

Е. Д. Савилов, Л. Ф. Яныгина

САНИТАРНАЯ ОХРАНА ВОДОЕМОВ В СВЯЗИ С ДОБЫЧЕЙ И ОБОГАЩЕНИЕМ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ

Новосибирский научно-исследовательский санитарный институт

С завершением строительства Байкало-Амурской магистрали начнется более интенсивная эксплуатация ряда рудных месторождений. Для планирования на современном научном уровне мероприятий по санитарной охране водоемов была целенаправленно изучена подотрасль редких металлов на примере действующих типичных рудников и фабрик по обогащению руд в восточных районах страны.

Установлено, что сточные воды рудников редкометаллической подотрасли после отстаивания содержат взвешенных веществ до 55 мг/л, железа (общее) 0,8—4,6 мг/л, мышьяка 0,1—0,4 мг/л, марганца до 1,4 мг/л, меди до 2,5 мг/л и ряд других элементов. Рудничные воды умеренно минерализованы. Их сухой остаток не превышает 1000 мг/л. Загрязнение рудничных вод органическими веществами бытового происхождения по показателю БПК₅ достигает 13 мг/л при высокой степени бактериальной обсемененности. Рудничные воды после очистки в ряде случаев сбрасываются в открытые водоемы.

Были обследованы рудообогатительные фабрики с замкнутым водным циклом, а также производящие периодический и постоянный сброс сточных вод в водоемы. На фабриках сточные воды формируются в 2 звеньях технологической цепи: в процессах гравитации и флотации. Отведение сточных вод характеризуется выраженной равномерностью при значительном количественном колебании — от 4000 до 54 000 м³/сут. Очистка сточных вод фабрик осуществляется в шламохранилищах.

Сточные воды рудообогатительных фабрик содержат взвешенных веществ 9160—96 900 мг/л, железа 0,25—4,0 мг/л, меди 0—20,6 мг/л, марганца 0—0,13 мг/л, мышьяка 0—0,8 мг/л, цинка 0—6,5 мг/л, а также некоторые другие микроэлементы, содержание которых зависит от состава обогащаемых руд. Основным отличием качественного состава

Среднесмертельные дозы флотореагента ИМ-50 и ГК при пероральном поступлении в организм экспериментальных животных (в мг/кг)

| Вещество | Белые мыши | Белые крысы |
|--------------------|-----------------------|-------------------|
| ИМ-50 | 4950 (3367 ÷ 7276) | 9200 (5575 15180) |
| ГК С ₆ | 1900 (1118 ÷ 3230) | 3200 |
| ГК С ₇ | 2830 (2088 ÷ 3849) | 4700 |
| ГК С ₈ | 8820 (6582 ÷ 11819) | 10700 |
| ГК С ₉ | 15000 (13215 ÷ 17025) | > 16000 |
| ГК С ₁₀ | 20750 | > 16000 |

сточных вод, образующихся на стадии флотации, является содержание в них флотореагентов, концентрация которых в сточных водах даже после очистки в шламохранилищах может оставаться значительной: ИМ-50 0 — 11,3 мг/л, ксантогенаты 0—1,0 мг/л, сосновое масло 0,4—1,2 мг/л, Т-66 до 1,0 мг/л.

В шламохранилищах при очистке сточных вод достигается лишь некоторое их осветление с увеличением прозрачности до 5—7 см и уменьшением содержания взвешенных веществ

(до 30—280 мг/л) и флотореагентов; концентрация макро- и микроэлементов при этом практически не изменяется. Остаточные количества флотореагентов были определены в воде водоемов у пункта водопользования.

Одним из наиболее перспективных в редкометаллической подотрасли цветной металлургии является флотореагент ИМ-50. Он представляет собой маслянистую пасту и состоит из смеси гомологов гидроксамовых кислот (ГК): капронГК (С₆), знантГК (С₇), каприлГК (С₈), пеларгонГК (С₉) и капринГК (С₁₀). Растворимость ГК в воде с увеличением молекулярного веса снижается от 4,63% для капронГК до 0,005% для капринГК.

При проведении экспериментальных исследований по обоснованию ПДК флотореагента ИМ-50 и составляющих его ГК в воде водоемов было установлено, что порог неприятного запаха (1 балл) составляет для технического ИМ-50 1 мг/л, для химически чистых ГК: С₆ — 50 мг/л, С₇ — 200 мг/л, С₈ — 100 мг/л, С₉ — 5 мг/л и С₁₀ — 10 мг/л. При нагревании и хлорировании воды, содержащей ИМ-50 и отдельные ГК, посторонних привкусов, окраски и дополнительных запахов не появлялось. Путем прямого определения флотореагента ИМ-50 установлено, что он обладает выраженной стабильностью в воде.

Подобно другим органическим кислотам (Н. В. Гринь), флотореагенты ИМ-50 и ГК С₆—С₁₀ могут оказывать отрицательное влияние на санитарный режим водоемов, что проявляется увеличением БПК₂₀. Недействующие концентрации по динамике БПК₂₀ для ИМ-50 и ГК С₆—С₁₀ установлены на одном уровне — 0,1 мг/л. Флотореагенты ИМ-50 и ГК обладают поверхностно-активными свойствами. Пороговые концентрации по вспениванию для ИМ-50 и ГК С₇—С₁₀ составляют 2 мг/л, а для ГК С₆—1 мг/л. Влияние флотореагента ИМ-50 и составляющих его ГК на организм изучено в широком санитарно-токсикологическом эксперименте. Среднесмертельные дозы ИМ-50 при внутрижелудочном введении составляют для белых мышей 4950 мг/кг, для крыс 9200 мг/кг. В гомологическом ряду ГК С₆—С₁₀ среднесмертельные дозы возрастают с увеличением углеводородной цепи (см. таблицу). Функции наклона прямых токсического эффекта для ИМ-50 и ГК С₆—С₁₀ оказались параллельными. Следовательно, эти соединения характеризуются одинаковым спектром токсического действия и могут быть подвергнуты сравнительной токсикологической оценке. Флотореагент ИМ-50 при внутрижелудочном поступлении в организм оказывает выраженное кумулятивное действие. У ГК С₆—С₈ кумулятивные свойства выражены более умеренно.

В подостром эксперименте при внутрижелудочном введении различным группам крыс флотореагентов ИМ-50, ГК, С₆ и С₈ в дозах соответственно 450, 250 и 1000 мг/кг подтверждена идентичность резорбтивного действия этих веществ. При этом обнаружено преимущественное влияние их на систему крови, выразившееся в снижении содержания гемоглобина и количества эритроцитов. Обнаружено ингибирование фермента пероксидазы и повышение активности холинэстеразы в крови. С учетом одинакового действия флотореагента ИМ-50 и ГК на организм решено провести хронический санитарно-токсикологический эксперимент только с знантгидроксамовой кислотой (ЭГК), являющейся основным и одним из наиболее токсичных компонентов флотореагента ИМ-50. ЭГК вводили крысам-самцам в желудок в дозе 0,5—50 мг/кг в течение 6 мес. С учетом результатов подострого опыта, а также данных литературы в хроническом опыте было изучено влияние ЭГК на систему крови (содержание гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитарная формула), на окислительно-восстановительные процессы в организме (активность пероксидазы в крови, оксидантная активность сыворотки), на функциональное состояние печени (активность АЛТ и АСТ в сыворотке, SH-группы в цельной крови, содержание общего белка и белковые фракции в сыворотке крови, бромсульфолениновая проба, количество копропорфирина в моче). Действие ЭГК на нервную систему изучали по динамике хронаксий мышц-антагонистов и суммационно-пороговому показателю. В связи с тем что ГК являются реактиваторами холинэстераз (Wilson и Meislich; Wilson, цит. С. Н. Голиков и С. Д. Заугольников) и специфическими ингибиторами фермента уреазы (Barth и Michel), изучены активность ацетилхолинэстеразы и уровень мочевины в крови. У забитых крыс определены весовые коэффициенты и проведено морфологическое исследование внутренних органов.

В хроническом эксперименте испытаны дозы 50, 5 и 0,5 мг/кг на 1 кг веса. ЭГК в дозе 0,5 мг/кг при хроническом поступлении в организм с питьевой водой оказалась недействующей.

Результаты хронического санитарно-токсикологического эксперимента позволяют заключить, что ЭГК оказывает преимущественное действие на систему крови, функциональное состояние печени. Однако все изменения, вызванные хроническим действием ЭГК на организм, были кратковременными и в большинстве случаев нормализовались к концу хронического эксперимента.

В ы в о д ы

1. Сточные воды рудников и обогатительных фабрик редкометаллической подотрасли цветной металлургии загрязнены взвешенными веществами и ионами металлов. Промышленные стоки обогатительных фабрик отличаются незначительной прозрачностью, специфическим запахом и содержат флотореагенты.

2. Флотореагент ИМ-50 и составляющие его C_6-C_{10} гидроксамовые кислоты придают воде специфический запах.

3. Флотореагент ИМ-50 и ГК C_6-C_{10} стабильны в воде и могут оказывать отрицательное влияние на санитарный режим водоемов вследствие увеличения БПК.

4. ИМ-50 и ГК C_6-C_{10} оказывают идентичное токсическое действие. В условиях хронического опыта одна из наиболее токсичных кислот ЭГК влияет преимущественно на систему крови и функциональное состояние печени. Недействующая (подпороговая) по влиянию на теплокровный организм доза ЭГК составляет 0,5 мг/кг (10 мг/л).

ЛИТЕРАТУРА. Голиков С. Н., Заугольников С. Д. Реактиваторы холинэстераз. Л., 1970. — Гринь Н. В. — «Гиг. и сан.», 1958, № 12, с. 13—19. — Barth A., Michel H. - J. — «Pharmazi», 1971, Bd 26, S. 321—328.

Поступила 24/II 1976 г.