленный воздух от мест пылеобразования отбирается аспирационным устройством и очищается в пылевой осадительной камере с мокрым улавливанием. На металлургическом заводе в рудно-термических печах имеются пылегазоуловители. Пыль и газы от печей направляются на последовательную очистку и улавливание (водо охлаждаемые циклоны, рукавные фильтры). На этом этапе происходит утечка пыли содержащих газов.

Особую опасность для окружающей среды представляет хранение выбросного электролита накопленного в соленакопителях, которые эксплуатируются с декабря 1976 года. Площадь соленакопителей составляет 76,1 тыс. м<sup>2</sup>. Соленакопители состоят из семи карт общим объемом 249,95 тыс. м<sup>3</sup>. В настоящее время экологическая обстановка на участке соленакопителей промстоков металлургического завода КСК остается критической. Все имеющиеся 7 карт соленакопителей выработали сроки эксплуатации, находятся в аварийном состоянии, пропускают промстоки в почву. Соленакопители №5 и №8 хотя и несмотря на то, что не выработали до конца своих сроков эксплуатации, также находятся в аварийном состоянии.

Хвосты перекачиваются в хвостохранилище. Хвостохранилище обогатительного цеха эксплуатируется с марта 1971 года, плановый срок службы — 10 лет. Проектная мощность отвала 2600 тыс. м<sup>3</sup>. Объем уложенных хвостов начиная с ввода в эксплуатацию и по сентябрь 2004 года включительно составляет 2592,114 тыс. м<sup>3</sup>. Проектные параметры хвостохранилища по объему складирования хвостов и максимальной отметке гребня дамбы, кроме северной части Северного лога исчерпаны.

В 1977 году во время сильных дождей была смыта небольшая часть хвостов, которая распространилась на нижележащей территории вплоть до пос. Вуадиль, загрязнив почву и воду.

Особую опасность для окружающей среды представляет хранение выбросного электролита накопленного в соленакопителях, которые эксплуатируются с декабря 1976 года. Площадь соленакопителей составляет 76,1 тыс. м<sup>2</sup>. Соленакопители состоят из семи карт общим объемом 249,95 тыс. м<sup>3</sup>. В настоящее время экологическая обстановка на участке соленакопителей промстоков металлургического завода КСК остается критической. Все имеющиеся 7 карт соленакопителей выработали сроки эксплуатации, находятся в аварийном состоянии, пропускают промстоки в почву. Соленакопители №5 и №8 хотя и несмотря на то, что не выработали до конца своих сроков эксплуатации, также находятся в аварийном состоянии.

Территория соленакопителей прилегает к восточным холмам хребта Катранбаши и располагается в пределах безымянного сая, имеющего направление на север и северо-восток. Рельеф площадки холмистый, с общим понижением на северо-восток. Абсолютные отметки

поверхности изменяются от 1020 м до 1250 м. Площадь сложена коренными породами, представленными сланцами, местами с прослоями известняков и конгломератами, обнажающимися на поверхности в виде небольших гребней. Со дня ввода в эксплуатацию в соленакопители сброшено около 360 тыс. м<sup>3</sup> выбросного электролита.

Выбросной электролит на поверхности земли представляет собой вещество зеленовато-черного цвета с запахом сероводорода. Выбросной электролит состоит из сульфидно-натриевых солей: Na<sub>2</sub>S — сульфид натрия; Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> — сульфит натрия; Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O — тиосульфид натрия; Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — сульфат натрия; Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub> — полисульфид натрия; а также в растворе присутствуют SbH<sub>3</sub> — стибин; AsH<sub>3</sub> — арсин; H<sub>2</sub>S — сероводород, которые воздействуют на нервную систему, вызывают головную боль и тошноту. В состав электролита входят такие тяжелые металлы, как мышьяк (более 100 мг/л, при ПДК 0,05 мг/л) кадмий, ртуть, свинец, сурьма (до 600 мг/л при ПДК 0,05 мг/л), цинк и др. [1].

Как показали исследования, сурьма присутствует во всех объектах окружающей среды (почва, вода, воздух), что указывает на ее повсеместное распространение, обусловленное как природными, так и антропогенными факторами. Не только рудные месторождения сурьмы данного района являются причиной высокого содержания сурьмы в почве, но и присутствие сурьмяного комбината дополнительно загрязняет почву сурьмой. Так, в радиусе 280-500 м от комбината концентрация сурьмы в почве колебалась от 175 до 1600 мг/кг, достигая 10000 мг/кг в непосредственной близости к промплощадке, а на расстоянии 3-5 км ее концентрация снижалась до 1-21 мг/кг.

Наличие сурьмы в техногенных выбросах комбината обусловило высокое ее содержание в атмосферном воздухе жилой зоны. Максимально-разовые концентрации сурьмы в атмосферном воздухе колебались от 0,0064 до 0,161 мг/м а в непосредственной близости от комбината (250-500 м) от 0,018 до 0,117 мг/м. В природных водах также содержалось значительное количество сурьмы и в 74% превышало ПДК.

Биологическая роль сурьмы для организма человека и животных до настоящего времени не установлена. Отдельные исследования показывают, что сурьма содержится не только в целостной клетке, но и входит в состав всех клеточных образований: цитоплазмы, ядра, митохондрий, микросом в количестве, соответственно, 0,8 мкг, 1,3 мкг, 0,1 и 0,2 мкг. Из приведенных данных можно предположить, что сурьма является постоянным компонентом живых организмов, однако играет ли она какую-либо биологическую роль пока неизвестно.

Имеется довольно много разнообразных сведений о токсичности сурьмы в условиях ее производства и в эксперименте, а также ее метаболизме в организме при различных путях поступления. Это связано в первую очередь с поражением нервной системы, слизистых оболочек дыхательных путей и пищеварительного тракта, а токсическое действие соединений сурьмы, особенно выраженное при хроническом отравлении, связано в первую очередь с поражением нервной системы, слизистых оболочек дыхательных путей и пищеварительного тракта (Таблица 1).

Таблица 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОТХОДАХ (тыс/т) КСК  
по состоянию на 1 января 2000 г.

<i>Отходы</i>	<i>Кадамжай</i>
Отвалы вскрышных и вмещающих пород	613
Хвосты обогащения	5963
Шлаки и огарки металлургического производства	271
Шламы металлургического производства	433

По данным Министерства здравоохранения КР сурьма в воде реки Шахимардан определялась на всех участках исследования, причем в 74% исследованных проб ее концентрация превышала ПДК по максимальным значениям для воды водоемов (0,05 мг/л). Наибольшие концентрации сурьмы определены в зоне размещения объектов комбината, у пос. Кадамджай (0,4+0,12 мг/л) и ниже, у пос. Пульгон (0,64-0,24 мг/л), что в 100 раз и более раз выше, чем ПДК.

Выше комбината и пос. Кадамджай содержание этого элемента уменьшается до 0,19-0,20 мг/л, т.е. примерно в 2-3 раза ниже, но тем не менее превышает ПДК, что указывает на высокое природное содержание сурьмы в водах реки.

Сброс условно-чистых промышленных сточных вод в реку Шахимардан осуществляется через ливневую канализацию. Поэтому увеличение концентрации сурьмы в пробах воды на расстоянии 2 км от сурьмяного комбината (ниже по течению), связано со сбросом сточных вод комбината. Из этого водоема осуществляется хозяйственно-питьевое водоснабжение жителей низлежащих села Пульгон (Таблица 2, 3).

Таблица 2

**РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗОВ ПОЧВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В РАЙОНЕ СОЛЕНАКОПИТЕЛЕЙ  
 ОТОБРАННЫХ В РАМКАХ ПРОЕКТА, июнь 2006 г [1]**

<i>Место отбора проб</i>	<i>As</i>	<i>Cd</i>	<i>Hg</i>	<i>Pb</i>	<i>Sb</i>	<i>Zn</i>
В 20 м по обе стороны от соленакопителя 3	22	1	<0,5	40	130	132
В 20 м по обе стороны от перекачив. насосной станции	9	1	<0,5	39	62	92
В 20 м от места выклинивания электролита по ущелью	10	<0,25	<0,5	10	21	49
В 20 м выше дамбы от канала	21	<25	<0,5	20	98	60
ПДК	2	1	2,1	6	4,5	110

Таблица 3

**ДААННЫЕ О СОСТОЯНИИ ПЬЕЗОМЕТРОВ, УСТАНОВЛЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ  
 СОЛЕНАКОПИТЕЛЕЙ, май 2005 г, данные лаборатории КСК [2]**

<i>№ Пьезометра</i>	<i>Место расположения</i>	<i>Состояние пьезометра</i>	<i>Превышение ПДК</i>
Пьезометр 1	Расположен на территории Узбекистана примерно в км от старого канала	Пьезометр находится в рабочем состоянии	По сурьме 1,8ПДК
Пьезометр 2	Расположен на территории КР 0,5 км ниже нового канала	Пьезометр находится в рабочем состоянии	По сурьме 7,8ПДК
Пьезометр 3	Расположен в 20 м от нового канала	отсутствует	
Вода из канавы, отобранной рядом с пьезометром 4	На пути следования сая 0,5 км от пьезометра 3	Пьезометр 4 отсутствует	По сурьме 8280ПДК, по мышьяку 1933ПДК
Пьезометр 5	Расположен от будки охранника в 300 м	Пьезометр находится в рабочем состоянии,	По сурьме 4,4ПДК
Пьезометр 6	Расположен напротив будки	Пьезометр находится в	По сурьме 4880ПДК,

№ Пьезометра	Место расположения	Состояние пьезометра	Превышение ПДК
	охранника внизу	рабочем состоянии,	по мышьяку 2033ПДК
Пьезометр 7	Расположен между пьезометрами 6 и 4 в ущелье	Забит камнями	
Пьезометр 10	Расположен между пьезометрами 5 и 6, рядом находится горький родник	Пьезометр находится в рабочем состоянии,	По сурьме 2ПДК

Таблица.4

#### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КСК [2]

Подземная и открытая добыча руды	Нарушение природного ландшафта
Пирометаллургическая выплавка сурьмы с выбросом токсичных соединений.	Накопление большого количества токсичных отходов (свинец, цинк, сурьма) в некультивируемых отвалах горных пород огарков металлургического производства хвостохранилищах. Загрязнение атмосферы, поверхностных и подземных вод сульфидами, мышьяком.
Гидрометаллургический метод получения сурьмы	Фильтрация промстоков из соленакопителей с загрязнением подземных вод. Селеопасность района размещения отходов.
Поселок, рудники, промобъекты в условиях сильнорасчлененной местности долины селе-паводкоопасной р. Шахимардан	Формирование природнотехногенной сурьмяной биогеохимической аномалии

Как видно из проведенного анализа промышленная эксплуатация месторождений в высокогорных регионах Кыргызстана сопровождается многочисленными экологическими воздействиями на окружающую среду. В частности, происходит изъятие земельных площадей, загрязняются водный и воздушный бассейны вблизи предприятий, а в условиях горных территорий природа очень хрупка и чувствительна к изменениям. В высокогорных регионах берут свое начало множество рек и ручьев, и, следовательно, нарушение экологического равновесия в этих регионах может вызвать нежелательные последствия. Экологическая оптимизация горных территорий в связи с освоением месторождений цветных металлов должна обеспечить сохранение всех компонентов природы в районах, экологическую безопасность населения, повышение социально-экономического развития регионов [3].

В последнее десятилетие проблемы загрязнения природных систем токсичными отходами техногенного происхождения, привлекает все большее внимание в силу нарастающего влияния, их источников на окружающую среду и через трофические цепи на организм человека. Однако, в связи с развитием горнодобывающей и металлургической промышленности, загрязнение природных поверхностных и грунтовых вод, почва, рудничными водами, дренажными потоками с отвалов и хвостохранилищ, жидкими металлургическими стоками, мигрирующими пылевыми и аэрозольными ореолами даже в районах, удаленных от областей локализации техногенных объектов возрастает. Защита среды обитания от последствий деятельности человека является актуальной задачей, приобретающий первостепенное значение среди наук о земле [4].

Установленные закономерности позволили предложить метод очистки техногенных стоков с помощью водной растительности, которая является весьма эффективным аккумулятором токсичных элементов.

Способность к аккумуляции в данных отложениях и гидробионтах, как известно, возрастает в ряду As, Pb, Hg, Cd, Cu, Zn, Ni и поэтому считаем нужным подчеркнуть то, что помимо непосредственного токсического действия на биоты, тяжелые металлы имеют тенденцию накапливаться в отдельных звеньях цепи «поверхностные вода иловые растворы → донные осадки → высшее растение → почвы → животный мир → человек».

Это усиливает их долговременную опасность, которая может реализоваться при любом изменении условий существования системы в стационарном состоянии [5].

#### *Выводы*

Для дальнейшей эксплуатации соленакопителей, комбинатом необходимо выполнить следующие мероприятия:

1. Произвести рекультивацию карт №3, 4, 5 (7, 8 — силами МЧС);
2. Приобрести резервное оборудование для насосных станций;
3. Заменить полностью напорную часть пульпопроводов;
4. Произвести полную очистку селеотводных каналов.
5. Забетонировать наиболее опасные участки.
6. Для экологически обоснованного и сбалансированного использования и охраны земельных ресурсов необходимо формирование оптимальной структуры землепользования, минимизация негативного воздействия на земли разноплановой хозяйственной деятельности.
7. Экологическая оптимизация горных территорий в связи с освоением месторождений цветных металлов должна обеспечить сохранение всех компонентов природы в районах, экологическую безопасность населения, повышение социально-экономического развития регионов.

#### *Список литературы:*

1. Ярушевский Г. А., Малухин И. И., Такенов И. И. Состояние сырьевой базы сурьмяной и ртутной промышленности Кыргызской Республики. Бишкек, 2006.
2. Мониторинг, прогноз и подготовка к реагированию на возможные активизации опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики и приграничных районах с государствами Центральной Азии. Бишкек, 2006. 65 с.
3. Государственная программа использования отходов производства и потребления. Постановление Правительства КР от 19 августа 2005 года. №389.
4. Бортникова С. Б., Гасьюва О. Д., Бессонова Е. П. Геохимия техногенных систем. Новосибирск: Гео, 2006. 169 с.
5. Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 142 с.

#### *References:*

1. Yarushevskii, G. A., Malukhin, I. I., & Takenov, I. I. (2006). Sostoyanie syr'evoi bazy sur'myanoi i rtutnoi promyshlennosti Kyrgyzskoi Respubliki. Bishkek. (in Kyrgyz).
2. Monitoring, prognoz i podgotovka k reagirovaniyu na vozmozhnye aktivizatsii opasnykh protsessov i yavlenii na territorii Kyrgyzskoi Respubliki i prigranichnykh raionakh s gosudarstvami Tsentral'noi Azii (2006). Bishkek. (in Kyrgyz).

3. Gosudarstvennaya programma ispol'zovaniya otkhodov proizvodstva i potrebleniya. Postanovlenie Pravitel'stva KR ot 19 avgusta 2005 goda. №389.
4. Bortnikova, S. B., Gas'yuva, O. D., & Bessonova, E. P. (2006). Geokhimiya tekhnogennykh sistem. Novosibirsk. (in Russian).
5. Alekseev, Yu. V. (1987). Tyazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh. Leningrad. (in Russian).

*Работа поступила  
в редакцию 07.04.2024 г.*

*Принята к публикации  
16.04.2024 г.*

*Ссылка для цитирования:*

Анарбай кызы С., Топчубаев А. Б. Экологическое состояние промышленных отходов Кадамжайского сурьмяного комбината // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №5. С. 417-423. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/102/52>

*Cite as (APA):*

Anarbai kyzy, S., & Topchubaev, A. (2024). Ecological State of Industrial Waste from the Kadamzhai Antimony Plant. *Bulletin of Science and Practice*, 10(5), 417-423. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/102/52>