

**М. К. ХАЧАТРЯН**, Т. А. АСМАНГУЛЯН, Л. Г. АРУТЮНЯН

## САНИТАРНАЯ ОХРАНА ВОДОЕМОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В АРМЯНСКОЙ ССР

Цветная металлургия занимает важное место в промышленности Армянской ССР. Семилетний план развития народного хозяйства республики за 1959—1965 гг. предусматривает дальнейшее расширение добычи, обогащения и выплавки руд цветных металлов. Это, естественно, вызывает увеличение количества и сточных вод соответствующих объектов.

Основные предприятия промышленности цветной металлургии, являющиеся источником загрязнения водоемов общественного пользования нашей республики — это Каджаранский и Дастакертский медно-молибденовые, Кафанский медный комбинаты, Ахталская свинцовая обогатительная фабрика и Алавердский медно-химический комбинат. В настоящее время в реки Армении поступают в сутки более нескольких тысяч куб. м сточных вод лишь от предприятий цветной металлургии.

На обогатительных фабриках руда подвергается флотации, сущность которой заключается в следующем: тонко измельченная руда смешивается с водой в определенной пропорции (1 : 4, 1 : 5) и к полученной пульпе добавляются флотационные и другие реагенты, как-то: пенообразователи-терпенеол (Дастакертская фабрика), креозол (Ахталская фабрика) и так называемые коллекторы-ксантат, аэрофлот. Помимо этих, в процессе обогащения руд используются также серноокислая медь, цианистый натрий, серноокислый цинк, сульфид натрия, кальцинированная сода, тяжелый пиридин, керосин, негашеная известь и другие реагенты. После добавления реагентов полученную смесь подвергают энергичной продувке воздухом. В итоге на поверхности жидкости образующаяся пена с определенным металлом удаляется, и остаток (если нет необходимости вторичной флотации) в виде сточной воды опускается в близлежащий водоем.

Таким образом, после флотации полиметаллической руды, кроме так называемых хвостов — бесполезной, обедненной полезными ископаемыми размельченной руды — «пустой породы», содержащей в небольших количествах ряд металлов, сточные воды в растворенном состоянии могут содержать также различные соединения меди, свинца, молибдена, цинка, органические флотореагенты и пр.

Шахтные воды по происхождению являются обычными подземными водами, которые при разработке рудных месторождений проникают в глубокие горизонты, обогащаясь по пути движения различными химическими ингредиентами. Они накапливаются в определенных местах и при помощи насосов подаются на поверхность.

Сточные воды в Алавердском медно-химическом комбинате образуются в различных цехах — медеплавильном, серноокислотном и суперфосфатном. При плавке меди в отражательной и ватержакетной печах образующийся шлак спускается в общий сток комбината, где он, подвергаясь грануляции, уносится с водой. Эти стоки, кроме минеральных веществ, могут содержать и некоторые соединения металлов. К указанному стоку смешиваются сточные воды серноокислотного цеха, иногда очень богатые серной кислотой, и суперфосфатного цеха, содержащие некоторое количество фтористых соединений, соляной кислоты и поваренной соли. Следует отметить, что дебит сточных вод суперфосфатного цеха незначительный и потому не оказывает заметного влияния на общий сток комбината.

Как показали лабораторные исследования, а также наблюдения Т. А. Асмангуляна, проведенные в 1952—1953 гг., сточные воды (табл. I) предприятий цветной металлургии весьма богаты мельчайшими взвешенными веществами минерального происхождения. Их количество составляет в 1 литре воды от 46,8 г (Ахтальская фабрика) до 289,0 г (Кафанская фабрика). Со сточными водами указанных предприятий ежедневно поступает в реки республики несколько тысяч тонн взвешенных веществ. Это количество огромно по сравнению с общим расходом рек, составляющим по минимальному среднемесячному расчету всего 17,8 куб. м.

Производственным сточным водам обследованных предприятий, кроме Алавердского медно-химического комбината, характерен специфический запах, обусловленный применяемыми флотореагентами. Запах сточных вод исчезает в среднем при разведении 1 : 130—1 : 175. Содержание флотореагентов, в частности аэрофлота, колеблется в пределах 0,25—0,65 мг/л, ксантогенатов — до 0,15 мг/л. Концентрации обнаруженных флотореагентов нельзя считать высокими, однако при их совместном поступлении в водоемы сумма полученного количества уже значительна.

Значительно высока окисляемость, достигающая в среднем от 20,8 (Алавердский медно-химический комбинат) до 2490,0 мг/л  $O_2$  (Кафанская фабрика), что связано с большим количеством взвешенных неорганических веществ, содержащих неокисленные соединения металлов.

Обнаруженные в сточных водах концентрации металлов (меди, молибдена, свинца и др.) заслуживают внимания. Так, например, содержание меди в растворенном состоянии составляет в среднем от 0 до 7,6 мг/л, а во взвешенном состоянии — от 119,5 до 4150 мг/л; количество молибдена соответственно до 1,7 мг/л и до 13,8 мг/л, концентрации свинца в растворенном состоянии — от 0,003 до 3,0 мг/л. Различие в составе и концентрации сточных вод обогатительных фабрик обусловлено со-

Таблица 1  
Состав сточных вод предприятий цветной металлургии  
(средние данные)

Предприятия Ингредиенты	Кафанская рудо- обогагительная фабрика	Каджаранская рудообогагитель- ная фабрика	Дастакертская рудообогагит. фабрика	Ахталская рудообогагит. фабрика	Алавердский медно-хим. ком- бинат
Запах (при каких разведениях не ощущается) . . . . .	1:150	1:150	1:150	1:175	не обнару-
Реакция рН . . . . .	8,1	7,9	8,2	8,0	5,7
Взвешенные вещества (в мг/л) . . . . .	282,0	211,9	283,0	46,8	47,8
Окисляемость (в мг/л O <sub>2</sub> ) . . . . .	2490,0	561,0	1489,5	1752,0	20,8
Окисляемость после 2 ч. отстаива- ния (в мг/л O <sub>2</sub> ) . . . . .	33,4	118,0	67,5	55,1	14,6
Ксантаты (в мг/л) . . . . .	не обнару.	следы	—	0,15	—
Аэрофлот (дитиофосфаты, в мг/л)	0,63	0,65	—	0,25	—
Медь в растворенном состоянии (в мг/л) . . . . .	0,02	0,02	0,02	7,6	0,16
Медь в взвешенном состоянии (в мг/л) . . . . .	173,4	359,0	297,0	74,9	119,5
Свинец в растворенном состоянии (в мг/л) . . . . .	0,5	0,5	—	3,2	0,003
Свинец в взвешенном состоянии (в мг/л) . . . . .	—	—	—	182,5	—
Молибден в растворенном состоянии (в мг/л) . . . . .	не обнару.	1,7	0,8	—	—
Молибден в взвешенном состоянии (в мг/л) . . . . .	13,8	25,3	11,9	—	—
Цинк в растворенном состоянии (в мг/л) . . . . .	—	—	—	—	—
Цинк в взвешенном состоянии (в мг/л) . . . . .	—	—	—	28,0	—
Железо в растворенном состоянии (в мг/л) . . . . .	—	—	—	—	21,5
Железо в взвешенном состоянии (в мг/л) . . . . .	19363	7603,0	9682	—	—

ставом сырья и применяемых флотореагентов, расходом воды на единицу перерабатываемой руды и т. п.

Шахтные воды рудников содержат в значительном количестве различные металлы — медь 75—87,5, свинец 11—30 (Кафанские рудники), молибден 0,53—1,8 мг/л (Каджаранские рудники). Указанные стоки ввиду их небольшого дебита в общем комплексе загрязнения водоемов не представляют серьезную опасность.

Сточные воды предприятий цветной металлургии поступают в реки без очистки, без соблюдения санитарных правил по Н 101—54, что приводит последние к резкому загрязнению. Согласно указанным правилам кратность разбавления сточных вод, необходимая при спуске в водоемы в данных условиях, достигает в среднем по влиянию на запах до отношения 1 : 175, по содержанию взвешенных веществ — до 1 : 700, между тем как в районе выпуска сточных вод в реки обеспечивается разбавление лишь 1 : 70 по минимально среднемесячному расходу.

Данные о составе воды рек на участках выше спуска сточных вод

и на створах полного смешения их с речной водой, а также на створах первых пунктов водопользования для хозяйственно-питьевых нужд (табл. 2)) показывают, что вследствие сброса сточных вод предприятий цветной металлургии происходят значительные изменения состава воды водоемов.

Эти изменения выражаются прежде всего в ухудшении физических свойств воды. Вода рек становится сильно мутной (в особенности рек Вохчи) и приобретает выраженный специфический запах. Количество взвешенных веществ в пунктах смешения сточных вод с речной водой достигает в среднем 3670—5100 мг/л в реке Вохчи, 12420 мг/л — в реке Воротан и 136,4—262,2 мг/л — в реке Дебед. На створах первых пунктов водопользования количество взвешенных веществ составляет соответственно 1770—2031, 209,1 и 80,6—84,4 мг/л.

Значительное повышение дает также окисляемость, в особенности в реках Воротан и Вохчи. Обнаруженные средние количества растворенных соединений меди и свинца в воде на указанных участках рек после сброса сточных вод не превышают установленные предельно допустимые нормы. То же самое можно сказать в отношении количества молибдена, принимая в основу полученные на кафедре коммунальной гигиены Ермединститута (Т. А. Асмангулян) предварительные данные по предельно допустимой концентрации его.

Изучение санитарного состояния рек на всем протяжении (реки Вохчи, Дебед) позволяет констатировать, что водоемы не освобождаются полностью от взвешенных веществ, вносимых сточными водами предприятий цветной металлургии на значительном расстоянии. Так, например, ниже сброса сточной воды Каджаранского комбината речная вода на всем своем протяжении имеет очень низкую прозрачность. В створе 24 км ниже сброса сточной воды взвешенных веществ обнаружено от 240 мг/л до 1870 мг/л, в среднем 21,6% против начального количества. После сброса сточной воды Кафанского комбината в тот же водоем снова нарастает количество взвешенных веществ, составляя в среднем 3670 мг/л, причем на расстоянии 22 км ниже пункта смешения их количество достигает 55% первоначального количества.

Медленное течение процессов самоочищения рек от неорганических взвешанных веществ обусловлено гидрологическими особенностями горных рек (большие перепады рельефа, извилистость русла, каменистое дно, быстрое течение и пр.), создающими неблагоприятные условия для их осаждения. Они же способствуют сравнительно быстрому окислению флотационных реагентов и потому на расстоянии от 12 (река Дебед) до 22 км (реки Воротан, Вохчи) от места сброса сточных вод соответствующих предприятий уже не обнаруживается изменение органолептических качеств воды водоемов. Помимо того, что в результате сброса сточных вод в реки заметно ограничиваются возможности их использования для хозяйственно-питьевых целей, наблюдается и неблагоприятное влияние на некоторые водные организмы. Так, например, в экспериментальных условиях установлено, что сточная вода Ахтальской свинцовой обо-

Состав воды рек, загрязняемых сточными водами предприятий цветной металлургии (средние данные)

Показатели	Место отбора проб воды														
	Река Вохчи						Река Воротан			Река Дебед					
	выше Каджаранского комбината	створ смешения сточ. воды комбината (2 км)	створ в 14 км ниже комбината на месте водопользования	выше Кафанского комбината	створ смешения сточ. воды комбината с речной (3 км)	створ в 22 км ниже комбината на месте водопользования	выше Дастакертской фабрики	створ смешения сточ. воды фабрики с речной (5 км)	створ 21 км ниже фабрики на месте водопользования	выше Алавердского комбината	створ смешения сточ. воды с речной (6 км)	створ в 14 км ниже комбината на месте водопользования	выше Ахталской фабрики	створ смешения сточ. воды с речной (2 км)	створ в 12 км ниже фабрики на месте водопользования
Прозрачность (в см) . . . . .	30	<0,5	0,5	1,5	<0,5	<0,5	14	0	4,5	13,2	5,0	12,8	12,8	8,9	12,3
Запах (в баллах) . . . . .	нет	5	2	<1	4	<1	нет	4	3	нет	нет	нет	нет	3	нет
Взвешенные вещества при 105° (мг/л) . . . . .	—	5100	1770	1100	3670	2031	104	12430	228,5	87,7	262,2	80,6	80,6	136,4	84,4
Окисляемость (мг/л O <sub>2</sub> ) . . . . .	0,81	29,0	7,8	5,31	32,6	19,1	5,4	31,5	5,2	2,9	3,6	2,9	2,9	6,5	2,2
Биохимическая потребность в кислороде (мг/л O) . . . . .	0,91	3,2	1,7	0,91	3,9	2,2	—	—	—	1,7	3,2	1,6	1,6	3,1	1,6
Растворенный кислород (мг/л O <sub>2</sub> ) . . . . .	11,2	10,0	10,5	10,9	10,9	11,4	—	—	—	10,2	10,4	11,3	11,3	11,4	11,4
Медь (в мг/л) . . . . .	нет	<0,015	нет	нет	<0,035	<0,015	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	0,08	нет
Свинец (в мг/л) . . . . .	нет	<0,1	нет	нет	<0,1	<0,1	—	нет	нет	нет	нет	нет	нет	0,03	нет
Молибден (в мг/л) . . . . .	<0,1	0,35	<0,35	0,15	0,1	0,09	нет	—	—	—	—	—	—	—	—
Количество бактерий (в 1 мл) . . . . .	43	800	252	987	2282	508	—	—	—	1490	4250	1465	1465	1450	1010
Титр кишечной палочки . . . . .	<100	0,016	0,03	0,06	0,01	0,03	—	—	—	0,02	0,04	0,03	0,03	0,04	0,035

гатительной фабрики, даже в разбавлениях несколько сот раз, токсично действует на рыб и дафний. При специально организованном спросе населения и по сведениям некоторых должностных лиц удалось установить, что рыба за последнее десятилетие действительно исчезла в некоторых участках реки Дебед.

Среди домашних животных, пьющих воду реки Дебед в створе смешения сточных вод Ахтальской обогатительной фабрики, отмечаются отравления и в отдельных случаях даже гибель.

После спуска сточной воды указанной фабрики использование воды реки Дебед для систематической поливки оказывает отрицательное действие на растения, в частности на деревья.

Весь полученный материал свидетельствует о том, что рассчитывать на разбавления и самоочищающую способность рек от взвешенных веществ в результате спуска сточных вод предприятий цветной металлургии не приходится и потому совершенно очевидно, что до спуска следует их подвергать очистке от взвешенных минеральных веществ. Очистка в равной мере обязательна и в отношении флотационных реагентов.

Вопрос уменьшения количества различных металлов (меди, свинца, молибдена) в спускаемых в водоем сточных водах должен быть решен отдельно в зависимости от конкретных условий.

Полученный материал позволяет нам считать неотложным строительство соответствующих сооружений для очистки сточных вод перед их выпуском в водоем на всех предприятиях цветной металлургии республики. Лучшим способом механической очистки сточных вод от взвешенных минеральных веществ является применение так называемых хвостохранилищ с оборотным использованием осветленной воды на рудообогащение.

В отдельных случаях для освобождения сточной воды от мельчайших взвешенных веществ, практически трудно осаждаемых, можно применять коагулянты.

В соответствии с санитарными правилами по Н 101—54 после очистки сточные воды Каджаранской и Кафанской фабрик, спускаемые в реку Вохчи, должны содержать взвешенные вещества соответственно не более 13,0 и 28,8 мг/л, Дастакертской фабрики, спускаемые в реку Айригет и затем в Воротан (в перспективе водоем первой категории) — не более 53,1 мг/л, Ахтальской фабрики и Алавердского медно-химического комбината, спускаемые в реку Дебед (водоем первой категории) соответственно не более 353,0 и 13,0 мг/л.

Кафедра коммунальной и общей гигиены  
Ереванского медицинского института

Поступило 22.1 1961 г.

Մ. Կ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ, Տ. Ա. ԱՍՄԱՆԳՈՒԼՅԱՆ, Լ. Գ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ՋՐԱՄԲԱՐՆԵՐԻ ՍԱՆԻՏԱՐԱԿԱՆ ՊԱՇՏՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ-ՈՒՄ  
ԳՈՒՆԱՎՈՐ ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱՅԻ ՁԵՌՆԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ  
ԿԵՂՏԱԶՐԵՐԻ ԿԵՂՏՈՏՈՒՄԻՑ

Ա մ փ ո փ ո Վ մ

Ժողովրդական տնտեսության զարգացման 7-ամյա պլանը կենսագործելու կապակցությամբ գունավոր մետալուրգիայի համար բացված հեռանկարները զգալի շափով կավելացնեն արտադրության տեխնոլոգիական պրոցեսներից առաջացող կեղտաջրերի քանակությունը, որը մեծ վտանգ է ներկայացնում՝ հասարակական օգտագործման ջրամբարների կեղտոտման տեսակետից:

Ողջի, Գեբեղ, Այրիգետ և Որոտան գետերի կեղտոտման աղբյուր են հանդիսանում Քաջարանի և Դաստակերտի պղնձա-մոլիբդենային, Ղափանի պղնձի և Ախթալայի կապարի հանքահարստացման ֆաբրիկաները և Ալավերդու պղնձա-քիմիական կոմբինատը, որոնք օրվա ընթացքում գետերն են թափում մի քանի հազար խոր. մ կեղտաջրեր:

Հաբորատոր ուսումնասիրություններով պարզվել է, որ այդ կեղտաջրերը պարունակում են 46,8 գ/լ-ից (Ախթալայի ֆաբրիկա) մինչև 289,0 գ/լ (Ղափանի ֆաբրիկա) անօրգանական կազմությամբ չլուծվող կախված մասնիկներ, որոնք հարուստ են զանազան գունավոր մետաղների միացություններով (պղինձ 74—359 մգ/լ, մոլիբդեն 11,9—25,3 մգ/լ, կապար մինչև 182,5 մգ/լ): Բացառությամբ Ալավերդու պղնձա-քիմիական կոմբինատի, մյուս բոլոր ձեռնարկությունների կեղտաջրերն ունեն ուժեղ արտահայտված սպեցիֆիկ հոտ, որն անհետանում է 1:130-ից 1:175 նոսրացումներում:

Գետերի ջրերի լաբորատոր ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ վնասակար նյութերով հարուստ կախված մասնիկների քանակությունը կեղտաջրերի խառնման վայրում միջին թվով կազմում է՝ Ողջի գետում 51.000 մգ/լ, Գեբեղ գետում 262,2 մգ/լ, իսկ Այրի գետում 12430 մգ/լ, այսինքն մի քանի հազար անգամ գերազանցում է H 101—54 կանոններով սահմանված նորմաներին: Գետերում որոշ շափով բարձր է սպեցիֆիկ հոտով օժտված ֆլոտուեզենտների քանակը, որոնց միաժամանակյա ներկայությունը փշացնում է ջրի օրգանոլեպտիկ հատկությունները:

Հայկական ՍՍՌ գետերի լեռնային բնույթն նպաստավոր ձևով է ազդում օրգանական նյութերից բնական ինքնամաքման պրոցեսների վրա (օրգանական ֆլոտուեզենտներ), իսկ կախված անլուծելի մասնիկները ջրի արագ հոսանքի շնորհիվ մասնակի շափով են միայն նստեցման ենթարկվում, և գետերն կեղտոտման հատվածներից ցած իրենց ամբողջ երկարությամբ պարունակում են զգալի քանակությամբ կախված մասնիկներ (Ողջի գետում սկզբնական քանակության մինչև 55% -ի):

Հայաստանի գետերի սանիտարական ուսումնասիրության հիման վրա մշակվել են գործնական մի շարք առաջարկություններ: Անհետաձգելի է համարվում գունավոր մետալուրգիայի բոլոր ձեռնարկությունների կեղտաջրերի մաքրման խնդիրը, նախքան ջրամբարները թափվելը: