
ОЧИСТКА РАСТВОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ КРАСИТЕЛЬ МЕТИЛОВЫЙ ФИОЛЕТОВЫЙ

В.М. Рогов¹, А.А. Нестер², В.В. Мыслиборский²

¹Ровенский филиал Европейского университета
ул. И. Сирка, 23, Ровно, Украина, 33000

²Хмельницкий национальный университет
ул. Заречанская, 22, Хмельницкий, Украина, 29017

Статья посвящена исследованиям отработанных водных растворов, растворов гальванических цехов. Исследования проведены в различных условиях, возможных в реальном производстве печатных плат, и направлены на уменьшение вредного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: краситель метиловый фиолетовый, водные растворы, восстановитель, окраска раствора, модельный раствор, оптическая плотность.

При проведении технологического процесса травления печатных плат, их промывки после проведения технологических операций водный раствор насыщается соединениями меди и других химических веществ, способными загрязнять значительные объемы воды, что ведет к усиленной эксплуатации очистных сооружений предприятия, увеличению стоков на городские системы [2].

Одним из важнейших элементов в уменьшении влияния на окружающую среду, снижении экономических затрат, уменьшении затрат воды на технологические нужды процесса травления печатных плат является создание местных замкнутых циклов использования водных ресурсов с выделением и утилизацией меди и других тяжелых металлов гальванического происхождения.

Анализ патентной и научно-технической литературы показал, что вопросами повторного использования отработанных водных растворов вплотную не занимаются. Известны лишь отдельные теоретические работы, в которых анализируются частные случаи процессов повторного использования водных растворов [1].

Учитывая существующее положение на предприятиях, в данной работе проведена попытка восполнить этот пробел.

Методика эксперимента. Краситель метиловый фиолетовый используется в технологическом цикле производства плат одного из предприятий в виде раствора с концентрацией 10 г/л. Сброс раствора осуществляется в количестве 5 л 3 раза в неделю. Расчетная концентрация компонента в общем стоке в момент сброса концентрированного раствора составляет 5 мг/л ($Q = 10 \text{ м}^3/\text{час}$).

Поисковыми исследованиями было установлено, что медленное снижение окраски раствора (с концентрацией компонента 5 мг/л) происходит при подкислении или подщелачивании пробы. Значительно интенсивнее раствор обесцвечивается при введении окислителя — персульфата аммония как в нейтральной, так и в кислой или щелочной среде. При добавлении восстановителя, в качестве ко-

того использовали FeSO_4 , достигается некоторое снижение окраски раствора как в кислой (с последующим подщелачиванием), так и в щелочной среде.

При обработке концентрированного раствора метилового фиолетового (с содержанием компонента 10 г/л) окислителем (персульфатом аммония) либо восстановителем (FeSO_4) как в кислой, так и в щелочной среде снижение цветности жидкости не наблюдается.

Для исследований использовали модельный раствор с концентрацией метилового фиолетового 5 мг/л, приготовленный на дистиллированной воде. Исходный раствор имеет интенсивную окраску фиолетового цвета: оптическая плотность пробы, измеренная при длине волны 540 нм, составляет 1,7. Пробу объемом 100 мл подщелачивали до величины $\text{pH } 8 \pm 0,1$, добавляли 20%-ный раствор персульфата аммония и через определенные промежутки времени определяли интенсивность окраски путем замера оптической плотности раствора на фотоэлектроколориметре ФЭК-56М в кюветах 30 мм с использованием светофильтра № 6 ($\lambda = 540$ нм).

Исследования на реальном стоке проводили по аналогичной схеме. В пробы стока с различными исходными концентрациями загрязнений (табл. 1) вводили краситель до достижения концентрации 5 мг/л, добавляли 20%-ный раствор персульфата аммония и через определенные промежутки времени измеряли интенсивность окраски раствора.

Таблица 1

Характеристика проб реального стока

Наименование компонента	№ пробы		
	1	2	3
	Концентрация компонента, мг/л		
Метил фиолетовый	5	5	5
Cr^{6+}	1,62	5,32	15
Cu^{2+}	0,54	8,34	2,88
Ni^{2+}	отс	следы	следы
pH	7,85	8,95	7,89

При добавлении персульфата аммония к модельным растворам с содержанием компонента 5 мг/л наблюдается снижение интенсивности окраски пробы, причем наиболее быстро этот процесс происходит в течение 5 мин. после прибавления окислителя (табл. 2). При дозе $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 0,7—1,2 г на 100 мг пробы полное обесцвечивание раствора происходит при времени взаимодействия 45—80 мин.

Необходимо отметить, что оптическая плотность раствора, приготовленного путем прибавления 5 мл 20%-ного раствора персульфата аммония к 100 мл дистиллированной воды, составляет 0,02.

Следствием добавления персульфата аммония является понижение величины активной реакции пробы до 2,05—2,75 единиц pH.

Результаты опытов, проведенных на образцах реального стока, показали, что при добавлении персульфата аммония интенсивность окраски пробы значительно снижается (табл. 3).

Таблица 2

Изменение оптической плотности модельного раствора метилового фиолетового в зависимости от времени взаимодействия и дозы персульфата аммония (концентрация компонента 5 мг/л)

Время взаимодействия, мин.	Объем 20% $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, мл				
	1	2	3	4	5
	Оптическая плотность				
0			1,7		
5	0,71	0,45	0,38	0,32	0,31
10	0,54	0,35	0,29	0,23	0,20
15	0,46	0,29	0,23	0,18	0,15
30	0,32	0,20	0,15	0,12	0,09
45	0,26	0,16	0,12	0,09	0,07
60	0,23	0,22	0,10	0,08	0,03
Цвет $t = 60$ мин.	Желто-фиолетовый оттенок	Желтый оттенок	Бесцветный		
рН	2,76	2,42	2,24	2,14	2,06
Доза $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, г/л	2,3	4,6	6,9	9,2	11,3

Таблица 3

Изменение оптической плотности реального стока, содержащего раствор метиловый фиолетовый, в зависимости от времени взаимодействия и дозы персульфата аммония (концентрация компонента 5 мг/л)

Время взаимодействия	№ пробы					
	1		2		3	
	2	4	2	4	2	4
	Оптическая плотность					
исх.	1,7		1,85		1,9	
5	0,78	0,57	0,75	0,48	0,75	0,55
10	0,68	0,48	0,50	0,37	0,82	0,45
15	0,80	0,42	0,51	0,31	0,55	0,34
30	0,46	0,30	0,37	0,21	0,43	0,27
45	0,40	0,25	0,30	0,19	0,36	0,23
60	0,36	0,23	0,26	0,16	0,34	0,20
Цвет, $t = 60$ мин.	Фиолет. оттенок	Желто-фиол. оттенок	Фиол. оттенок	Желтый оттенок	Желтый оттенок	желтый оттенок
рН исх.	7,85	7,85	8,95	8,95	7,89	7,89
после добавл.	2,70	2,31	3,65	2,45	3,00	2,44
Доза $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, г/л	4,6	9,2	4,6	9,2	4,6	9,2

При дозе $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ около 9 г на 1 л и времени взаимодействия 1 ч фиолетовая жидкости почти полностью исчезает и цвет пробы становится серо-желтым, что обусловлено присутствием окрашенных соединений Cr^{6+} и Cu^{2+} , а также наличием следов в значительной степени обесцвеченного красителя. Необходимо отметить, что при добавлении раствора персульфата аммония величина рН реального стока снижается с 7,8—8,9 до 2,3—2,5 единиц рН.

При обработке концентрированного раствора красителя окислителем (персульфатом аммония) либо восстановителем (FeSO_4) как в кислой, так и в щелочной среде снижение цветности жидкости не наблюдается.

При добавлении раствора персульфата аммония к промывным водам с концентрацией метилового фиолетового 5 мг/л фиолетовая окраска жидкости почти полностью исчезает. Оптимальная доза $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ составляет около 9 г на 1 л обрабатываемой жидкости при времени взаимодействия 1 ч. При добавлении раствора окислителя величина рН реального стока снижается с 7—8 до 2,3—2,5 единиц рН.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гибкие автоматизированные гальванические линии / Зубченко В.Л., Захаров В.И., Rogov В.М. и др. / Под общ. ред. В.Л. Зубченко. — М.: Машиностроение, 1989.
- [2] *Запольський А.К.* Комплексная переработка сточных вод гальванического производства / Запольський А.К., Образцов В.В. — К.: Техника, 1989.

LITERATURA

- [1] *Gibkie avtomatizirovannye gal'vanicheskie linii* / Zubchenko V.L., Zaharov V.I., Rogov V.M. i dr.; Pod obshhej redakciej V.L. Zubchenko. — M.: Mashinostroenie, 1989.
- [2] *Zapol's'kij A.K.* Kompleksnaja pererabotka stochnyh vod gal'vanicheskogo proizvodstva / Zapol's'kij A.K., Obrazcov V.V. — K.: Tehnika, 1989.

PROCESSING SOLUTIONS WITH VIOLET DYE

V.M. Rogov¹, A.A. Nester², V.V. Mysliborskiy²

¹Rivne branch of European university, Rivne, Ukraine
I. Sirka str., 23, Rivne, Ukraine, 33000

²Khmelnitsky National University, Khmelnytsky, Ukraine
Zarechanskaya str., 22, Khmelnytskyi, Ukraine, 29017

The paper is devoted to research waste water solutions, solutions from galvanic workshops. The model solution made in distilled water and also in real waste made by similar scheme has been used for research. Investigations were carried out under different conditions possible in the actual production of printed circuit boards and aimed at reducing the harmful effects on the environment.

Key words: methyl violet dye, water solutions, reductant, solution stain, model solution, optical density.