

Рис. 3. Схема установки для очистки эмульсионных водных систем от масел, смол и шлама: 1 — вакуум-фильтр; 2 — мешалка; 3 — отстойник; 4 — буферная емкость; 5 — усреднители; 6 — электролизер; 7 — электрофлотатор; 8 — реактор; 9 — емкости реагентов; 10 — накопительная емкость; 11 — фильтры; 12 — сборники; 13 — лейка; 14 — насосы

щелочным сточным водам (рН 8,0—9,0, состав, г/л: масла 0,8—11,0; смолы 0,5—1,5; шлам 0,3—7,0; сульфиды 0,3—0,4; роданиды 0,3—0,4; цианиды 0,05—0,1; бензол 0,05—0,2; фенолы 0,05—0,1), для которых характерна дестабилизация эмульгированных масел в области рН  $\geq 10$  (рис. 2), такой метод позволяет решить, с одной стороны, проблему снижения реагентов на осуществление химической флотации, а с другой стороны, — проблему утилизации щелочных карбонатных шламов в качестве реагента — регулятора рН среды и одновременно зернистого сорбента масел, смол.

На рис. 3 представлена схема установки для очистки воды от масел, смол и шлама.

Установка предназначена для дестабилизации эмульгированных веществ, их агрегирования и отделения от водной фазы при подготовке сточных вод к подаче на комплекс биологических очистных сооружений с содержанием масел  $\leq 25$  мг/л.

Процесс подготовки сводится к обработке потока сточных вод электролитами — регуляторами рН, окислителями, способными вызывать химическую флотацию, солями коагулирующих металлов в поле постоянного электрического тока. После каждой стадии производится последовательное разделение фаз отстаиванием, флотацией или фильтрованием. Техническая характеристика установки следующая:

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	$\leq 25$
Содержание эмульгированных масел в исходной сточной воде, мг/дм <sup>3</sup>	80—11000
Среднее содержание масел в очищенной воде, мг/дм <sup>3</sup>	0—25
Температура, °С	25—60
рН среды	8,5—11
Степень осветления, %	
исходной воды относительно дистиллированной воды	0
очищенной воды относительно дистиллированной воды	85—85
Плотность электрического тока, А/м <sup>2</sup>	
при электролизе (первая ступень)	250—1000
при электрофлотации (вторая ступень)	80—150

1. Пат. 51-24821 Япония, МКИ С02 С5/02. Способ обработки воды, содержащей масла / Титибу Сэмэнт К. К. — Оpubл. 27.07.87.
2. Кудрявцев А. А. Составление химических уравнений. — М.: Высш. шк., 1979. — 293 с.
3. Очистка щелочных маслосодержащих сточных вод с применением соединений марганца / Н. М. Андриенко, Р. И. Приходько, Н. С. Дрышлюк и др. // Химия и технология воды. — 1988. — 10, № 4. — С. 353—357.
4. Шамб У., Сеттерфильд Ч., Вентворс Р. Перекись водорода. — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1958. — 578 с.
5. Линевиц С. Н. Комплексная обработка и рациональное использование сероводородсодержащих природных и сточных вод. — М.: Стройиздат, 1987. — 87 с.
6. Зотова Е. Ф., Асс Г. Ю. Очистка воды от железа, фтора, марганца и сероводорода. — М.: Стройиздат, 1975. — 1976 с.

Днепродзерж. индустр. ин-т  
имени М. И. Арсеничева

Поступила 24.01.89,  
в окончательной редакции  
11.09.89

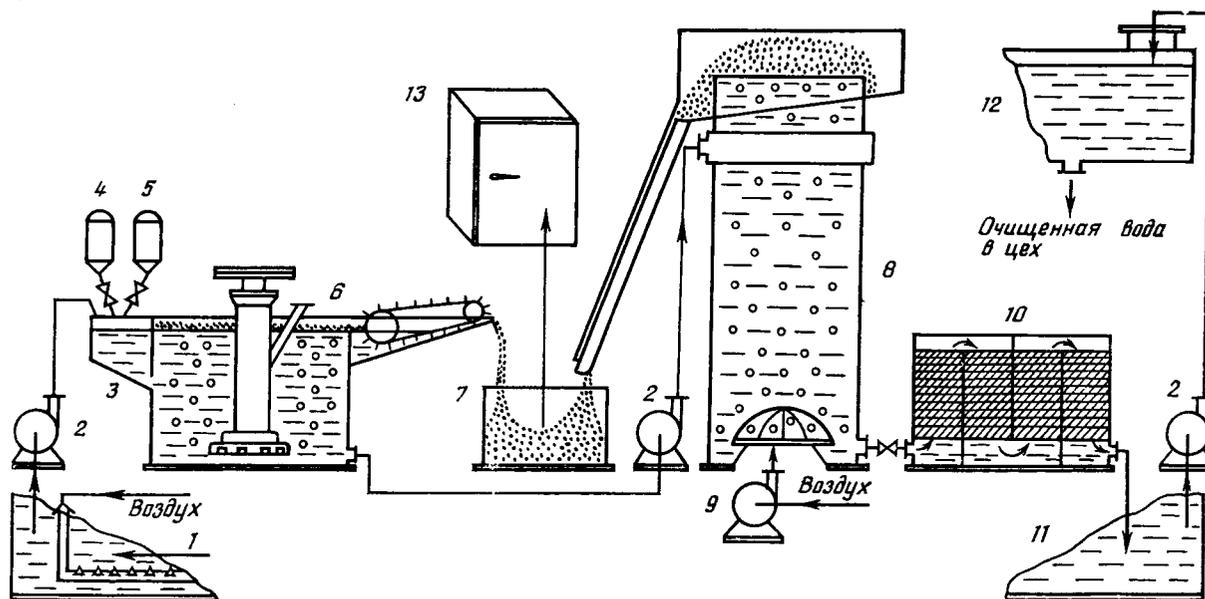
УДК 622.765.06

## ФЛОТАЦИОННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Л. Д. Скрылев, С. К. Бабинец, В. В. Костик, А. Н. Пурич,  
В. Ф. Сазонова, М. Г. Бельдид

Ионы тяжелых металлов принадлежат к числу наиболее опасных в биологическом отношении загрязнителей окружающей среды [1]. Так, например, предельно-допустимая концентрация

(ПДК) ионов цинка, меди и никеля в воде открытых водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, составляет всего 0,01 мг/л, а кадмия — 0,005 мг/л [2].



Технологическая схема флотационной очистки сточных вод гальванических производств: 1 — сборник-усреднитель; 2 — насос; 3 — смеситель; 4 — раствор флотореагента; 5 — раствор каустической соды; 6 — импеллерный флотатор; 7 — пеносборник; 8 — пневматический флотатор; 9 — компрессор; 10 — механические фильтры; 11 — сборный резервуар; 12 — напорная цистерна; 13 — термошкаф

Основными источниками загрязнения окружающей среды ионами тяжелых металлов являются гальванические производства [3], сточные воды которых наиболее часто содержат ионы никеля, цинка, меди, кадмия, хрома, железа. Очистку таких сточных вод обычно осуществляют методами химического осаждения (известкования), ионного обмена, цементации, электрокоагуляции [4, 5]. Перечисленные методы наряду с достоинствами обладают и определенными недостатками [6]. Поэтому поиск новых, высокоэффективных и дешевых методов очистки сточных вод гальванических производств является актуальной задачей.

В данной работе описана разработанная технологическая схема флотационной очистки промышленных сточных вод гальванических отделений, загрязненных ионами никеля, цинка, меди и железа. Схема внедрена и успешно эксплуатируется на ПО «Черновцылегмаш». Она позволяет очищать сточные воды от содержащихся в них ионов тяжелых металлов до норм, отвечающих требованиям, предъявляемым ГОСТом к технической воде. Социально-экономический эффект от внедрения схемы составляет 195 тыс. р.

Согласно схеме (рисунок) сточные воды собираются в сборнике (усреднителе) неочищенных сточных вод объемом  $120 \text{ м}^3$ , снабженном устройством для воздушного перемешивания жидкостей, откуда насосом производительностью  $8 \text{ м}^3/\text{ч}$  перекачиваются в смесительную камеру флотационной машины, в которую при необходимости подается 5 %-й раствор каустиче-

ской соды (для подщелачивания сточной воды до значения pH 9) и 2 %-й водный раствор хозяйственного (60 %-го) мыла, играющего роль осадителя и флотационного собирателя ионов тяжелых металлов (расход мыла колеблется в пределах от  $0,15$  до  $0,25 \text{ кг}/\text{м}^3$ ).

Из смесителя сточные воды поступают в первую камеру импеллерной двухкамерной флотационной машины ФМ-04, предназначенной для удаления из сточной воды основной массы образующихся в смесителе мыл меди, никеля, цинка и железа. Рабочий объем каждой из камер флотационной машины  $0,4 \text{ м}^3$ . Машина снабжена механическими скребками, позволяющими собирать образующуюся в процессе флотации пену и захваченные ею мыла тяжелых металлов в специальном пеносборнике объемом  $1 \text{ м}^3$ .

После 6 мин пребывания в импеллерной флотационной машине сточная вода насосом (производительность  $8 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) подается в пневматическую флотационную колонну высотой 5, диаметром  $0,8 \text{ м}$ , на дне которой расположен трубчатый аэратор из эластичной перфорированной резины, использование которой предотвращает зарастание отверстий частицами мыл флотируемых металлов при прекращении подачи в аэратор воздуха, поскольку отверстия не только диспергируют воздух, но и играют роль обратного клапана. Пневматическая флотационная колонна обеспечивает доочистку сточных вод от мыл тяжелых металлов. Воздух в колонну подается компрессором под давлением  $1,85\text{--}2,05 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .

Таблица 1. Эффективность флотационной очистки промывных сточных вод гальванического участка ПО «Черновцылегмаш» от загрязнителей

До очистки			После очистки				
жесткость, мг-экв/л	сухой остаток, мг/л	pH	жесткость, мг-экв/л	сухой остаток, мг/л	pH	содержание загрязнителя, мг/л	окисляемость, мг О/л
$C_{Ni^{2+}}=51,2$ мг/л							
16,3	136,5	8,5	4,5	56,2	7,8	13,8	10,3
14,4	118,4	9,0	3,5	47,4	8,2	7,7	7,7
13,8	109,1	9,5	3,0	44,3	8,6	0,1	6,2
$C_{Zn^{2+}}=42,3$ мг/л							
17,4	142,3	8,5	4,0	52,1	7,8	15,1	8,1
16,2	138,8	9,0	3,5	49,4	8,2	11,4	5,3
14,6	121,4	9,5	3,0	47,7	8,5	0,6	4,0
$C_{Cu^{2+}}=10,8$ мг/л							
12,2	103,2	8,5	2,5	40,1	7,6	2,7	11,2
10,7	92,3	9,0	2,0	36,3	8,2	1,1	7,3
9,5	81,5	9,5	1,3	22,8	8,6	0,1	6,1
$C_{Fe^{2+}}=29,2$ мг/л							
14,3	123,4	8,5	3,0	45,0	7,8	4,3	9,0
11,8	94,7	9,0	2,2	36,3	8,2	1,7	5,2
9,2	83,0	9,5	1,5	32,4	8,6	0,2	4,3

Таблица 2. Влияние условий флотационной очистки промывных сточных вод гальванического участка ПО «Черновцылегмаш» на содержание в прокаленном пенном продукте оксидов никеля ( $q$ )

$C$ , мг/л	pH	$p$ , г/л	$q$ , %
25	8,5	0,10	76,2
		0,12	67,2
		0,15	60,3
50	9,0	0,10	67,2
		0,12	66,1
		0,15	60,6
100	8,5	0,15	60,5
		0,20	31,3
		0,25	26,0
100	9,5	0,15	80,2
		0,20	76,9
		0,25	70,8
100	9,5	0,25	63,3
		0,35	57,7
		0,50	56,2

Образующаяся в процессе доочистки сточных вод пена поступает в пеносборник.

Из пневматической флотационной колонны сточная вода направляется на загруженный активированным углем механический фильтр тон-

кой очистки (рабочая поверхность фильтра 2 м<sup>2</sup>), а затем в промежуточную емкость, откуда насосом перекачивается в сборник очищенных сточных вод емкостью 6 м<sup>3</sup>, из которого самотеком снова возвращается в гальваническое отделение для использования в процессах отмывки деталей.

Эффективность очистки сточной воды от ионов тяжелых металлов характеризуют данные табл. 1, из которой следует, что описанный в работе метод флотационной очистки промывных вод гальванических отделений, загрязненных ионами никеля, цинка, меди и железа, эффективно работает в диапазоне значений pH воды 9,0—9,5. При поддержании значения pH промывной воды в указанном диапазоне он обеспечивает практически полное выделение из нее ионов тяжелых металлов, при концентрации последних в воде до 100 мг/л. Схема работает стабильно. При коэффициенте надежности 0,95 погрешность опытов по измерению степени флотационного выделения ионов тяжелых металлов, приведенная в табл. 1, не превышает 3—5 %.

Пенный продукт, накапливающийся в пеносборнике, сушится в специальном сушильном шкафу при 105 °С, а затем прокаливается в термической печи при 60 °С. В итоге из него получается окрашенный в тот или иной цвет пигмент (тонкодисперсная смесь оксидов железа, никеля, меди, цинка и др. соединений), используемый в производстве строительных (облицовочных) плиток. Содержание оксида того или иного тяжелого металла в пигменте ( $q$ ) зависит от концентрации ионов этого металла в сточной воде ( $C$ ), расхода мыла ( $p$ ), значения pH воды (табл. 2).

1. Грушко Я. М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах: Справочник.— Л.: Химия, 1979.— 160 с.
2. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.— М.: Изд-во Мин-ва мелиорации и вод. хоз-ва СССР, МЗ СССР и Мин-ва рыб. хоз-ва СССР, 1975.— 38 с.
3. Запольский А. К., Образцов В. В. Комплексная переработка сточных вод гальванического производства.— Киев: Техника, 1989.— 199 с.
4. Гребенюк В. Д., Соболевская Т. Т., Махно А. Г. Состояние и перспективы развития методов очистки сточных вод гальванических производств // Химия и технология воды.— 1989.— 11, № 5.— С. 407—421.
5. Буцило Э. Очистка сточных вод травильных и гальванических отделений.— М.: Металлургия, 1974.— 200 с.
6. Проскураков С. А., Шмидт Л. М. Очистка сточных вод в химической промышленности.— Л.: Химия, 1977.— 464 с.

Гос. ун-т им. И. И. Мечникова,  
г. Одесса

Поступила  
10.07.89