

К ВОПРОСУ УДАЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СТОКОВ НА МИНСКОЙ СТАНЦИИ АЭРАЦИИ (МСА)

Одной из проблем, связанных с бурным развитием НТР, является загрязнение среды. Изменился подход к окружающей среде. Все чаще термин "биосфера" стал заменяться понятием "биотехносфера" [1].

Решение проблемы требует усиления контроля за процессами образования загрязнений, а также разработки новых научных направлений, позволяющих предотвратить накопление загрязнителей, изучить природу воздействия, найти способы защиты от их влияния.

К установлению области распространения в окружающей среде различных загрязнителей существует несколько подходов. Наиболее интересный из них заключается в разработке системы так называемых стресс-индексов. Рядом зарубежных авторов [1, 2] были отмечены загрязнители, заслуживающие первоочередного изучения. По рассчитанным стресс-индексам построена диаграмма [2], устанавливающая основные загрязнители — пестициды, тяжелые металлы, кислые дожди и др. Наибольшую опасность представляют тяжелые металлы, которые, по данным Всемирной организации здравоохранения, имеют тенденцию к увеличению в будущем. В этой связи вопрос удаления тяжелых металлов из сточных вод представляет значительную актуальность, ибо его решение преследует цель охраны окружающей среды, и в первую очередь водоемов.

Попадая в организм, ионы тяжелых металлов весьма существенно изменяют работу кальмодулина — основного регулятора процессов жизнедеятельности организма [2]. В нормальном состоянии кальмодулин равномерно распределен по всей клетке. При попадании же иона тяжелого металла в клетку он концентрируется вокруг этого иона, нарушая тем самым ее нормальное функционирование [2, 3].

Источниками загрязнения сточных вод тяжелыми металлами являются машиностроительная, станкостроительная и другие отрасли промышленности. Недостаточная степень очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов на локальных очистных сооружениях соответствующих предприятий, залповые сбросы приводят к повышенным концентрациям в сточных водах меди, цинка, хрома, железа, никеля. Это отрицательно влияет на биологическую очистку сточных вод и может в дальнейшем нанести ущерб водоемам.

Основная масса тяжелых металлов в процессе очистки выделяется из сточных вод в составе осадка первичных отстойников и избыточного активного ила. Практически все схемы обработки осадка городских сточных вод предусматривают их утилизацию в качестве удобрения. В этой связи вопрос снижения содержания тяжелых металлов в сточных водах, поступающих на очистные сооружения, приобретает особую актуальность. Нами была изучена качественная характеристика сточных вод, поступающих на МСА. В табл. 1 представлены средние данные за 1980—1985 гг.

Табл. 1. Среднегодовые данные наблюдений по содержанию тяжелых металлов

Годы	Характеристика стока	Содержание тяжелых металлов				
		Fe	Ni	Zn	Cr	Cu
1980	И. с	1,18	0,22	0,54	0,26	0,18
	П.б.о.	0,23	0,10	0,27	0,08	0,09
	Э. о	80,5	54,5	50,0	69,2	50,0
1981	И. с	1,0	0,10	0,38	0,27	0,11
	П. б. о	0,27	0,05	0,16	0,12	0,07
	Э. о	73,0	50,0	57,9	55,6	36,4
1982	И. с	1,10	0,13	0,44	0,23	0,70
	П. б. о	0,49	0,07	0,11	0,10	0,19
	Э. о	55,5	46,2	75,0	56,5	72,9
1983	И. с	0,96	0,06	0,13	0,27	0,28
	П. б. о	0,35	0,03	0,04	0,06	0,21
	Э. о	63,5	50,0	69,2	77,8	25,0
1984	И. с	0,71	—	0,28	0,79	0,97
	П. б. о	0,24	—	0,05	0,11	0,17
	Э. о	66,2	—	82,1	86,1	82,5
1985	И. с	1,85	—	0,15	0,59	0,30
	П. б. о	1,19	—	0,04	0,08	0,07
	Э. о	32,8	—	73,3	86,4	75,7

Примечание. И.с. — исходный сток, мг/л; П.б.о — после биологической очистки, мг/л; Э.о — эффект очистки, %.

Анализ показал, что в исходных сточных водах наибольшее содержание составляют ионы железа, наименьшее — никеля. Содержание железа колеблется от 0,71 до 1,85 мг/л; степень удаления его в процессе полной очистки — от 32,8 до 80,5 %.

Закономерности в изменении количества металлов по сезонам года не выявлено. Если залповые сбросы по содержанию железа в 1980 г. имели место в августе и ноябре, то в 1981 г. — мае, июне, а в 1982 г. — апреле, сентябре. Залповые сбросы с повышенным содержанием хрома в сточных водах в 1980 г. наблюдались в январе и августе, в 1984 г. — марте и августе.

Среднегодовое содержание хрома за 1980–1985 гг. колеблется от 0,23 до 0,79 мг/л (см. табл. 1), эффект очистки 55,6–86,4 %, что не всегда отвечает требованиям СНИП [4].

Содержание цинка изменяется от 0,13 до 0,54 мг/л при его допустимой концентрации в сточных водах при поступлении на сооружения полной биологической очистки 1 мг/л. Однако эффект 50–57,9 %, достигнутый в 1980–1981 гг., свидетельствует о недостаточной очистке по этому металлу за исследуемый период. В дальнейшем эффект очистки по цинку составил 69,2–82,1 % при степени удаления по источнику [4] 70 %.

Медь относится к числу важнейших элементов, так как входит в состав ферментов живой клетки. Активный ил адаптируется к повышенным концент-

Табл. 2. Содержание железа в стоках МСА до и после биологической очистки

Показатель	Годы наблюдений					
	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Расход стоков, тыс. м ³ /сут	469,46	505,82	535,78	563,74	600,00	640,00
Содержание железа						
в поступающем стоке, мг/л	1,18	1,0	1,10	0,96	0,71	1,85
то же, т/год	202,19	184,62	215,11	197,53	155,49	432,16
в очищенном стоке, мг/л	0,23	0,27	0,49	0,35	0,24	1,19
то же, т/год	39,4	49,8	95,8	72,0	52,6	277,98

рациям меди [5] и в этом случае удаляет ее лучше, чем при пониженных концентрациях. В 1984 г. эффект очистки составлял 82,5, а в 1982 — 72,9 % при содержании меди в исходном стоке соответственно по годам 0,97 и 0,70 мг/л и допустимой концентрации 0,50 мг/л. В то же время при содержании 0,18 мг/л в 1980 г. эффект очистки составил 50 %, а при 0,30 мг/л в 1985 г. — 75,7 %.

Анализ работы МСА показывает, что степень удаления тяжелых металлов (по хрому, никелю, цинку) в процессе полной биологической очистки в основном отвечает требованиям СНИП. Особенно высокие показатели по этим металлам наблюдались в 1984–1985 гг. Несколько ниже эффект по удалению меди. Однако обращает на себя внимание не столько повышенное содержание всех тяжелых металлов в исходном стоке, сколько их резкое колебание по месяцам в течение года, что свидетельствует о неритмичной работе локальных очистных сооружений по удалению тяжелых металлов на промышленных предприятиях. Все это влечет за собой нестабильность и снижение эффективности работы биологической очистки сточных вод на МСА.

Несмотря на удовлетворительную работу МСА, с уже очищенными стоками ежегодно в водоем поступает большое количество металлов. Это отчетливо видно на примере железа (табл. 2).

Исходя из важности поднимаемого вопроса, промышленным предприятиям необходимо доводить качество сточных вод перед выпуском в общую городскую канализацию до концентраций, установленных для каждого предприятия соответствующих отраслей. Снижение содержания тяжелых металлов в общем стоке повлечет за собой уменьшение их в осадках, удаляемых после первичных отстойников и с активным илом, следовательно, позволит использовать осадки в качестве удобрения. Уменьшится попадание тяжелых металлов в почву, улучшится режим работы биологической очистки и снизится вынос металлов в водоем.

Л и т е р а т у р а

1. П. Б е р т о к с, Д. Р а д д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнений. — М., 1980. — С. 601.
2. C h e v n g W.F. Calmodulin plays a pivot role in cellular regulation. — Science, 1980. — V. 207. — P. 19–27.
3. Д у б и н и н Н.П., П а ш и н Ю.В. Мутагенез и окру-

жающая среда. — М., 1978. — С. 36. 4. СНиП 02.04.03—85. — Канализация. Наружные сети и сооружения. — М., 1985. — С. 88. 5. Целикова Т.В., Зуева Л.И., Гузьева Н.Н. Влияние тяжелых металлов на дегидрогеназную активность ила // Водоотведение и оценка качества поверхностных вод. — Минск, 1983. — С. 106—112.

УДК 628.3

Ю.Ф. БУДЕКА, канд.техн.наук (БПИ),
В.А. МОЙЧЕНКО (ЦНИИКИВР),
Н.Ф. ШАЦКАЯ (БелКТ и ГХ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ ТРАВИЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ

Повторное использование промывных вод в оборотных системах ведет к образованию пересыщенных растворов сульфата кальция, из которых выпадает гипс. Последний образует прочные, трудноудаляемые отложения в коммуникациях, сооружениях и оборудовании. Как следствие, возникает необходимость в остановках оборотных систем, усложняется и удорожается эксплуатация.

Скорость роста гипсовых отложений зависит от концентрации ионов сульфатов в исходных стоках, числа циклов использования оборотной воды, режима и способа ее обработки и других факторов.

Применение продувки систем как способа предотвращения образования отложений требует повышенных сбросов оборотной воды (до 50 % от ее расхода), что по существу приводит к размыканию оборотных систем и к неоправданно высокому потреблению свежей воды.

В литературе практически отсутствуют сведения о влиянии технологических параметров, и в первую очередь концентраций серной кислоты и сульфата железа, pH и температуры, на стабильность оборотной воды отделений сернокислотного травления металлов. Эти сведения необходимы при разработке способов стабилизации оборотной воды травильных отделений.

Раствор сульфата кальция в оборотной воде представляет собой сложную тройную физико-химическую систему $\text{CaO}-\text{H}_2\text{SO}_4-\text{H}_2\text{O}$, pH которой и растворимость CaSO_4 зависят от соотношения содержания CaO и H_2SO_4 в растворе.

Использование оборотной воды для промывки изделий, протравленных в серной кислоте, может привести (непосредственно после нейтрализации таких промывных вод известковым молоком) к образованию пересыщенных растворов с содержанием сульфата кальция свыше 7 г/л [1]. Это связано с тем, что гипс, во-первых, склонен к образованию пересыщенных растворов [2]. Во-вторых, для некоторых модификаций сульфата кальция ($\beta-\text{CaSO}_4$, $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$) нормальная растворимость при комнатной температуре составляет также более 7 г/л [3].

На скорость роста и удаления кристаллов гипса, как и на любой процесс кристаллизации из пересыщенного раствора, оказывает влияние большое количество внутренних и внешних факторов, и в первую очередь те из них, кото-