Министерство здравоохранения РСФСР
Свердловский Государственный медицинский институт

На правах рукописи

Для служебного пользования 42

БОРЗУНОВА Елена Алексеевна

МЕДЕПЛАВИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОТКРЫТЫХ ВОДОЕМОВ

(14.00.07 - гигиена)

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Диссертация написана на русском языке

Свердловск, 1974 г.

Министерство здравоохранения РСФСР
Свердловский Государственный медицинский институт

На правах рукописи

Для служебного пользования _____

БОРЗУНОВА Елена Алексеевна

МЕДЕПЛАВИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОТКРЫТЫХ ВОДОЕМОВ

(14.00.07 - гигиена)

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Диссертация написана на русском языке

Свердловск, 1974 г.

Работа выполнена в Свердловском научно-исследовательском институте гигиены труда и профессиональных заболеваний (директор – доктор медицинских наук профессор Б.Т.Величковский)

Научные руководители:
доктор медицинских наук профессор М.С.Садилова,
кандидат биологических наук К.Н.Селянкина

Официальные оппоненты:
доктор медицинских наук профессор Б.А.Кацнельсон,
кандидат медицинских наук А.А.Петина

Высшее научно-исследовательское учреждение, дающее отзыв о работе, – Новосибирский санитарный институт.

Автореферат разослан 10 ноября 1974 г.

Защита диссертации состоится 10 декабря 1974 г. на заседании медико-биологического Ученого Совета Свердловского Государственного медицинского института.

Адрес: ул.Репина, 3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке медицинского института.

Адрес: ул.Ермакова, 7.

Ученый секретарь Совета
канд.мед.наук В.Г.Константинов

Научно-техническая революция обусловила возникновение сложной социальной проблемы взаимодействия человека с окружающей внешней средой.

Быстрые темпы урбанизации и индустриализации нашего общества сопровождаются резким истощением природных водных ресурсов всех стран мира. С одной стороны, они в больших количествах используются для нужд населения и растущего промышленного производства, а с другой стороны, водоемы все более и более загрязняются сточными водами городов и предприятий (Петрик, 1963; А.А.Зенин с соавт., 1968; Я.И. Костовецкий, 1970; Н.Ф.Измеров, 1970; Costeau , 1971; Fish , 1971; Jacob , 1972; Wendorff , 1972; Price , 1972).

Неизбежное увеличение количества сточных вод в условиях дальнейшего роста производительности промышленных объектов при принятых технологических процессах придает проблеме санитарной охраны водоемов особую актуальность как в СССР, так и за рубежом.

Загрязнение поверхностных вод в наиболее густонаселенных и промышленно развитых странах мира достигло такого уровня, что угрожает здоровью и благополучию населения, вызывает ограничение водопользования и нарушает экологическую систему.

Помимо патогенных микроорганизмов и вирусов в последние годы стали представлять опасность химические загрязнители, в том числе и тяжелые металлы, концентрации которых в водоемах все возрастают. Многие химические соединения при длительном действии на человека способны оказать токсический, генетический, канцерогенный и другие эффекты. В связи с этим охрана водных источников от загрязнения, обработка и обезвреживание бытовых и промышленных сточных вод затрагивают важные с точки зрения гигиенической науки и практики вопросы.

Несмотря на значительное внимание, которое уделяется водоснабжению населенных мест, методам очистки сточных вод промышленных объектов, гигиеническому нормированию вредных веществ в воде водоемов, охрана и рациональное использование водных ресурсов все еще не нашли должного разрешения. Во многих отраслях промышленности, в том числе и медеплавильной, не в полной мере изучены условия стокообразования, их связь с технологическими режимами. Не всегда внедряются в практику даже разработанные эффективные методы очистки промышленных сточных вод от химических соединений, а также оборотные циклы водоснабжения промышленных предприятий и др. Недостаточно полно изучено действие на организм комплексов токсических веществ, обнаруживаемых в водоемах в связи со спуском недоочищенных или совсем

неочищенных промышленных сточных вод.

Решение вопросов защиты водоёмов для Урала представляет особую значимость, поскольку крупные объекты горнорудной, металлургической и медеплавильной промышленности размещены в бассейнах рек, имеющих важное народнохозяйственное значение.

Среди ряда отраслей промышленности, получивших развитие на Урале, ведущее место принадлежит цветной металлургии. Урал занимает одно из первых мест в нашей стране по производству драгоценных и цветных металлов, включая и черновую медь. По народнохозяйственному плану предусматривается дальнейшее повышение выпуска меди на 30–40%.

Современные медеплавильные комбинаты, в отличие от довоенных, получавших только черновую медь, являются крупными химико-металлургическими предприятиями с значительным потреблением воды и образованием производственных стоков. В практике обогащения 1 т руды и металлургической переработки 1 т сырья или флотационных концентратов используется около 100 $м^3$ воды, а количество образующихся при этом сточных вод составляет примерно 80–90 $м^3$.

Существенным источником загрязнения водных ресурсов в медной промышленности следует считать также и химические производства, которые получили развитие на базе утилизации отходов и комплексного использования сырья медеплавильных комбинатов. К ним относятся: сернокислотное, суперфосфатное и производство редких металлов.

Сложный химический состав перерабатываемого сырья, принятые водоёмкие технологические режимы получения меди и химической продукции обусловливают образование большого количества сточных вод, содержащих различные вредные вещества. Недостаточная степень очистки стоков перед отведением их в водоёмы создаёт, как правило, сложные санитарные ситуации.

Однако целенаправленных, систематических исследований по гигиенической оценке сточных вод и водоёмов, принимающих стоки медеплавильной промышленности, в Союзе практически не проводилось.

В связи с этим задачами наших исследований в медеплавильной промышленности предусматривалось:

1/ изучение условий формирования, количества и состава сточных вод, образующихся на различных этапах технологического процесса, а

также степени очистки их перед отведением в водоемы;

2/ динамическое исследование санитарно-гигиенического состояния водоемов, принимающих сточные воды;

3/ уточнение токсического действия на организм малых концентраций наиболее типичных и вместе с тем наиболее токсичных веществ, поступающих со сточными водами в водоем;

4/ гигиеническая оценка осуществленных мер по уменьшению загрязнения водоемов и обоснование рекомендаций по дальнейшему оздоровлению их.

В связи с особенностями технологических процессов, при которых сочетаются непрерывные и периодические сбросы, отбор проб сточных вод отдельных переделов и общего стока осуществлялся многократно в течение смен и суток в соответствии с действующими санитарными правилами. При гигиеническом исследовании водоемов были использованы общепринятые в Союзе методические приемы.

Состав сточных вод и водоемов оценивался по результатам полных химических анализов, которые включали как регламентируемые стандартные показатели, так и специфические соединения.

Оценка фактических концентраций вредных веществ, обнаруженных в открытых водоемах ниже места поступления сточных вод медеплавильных комбинатов, давалась с учетом расчетных средних месячных расходов воды рек.

Для углубленной гигиенической характеристики речных бассейнов, наряду с результатами собственных многолетних наблюдений, мы использовали материалы предыдущих исследований нашего института, а также данные Свердловской областной санитарно-эпидемиологической станции.

В ходе исследований установлено, что в течение длительного времени промышленные стоки медеплавильных комбинатов перед отведением в водоемы не подвергались эффективной очистке. Должный технический надзор за эксплуатацией очистных сооружений отсутствовал. Вследствие этого предприятия медеплавильной промышленности вызывали интенсивное загрязнение водных источников и ограничение водопользования. Например, только со сточными водами Медногорского медно-серного комбината в бассейн р.Сакмары поступало около 3000 т серной кислоты, 66 т мышьяка и 10 т в год железа.

Во всех изучаемых водоемах, принимающих стоки предприятий медe-

плавильной промышленности в течение десятилетий отмечалось наличие повышенных концентраций фенолов, цианидов, мышьяка, свинца, меди, цинка, никеля, железа и сульфатов. Как видно из рисунка I, кислотность воды Невьянского пруда колебалась от I,5 до 7,0 мг/экв в зимний период и от 2,9 до 4,0 мг/экв в летнюю межень. Наибольшие величины кислотности воды водоема отмечены нами после перевода обогатительной фабрики на работу с частичным оборотным циклом водоснабжения без одновременного решения вопроса нейтрализации стоков химического производства Кировградского комбината (КиМК).

За последние годы на предприятиях медеплавильной промышленности стали осуществляться меры по сокращению количества образующихся сточных вод и снижению степени их загрязнения. Наиболее важными из них являются:

- внедрение на обогатительных фабриках Среднего Урала бесфенольной и бесцианидной схем флотационного обогащения сульфидных руд;

- замена на Медногорском и частично на Кировградском комбинатах водной промывки сернистого газа на более прогрессивную кислотную, после которой промышленные отходы используются повторно в производстве;

- перевод на Медногорском комбинате промывных башен на испарительный режим работы;

- осветление сточных вод обогатительных фабрик в шламохранилищах;

- нейтрализация кислых сточных вод химических производств и медных рудников известью с последующим осветлением нейтрализованных стоков в отстойных прудах;

- взаимная нейтрализация щелочных стоков от обогатительных фабрик и кислых от химических производств;

- организация частичных оборотных циклов водоснабжения.

Указанные мероприятия позволили уменьшить суммарное количество сточных вод, отводимых в водоемы, примерно в 3 раза и снизить степень их загрязнения. В частности, в стоках медеплавильных комбинатов Среднего Урала перестали обнаруживаться фенолы и цианиды, снизилось содержание загрязняющих ингредиентов (таблица I).

Многолетнее наблюдение за санитарным состоянием водоемов свидетельствует об определенном положительном эффекте и некотором улучше-

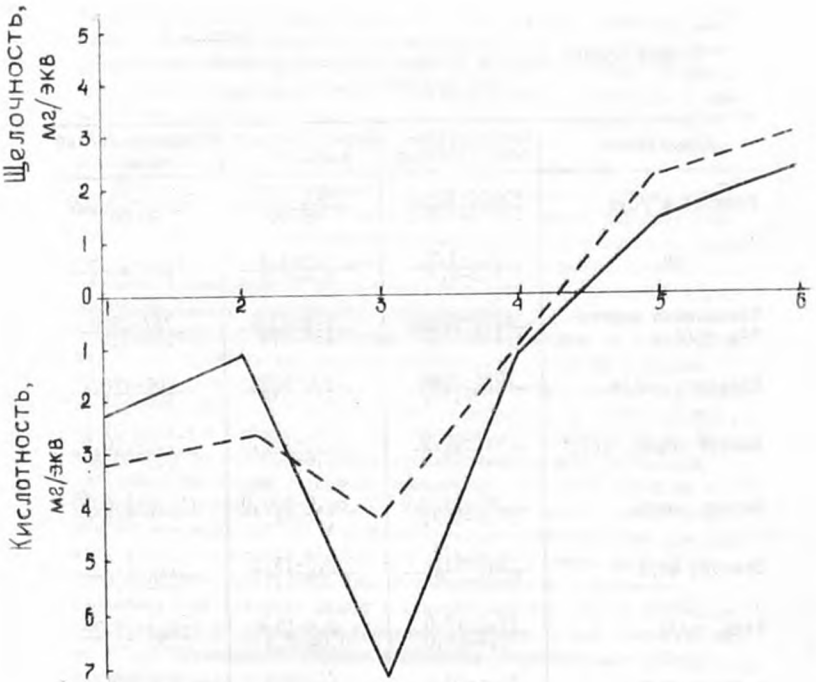

Рис. 1. Реакция среды воды Невьянского пруда

1- до очистки шахтных вод Белореченского рудника
2- после пуска в эксплуатацию станции нейтрализации на Белореченском руднике с отстойным прудом
3- после перевода обогатительной фабрики на частичный водооборот
4- после строительства сооружений для нейтрализации кислых стоков химпроизводства КиМК
5- после реконструкции осветительной плотины на Белореченском руднике
6- после реконструкции очистных сооружений на химпроизводстве

—— Зима –·– – Лето

Таблица I

Состав общего выпуска сточных вод медеплавильных предприятий Среднего Урала

Показатели	Красноуральский комбинат	Кировградский комбинат	Среднеуральский завод
Расход, $м^3$/сут.	55000-70000 10000-12000	72000-95000 45700	80000-100000 60000
PH	3,0-3,7 5,3-6,4	3,9-4,7 5,4-7,4	10,0-12,5 9,0-11,4
Взвешенные вещества, мг/л	2200-39600 166-1400	878-2300 134-974	737-1600 104-324
Сульфаты, мг/л	1055-2288 700-1590	1500-4000 237-536	700-1700 570-633
Железо общее, мг/л	4,2-20,0 0,6-12,5	23,0-199,0 1,6-3,0	17,0-210,0 0,3-50,0
Мышьяк, мг/л	140-1400,0 13,2-189,0	80,0-500,0 1,6-34,5	110,0-1300,0 5,5-204,0
Свинец, мг/л	1,6-4,1 0,06-2,9	2,0-13,5 0,09-1,7	1,2-3,3 0,08-2,4
Медь, мг/л	15,0-47,0 0,4-25,0	2,4-15,0 0,04-2,3	3,3-19,0 0,07-34,0
Фтор, мг/л	30,4-70,8 12,3-33,5	1,9-3,3 1,0-2,4	0,8-1,7 1,1-2,1
Цианиды, мг/л	1,4-2,3 не обн.	2,0-2,7 не обн.	2,9-3,3 не обн.
Фенолы, мг/л	0,9-1,8 не обн.	0,5-2,1 не обн.	1,1-2,4 не обн.

В числителе - количество и состав стоков до внедрения оздоровительных мероприятий;

в знаменателе - количество и состав стоков после осуществления оздоровительных мероприятий.

нии состава воды рек, несмотря на продолжающееся интенсивное развитие медеплавильной промышленности. В результате внедрения ряда про-

грессивных технологических операций на Медногорском комбинате водоемы Южного Урала испытывают неблагоприятное влияние стоков предприятия только на верхних маловодных участках. В водоемах Среднего Урала исчезли высокотоксичные соединения фенолов и цианидов, в зимний период перестали регистрироваться кислоты, существенно снизилось содержание основных загрязняющих соединений. В летнюю межень водоемы не испытывают дефицита растворенного кислорода.

Однако необходимо подчеркнуть, что до настоящего времени очистке сточных вод от мышьяка и фтора все еще не уделено должного внимания. Вместе с тем наращивание производственных мощностей предприятий, использующих сырье с высоким содержанием мышьяка, приводит к увеличению концентраций этого элемента в воде. Так, до пуска в эксплуатацию цеха по производству серной кислоты в р.Чусовой ниже поступления сточных вод Среднеуральского завода мышьяк не обнаруживался. После строительства сернокислотного цеха в водоеме в первом пункте неорганизованного водопользования появились соединения мышьяка, превышающие предельно допустимые концентрации в зимний период до 10 раз, а в летний - до 2 раз. Наращивание мощностей по производству серной кислоты при обычных уровнях расхода воды обусловили дальнейшее повышение содержания мышьяковых соединений зимой до 10,0 мг/л и летом - до 0,75 мг/л (при ПДК 0,05 мг/л). Особенно высокие концентрации мышьяка в р.Чусовой зарегистрированы нами при переходе завода на переработку сырья с наибольшими примесями мышьяка (рис.2). Проводимые в этот период оздоровительные мероприятия (взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод Среднеуральского завода) не обеспечили требуемого эффекта, о чем свидетельствуют данные последующего периода наблюдения. Отрицательное влияние мышьяксодержащих сточных вод Среднеуральского завода прослеживается на расстоянии 100 и более км ниже выпуска стоков.

Пуск в эксплуатацию сернокислотного цеха и наращивание в последнее десятилетие мощностей на Красноуральском комбинате, без радикального решения вопроса охраны водоемов, вызвало повышение концентраций мышьяка в р.Туре. Взаимная нейтрализация стоков сернокислотного цеха и обогатительной фабрики не дала должного эффекта. И лишь только строительство станции нейтрализации и частичного оборотного цикла водоснабжения позволило несколько снизить содержание мышьяковых соединений в воде водоема. Однако при снижении расходов воды в реке концентрации мышьяка до сих пор превышают ПДК (рис.3). Представляют

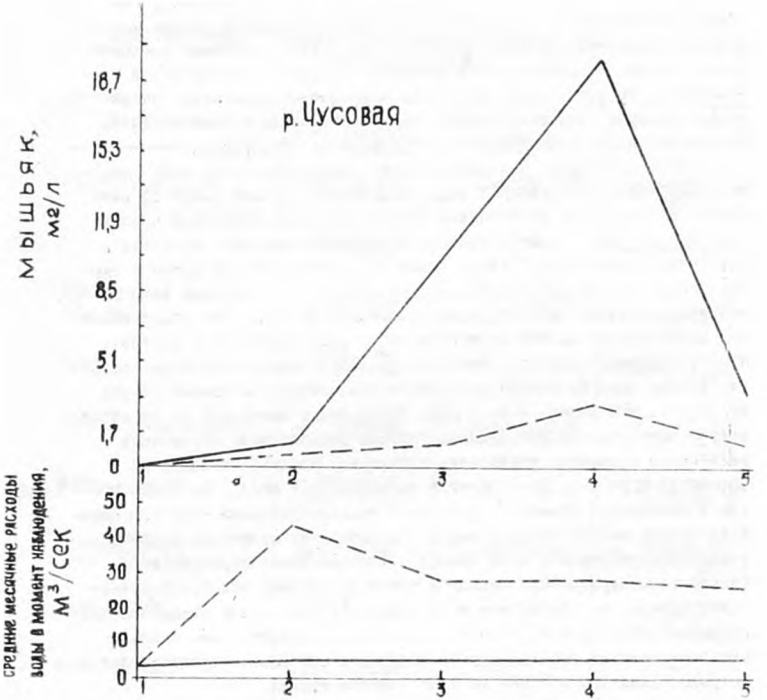

Рис. 2. Содержание мышьяка и расходы воды

1- до строительства сернокислотного цеха
2- после строительства сернокислотного цеха
3- после наращивания мощности сернокислотного цеха
4- после перехода на переработку сырья с наибольшими примесями мышьяка
5- после организации взаимной нейтрализации кислых и щелочных стоков

—— Зима – – – Лето

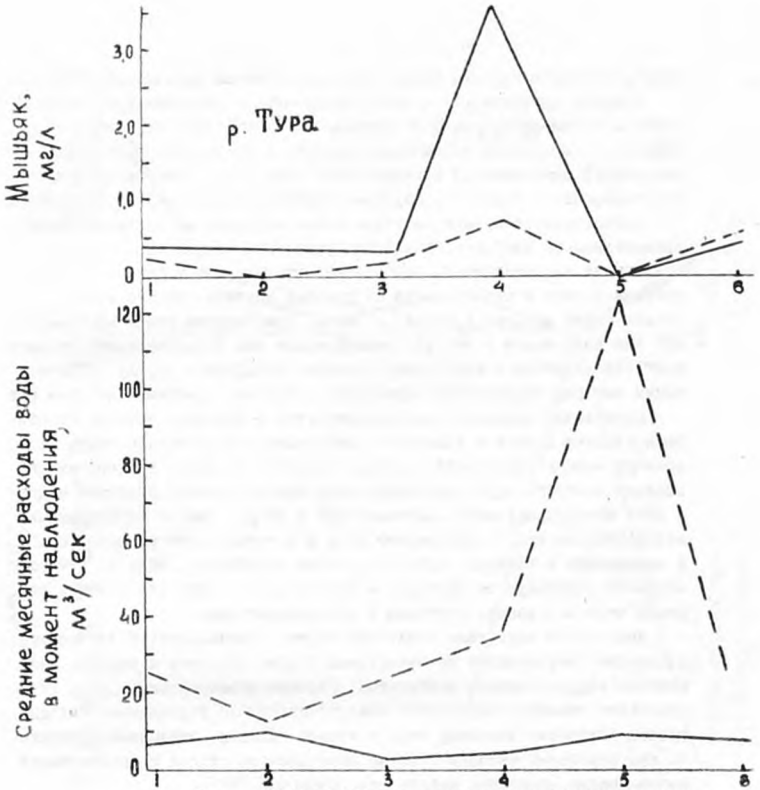

Рис. 3. Содержание мышьяка и расходы воды

1- до наращивания мощности сернокислотного цеха
2- после строительства I^ой очереди Сорынского шламонакопителя
3- после строительства II^ой очереди Сорынского шламонакопителя
4- после строительства II^ой очереди сернокислотного цеха
5- после внедрения временной нейтрализации стоков в накопителе с частичным водооборотом
6- после нейтрализации стоков по постоянной схеме и использования мышьяксодержащего сырья Учалинского месторождения

—— Зима – – – Лето

угрозу и фторсодержащие стоки от суперфосфатных производств.

В целом невыполнение полного комплекса по максимальному сокращению промышленных стоков и эффективной их очистке, отсутствие борьбы с отложениями токсических веществ в руслах рек (источником вторичного загрязнения) являются теми факторами, которые продолжают поддерживать водоемы в неудовлетворительном санитарном состоянии.

Неблагоприятное влияние сточных вод предприятий медеплавильной промышленности наиболее отчетливо проявляется в маловодные годы вследствие недостаточного разбавления сточных вод и низкой способности водоемов к самоочищению от вредных веществ. Помимо высоких концентраций мышьяка и фтора, в реках, принимающих стоки комбинатов, все еще содержатся и другие специфические для медеплавильной промышленности элементы - медь, цинк, свинец, сульфаты и другие, концентрации которых периодически превышают допустимые уровни в десятки раз.

Содержание отдельных цветных металлов в водоемах зависит от степени очистки стоков и условий их отведения, что наглядно видно на примере концентраций меди в р.Туре (рис.4). До пуска в эксплуатацию станции нейтрализации (на Красногвардейском руднике) величина меди в реке достигала I мг/л, превышая ПДК в IO раз. После осуществления нейтрализации стоков содержание меди в водоеме резко уменьшается. В дополнение к нейтрализации сооружение накопителя, вода из которого частично используется повторно в производстве, приводит также к снижению меди в водоеме, особенно в многоводные годы.

Полученные материалы свидетельствуют о необходимости дальнейшего выполнения мероприятий по санитарной охране водоемов в районах размещения медеплавильных комбинатов. Главным мероприятием в этом направлении является дальнейшее совершенствование технологических процессов получения черновой меди и серной кислоты, внедрение в практику прогрессивных методов очистки промышленных стоков с организацией более полных оборотных циклов водоснабжения.

Поскольку длительный сброс неочищенных сточных вод предприятий медеплавильной промышленности привел к интенсивному заиливанию дна водоемов, целесообразно также уделить большое внимание и санации русел рек от многолетних отложений промышленных отходов комбинатов.

Учитывая, что для гигиены представляют существенный интерес медико-биологические исследования по выявлению значения малых концентраций ряда токсических веществ, поступающих в водоемы со сточными водами, нами выполнена хроническая пероральная затравка 9 серий белых

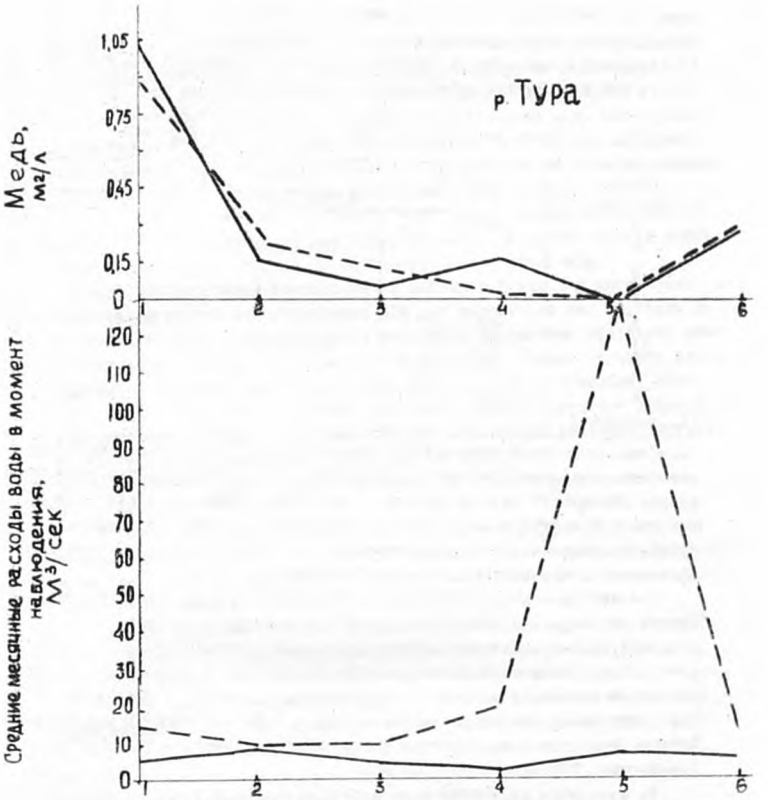

Рис. 4. Содержание меди и расходы воды

1- до очистки шахтных вод Красногвардейского рудника и стоков комбината
2- после очистки шахтных вод рудника
3- после строительства I-ой очереди Сорьинского накопителя
4- после строительства II-ой очереди Сорьинского накопителя
5- после внедрения временной нейтрализации стоков в накопителе с частичным водооборотом
6- после нейтрализации стоков по постоянной схеме

—— Зима. ––– Лето

крыс неорганическими водорастворимыми соединениями – нитратом свинца, сульфатом меди и мышьяковисто-кислым натрием. Изучаемые элементы вводились в организм подопытных животных в течение 7 месяцев на уровне ПДК в различных сочетаниях, а также I/3 от ПДК (таблица 2).

Таблица 2

Группы животных и дозировки изучаемых веществ[x]

Группы животных	Свинец	Мышьяк	Медь
	мг/кг веса		
I	ПДК-0,005		
II		ПДК-0,0025	
III			ПДК-0,005
IУ		ПДК-0,0025	ПДК-0,005
У	ПДК-0,005		ПДК-0,005
УI	ПДК-0,005	ПДК-0,0025	
УII	ПДК-0,005	ПДК-0,0025	ПДК-0,005
УIII	I/3 ПДК-0,0016	I/3 ПДК-0,00083	I/3 ПДК-0,0016
IX (контроль)	–	–	–

Токсическое действие свинца, мышьяка и меди на экспериментальных животных оценивалось по весу, поведению, условнорефлекторной деятельности, активности ряда ферментов, содержанию пировиноградной кислоты в крови и сульфгидрильных групп в ткани печени и головного мозга, уровню накопления вводимых элементов в отдельных тканях, а также патоморфологическим изменениям во внутренних органах.

Результаты токсикологических исследований подвергались статистической обработке. Сравнение двух средних величин проводилось по Стьюденту-Фишеру. Для определения характера токсического действия при одновременном поступлении в организм свинца, мышьяка и меди и их различных сочетаний наиболее чувствительные показатели функционального состояния экспериментальных животных были подвергнуты математической обработке с применением метода дисперсионного анализа (Н.А. Плохинский, 1961).

Из изученных элементов лишь мышьяк и медь при изолированном поступлении в организм на уровне ПДК не вызывают изменений условнорефлекторной деятельности и биохимических показателей. Свинец даже в

x) – Дозировки соответствуют ПДК в воде водоемов.

малых дозах (на уровне ПДК) при длительном поступлении в организм оказывает токсическое действие на высшую нервную деятельность (рис.5) и на окисление пировиноградной кислоты. Токсический эффект усиливается при дополнительном введении в организм меди или мышьяка. У экспериментальных животных, подвергавшихся сочетанному действию свинца и меди или свинца и мышьяка, с увеличением периода экспозиции отмечено нарастание тормозных процессов в коре головного мозга.

Совместное введение в организм всех 3-х изучаемых элементов на уровне ПДК для каждого из них сопровождалось еще более резким усилением токсического эффекта по всем изучаемым показателям.

При одновременном поступлении в организм 2 или 3-х химических веществ на уровне индивидуальных ПДК для каждого из них выявлены некоторые интересные особенности в характере накопления отдельных элементов в тканях организма подопытных животных. Свинец повышает депонирование мышьяка в ткани головного мозга и крови, а мышьяк, наоборот, несколько снижает уровень накопления свинца в костной ткани и головном мозгу. Медь в меньшей степени, чем мышьяк уменьшает материальную кумуляцию свинца во внутренних органах. В то же время медь резко увеличивает содержание мышьяка в костной ткани и головном мозгу (таблицы 3 и 4).

В целом характер комбинированного действия изученных элементов проявляется в суммации токсического эффекта с некоторым потенцированием, что доказано статистической обработкой материала методом дисперсионного анализа.

Степень влияния организованных факторов в эксперименте значительно превалирует над степенью влияния неорганизованных факторов. Это подтверждает, что изменения,наблюдаемые в опыте, вызваны, в основном, влиянием изучаемых элементов. По всем показателям наиболее существенным оказалось влияние свинца. Так, степень влияния свинца на величину латентного периода на свет определилось самой высокой величиной - до 46%, а на концентрацию пировиноградной кислоты в крови экспериментальных животных - до 24% (табл.5 и 6).

Наряду с этим результаты исследований свидетельствуют о том, что ранее принятый норматив допустимого содержания свинца в воде водоемов завышен.

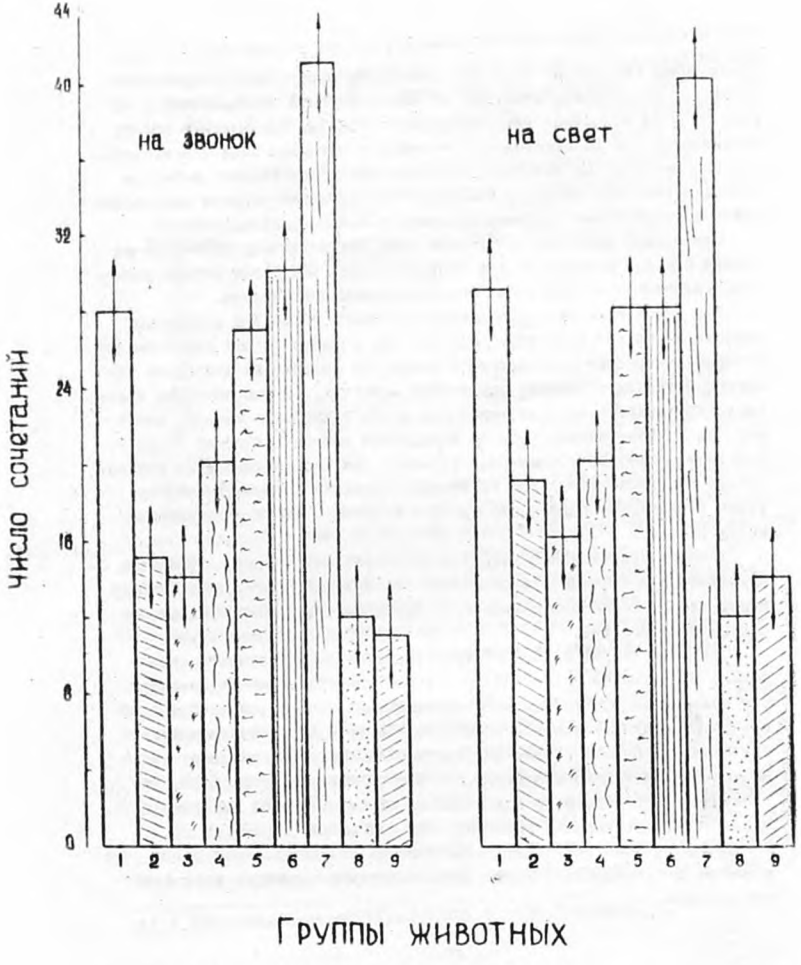

Рис. 5. Укрепление условного рефлекса на звонок и свет

Таблица 3

Кумуляция свинца в костной ткани, внутренних органах и крови животных в конце хронической пероральной затравки, мкг%

Вещество и дозы	Статистические критерии	Печень	Почки	Бедро	Мозг	Кровь
Свинец ПДК	n	6	6	5	5	5
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	I6,0±2,2	30±5	266±47	6,4±I,3	34,4±5,3
	P	>0,05	>0,5	<0,05	>0,5	<0,0I
Свинец, мышьяк ПДК	n	5	7	7	5	5
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	7,5±I,2	23±6	I82±I6	5,6±0,94	2I,0±3,3
	P	>0,05	>0,5	>0,I	>0,5	>0,I
Свинец и медь ПДК	n	5	7	7	7	7
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	I3,I±2,8	2I±3	246±I8	8,0±I,7	30,I±4,8.
	P	>0,25	>0,25	<0,002	>0,25	<0,02>0,0I
Свинец, мышьяк и медь ПДК	n	8	8	6	8	5
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	20,0±3,2	28±6	370±23	8,0±I,5	27,0±0,53
	P	0,02	>0,5	<0,00I	0,25	<0,00I
Свинец, мышьяк и медь I/3 от ПДК	n	5	7	5	5	5
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	I3,0±0,8	24±2	I55±25	6,0±I,0	2I,4±I,8
	P	>0,I	>0,5	>0,5	0	>0,05
Контроль	n	8	9	7	8	7
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	II,0±0,99	26±4	I49±I8	6,0±0,85	I6,0±I,8

Таблица 4

Кумуляция мышьяка в костной ткани, внутренних органах и крови животных в конце хронической пероральной затравки, мкг/

Вещество и дозы	Статистические критерии	Печень	Почки	Бедро	Мозг	Кровь
Мышьяк, ПДК	n	5	5	5	5	5
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	35,6±6,6	29,9±4,6	I9,8±2,7	23,2±3,7	I75,4±I5
	P	0,I	>0,25	>0,25	0,I	>0,05
Мышьяк и свинец ПДК	n	5	5	5	5	5
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	28,8±2,2	30,2±5	22,0±3,7	30,5±4,4	I95,5±26
	P	>0,I	0,25	>0,25	<0,02	>0,05
Мышьяк и медь ПДК	n	5	5	5	5	5
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	26,6±3,6	5I,5±5,I	29,4±3,9	44,9±6,7	I58,6±25
	P	0,5	<0,00I	<0,05>0,0I	<0,0I	>0,5
Мышьяк, свинец и медь ПДК	n	6	6	5	6	6
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	27,2±3,7	34,6±I,4	26,7±2,6	32,2±2,8	I64,9±II
	P	>0,25	<0,00I	<0,05>0,0I	<0,00I	0,I
Мышьяк, свинец и медь I/3 от ПДК	n	6	9	7	6	8
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	25,7±I,4	29,6±I,9	20,3±2,I	I7,9±I,6	I52,6±I3
	P	>0,5	0,25	0,25	>0,25	>0,25
Контроль	n	9	9	8	6	8
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	23,5±2,9	23,6±2,3	I7,3±I,8	I5,5±I,8	I4I,8±6,9

Таблица 5

Степень влияния свинца, мышьяка и меди и их сочетаний в дозах, равных ПДК, на величину латентного периода условного рефлекса на свет

	Степень влияния факторов							Организованные факторы	Неорганизованные факторы	Все факторы
	свинца	мышьяка	меди	свинца и меди	мышьяка и меди	свинца и мышьяка	свинца, мышьяка и меди			
Дисперсия C_I	0,8	0	0,004	0,04	0,04	0,2	0,04	I,I	0,72	I,82
Дисперсия C	0,9	0	0,004	0,04	0,04	0,2	0,05	I,2	0,7	I,9
Степень влияния факторов	0,46	0	0,02	0,02	0,02	0,I	0,03	0,63	0,37	I,0
Число степеней свободы	I	I	I	I	I	I	I	7	36	43
Девиаты	0,9	0	0,004	0,04	0,04	0,2	0,05	0,I7	0,02	
Показатель достоверности	44,5 >0,999	0 <0,95	0,2 <0,95	2 <0,95	2 <0,95	I0 >0,999	2,5 <0,95	8,5 >0,999		

Таблица 6

Степень влияния свинца, мышьяка и меди и их сочетаний в дозах, равных ПДК, на концентрацию пировиноградной кислоты в крови экспериментальных животных

Показатели	Степень влияния факторов							Организованные факторы	Неорганизованные факторы	Все факторы
	свинца	мышьяка	меди	свинца и меди	мышьяка и меди	свинца и мышьяка	свинца, мышьяка и меди			
Дисперсия	9,5	0,I	0,I	0,09	0,3	5,25	3,I7	3I,28	8,42	39,6
Степень влияния факторов	0,24	0,002	0,002	0,00I	0,006	0,I3	0,08	0,76	0,24	I
Число степеней свободы	I	I	I	I	I	I	I	7	46	53
Девиаты	9,5	0,I	0,I	0,09	0,3	5,25	3,I7	4,47	0,I8	
Показатель достоверности	52,7 >0,999	0,55 <0,95	0,55 <0,95	0,5 <0,95	I,6 <0,95	2I,86 >0,999	I6 >0,999	93,54 >0,999		

Выводы

I. Водоемкость технологических процессов и отсутствие эффективной очистки сточных вод медеплавильных комбинатов Урала в течение длительного времени обусловливали интенсивное загрязнение открытых водоемов.

2. Осуществление в последние годы на предприятиях медеплавильной промышленности ряда технологических и санитарно-технических мер позволило существенно сократить количество производственных сточных вод и снизить степень их загрязнения.

3. Улучшение состава сточных вод оказало положительное влияние и на санитарное состояние открытых водоемов в районах размещения предприятий медеплавильной промышленности - в реках ниже сброса стоков изучаемых комбинатов исчезли такие химические соединения, как фенолы и цианиды, уменьшились концентрации цветных металлов, железа, сульфатов, взвешенных веществ. Улучшилась также и концентрация водородных ионов в воде водоемов.

4. Выполнение не в полном объеме оздоровительных мероприятий поддерживает в ряде случаев неудовлетворительное санитарное состояние водоемов, принимающих сточные воды медеплавильных комбинатов, особенно проявляющееся при низких расходах воды. В отдельных водоемах обнаруживаются периодически кислоты, щелочи, медь, цинк, железо, сульфаты и др.

5. Медленное решение вопросов разработки и внедрения эффективных методов обезвреживания стоков от мышьяка и фтора влечет за собой постоянное поступление их в водоемы.

6. Дополнительным источником загрязнения водоемов являются многолетние отложения в поймах и руслах рек промышленных отходов, содержащих высокотоксичные вещества.

7. Экспериментальные исследования подтверждают, что одновременное поступление в малых концентрациях свинца, мышьяка и меди (даже на уровне ПДК) оказывает неблагоприятное влияние на организм теплокровных животных. Характер комбинированного действия проявляется в суммации токсического эффекта с некоторым потенцированием.

8. При длительном изолированном введении свинца с питьевой водой на уровне принятой ПДК (0,I мг/л) в организме наблюдаются изменения высшей нервной деятельности, нарушение метаболизма его и

др., что свидетельствует о целесообразности снижения предельно допустимой концентрации этого элемента в воде водоемов.

9. Наличие комплекса химических веществ в водоемах, токсическое действие которого проявляется при концентрациях на уровне предельно допустимых для каждого отдельного вещества, исключает впредь до выполнения оздоровительных мероприятий использование бассейнов р.р.Туры и Чусовой ниже выпуска стоков медеплавильных комбинатов в качестве централизованного источника питьевого водоснабжения населенных мест.

IO. Гигиенические исследования подтверждают необходимость радикального решения вопроса санитарной охраны водоемов, принимающих сточные воды предприятий медеплавильной промышленности. Для этого следует выполнить следующий комплекс первоочередных мероприятий:

- провести дальнейшее усовершенствование технологических процессов по снижению водоемкости предприятий, максимально сократить потребление свежей воды, образование и отведение промышленных сточных вод в водоемы за счет осуществления более полного внедрения оборотного водоснабжения;
- разработать и внедрить в практику высокоэффективные методы очистки стоков от токсических соединений мышьяка и фтора;
- интенсифицировать наращивание производительности предприятий только при одновременном внедрении мероприятий по охране водных ресурсов;
- разработать и внедрить более совершенные методы утилизации и обезвоживания шламов и осадков, получаемых как в процессе технологии, так и при нейтрализации сточных вод;
- осуществить санацию территории в поймах рек, являющихся источником вторичного загрязнения водоемов;
- разработать и внедрить экспрессные, специфические и высокочувствительные методы анализа сточных вод;
- улучшить техническое состояние и эксплуатацию действующих очистных сооружений;
- разработать и внедрить в практику измерительную аппаратуру по автоматизации контроля за состоянием очистки и количества сбрасываемых в водоем сточных вод и степенью загрязнения открытых водоемов.

Публикации по теме диссертации:

I. Санитарно-гигиеническая оценка эффективности мероприятий, проведенных в 1959-1966 г.г. по оздоровлению водоемов Свердловской области. Материалы четвертой научно-практической конференции Свердловской областной и городской санитарно-эпидемиологических станций, Свердловск, 1969 (совместно с А.Н.Ощепковой, Е.И.Дубровской, В.М.Казаковой).

2. Опыт работы по санитарному контролю за состоянием водоемов Свердловской области. Материалы Республиканской научной конференции по проблемам гигиены водоснабжения и санитарной охраны водоемов, Пермь, 1969 (совместно с А.Н.Ощепковой, Е.И.Дубровской, В.М.Казаковой).

3. Гигиеническая оценка эффективности мероприятий по охране водоемов от загрязнения сточными водами предприятий цветной металлургии. Материалы Всесоюзной конференции по гигиене воды и санитарной охране водоемов, Москва, 1969 (совместно с К.П.Селянкиной, В.Г.Надеенко, В.Г.Ленченко).

4. Некоторые данные к гигиенической оценке мероприятий по оздоровлению водоемов, принимающих сточные воды Красноуральского медеплавильного завода. Вопросы гигиены труда, санитарной охраны атмосферного воздуха и водоемов на промышленных предприятиях, Свердловск, 1971.

5. Изменение химического состава воды водоисточников в результате отведения сточных вод предприятий цветной металлургии в пруды-накопители и шламоотстойники. Вопросы гигиены труда, санитарной охраны атмосферного воздуха и водоемов на промышленных предприятиях, Свердловск, 1971 (совместно с В.Г.Надеенко).

6. Мероприятия по оздоровлению водоемов в районах размещения предприятий цветной металлургии. Методы очистки промышленных сточных вод, проектирование, строительство и эксплуатация очистных сооружений и хвостовых хозяйств предприятий цветной металлургии, Алма-Ата, 1972 (совместно с К.П.Селянкиной, В.Г.Надеенко).

7. Санитарно-гигиеническая оценка промышленных стоков медеплавильных комбинатов и мероприятий по оздоровлению водоемов. Методы очистки промышленных сточных вод, проектирование, строительство и эксплуа-

тация очистных сооружений и хвостовых хозяйств предприятий цветной металлургии, Алма-Ата, 1972.

8. Санитарно-токсикологическая оценка малых концентраций свинца, мышьяка и меди при одновременном присутствии в воде водоемов. Вопросы гигиены труда и профессиональной патологии в металлургии, Москва, 1972.

9. О материальной кумуляции химических элементов при одновременном поступлении их в организм в малых дозах. Материалы УП научно-практической конференции санитарно-эпидемиологической службы Свердловской области, Свердловск, 1974 (совместно с М.С.Садиловой, К.П.Селянкиной).

ПОДПИСАНО К ПЕЧАТИ 7/УI 1974 г. ФОРМАТ 60x84 1/16
ОБЪЕМ 1,5 ПЧ.Л. ТИРАЖ 200 ЗАКАЗ 1108

ЦБХ № 4 ОБЪЕДИНЕНИЯ "ПОЛИГРАФИСТ",
СВЕРДЛОВСК, ТУРГЕНЕВА, 20