

путем подачи переменного тока подмагничивания частотой 50 – 400 Гц и амплитудой 1 – 10 А в индуктирующую обмотку. Амплитуда вибраций деталей составляла 0,5 – 1,0 мм.

ВЧ нагрев в диапазоне частот 1200 – 1500 кГц характеризуется большей зависимостью от величины мощности и электрофизических характеристик материалов. При мощности нагрева 1 кВт напряженность поля составляет  $4,5 \cdot 10^4$  А/м, а время пайки магнитных материалов – 5 с (рис. 9).

Оптимизация параметров ВЧ нагрева позволила обеспечить его высокую скорость в локальных зонах формирования паяных соединений и улучшить их качество за счет совместного действия поверхностного эффекта и пондеромоторных сил. Предпочтительным является индуктор на магнитопроводе, так как у него более высокий КПД за счет снижения излучения в окружающее пространство.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Thwaites C.J.* Soldering technology – a decade of developments // *Int. Metals. Rev.* 1984. V. 29. № 2. P. 45–74.
2. *Benkowsky G.* Grundlagen der Induktionserwärmung // *Elektro-Praktiker.* 1974. Bd 28. № 8. S. 265–268.
3. *Вологдин В.В., Куц Э.В., Асамов В.В.* Индукционная пайка. Л., 1989.
4. *Ланин В.Л., Хмыль А.А.* Современные процессы пайки в производстве РЭА. Минск, 1988.
5. *Ланин В.Л., Тявловский М.Д.* Особенности высокочастотного нагрева при герметизации пайкой корпусов БИС // *Электронная техника. Сер. 7.* 1980. № 3(100). С.11 – 14.
6. *Ланин В.Л., Черник А.А.* Герметизация интегральных схем электромагнитным нагревом // *Известия Белорусской инженерной академии.* 2000. № 1(9)/2. С. 132 – 133.
7. *Ланин В.Л.* Эффективность нагрева концентрированными потоками энергии при пайке в электронике // *Электронная обработка материалов.* 2002. № 2. С. 17 – 20.
8. *Ланин В.Л.* Моделирование высокочастотного электромагнитного нагрева в процессах пайки электронных устройств // *Известия Белорусской инженерной академии.* 2002. № 2(14)/2. С. 167 – 169.

*Поступила 28.11.03*

#### Summary

The parameters of a high-frequency heating for inductive systems of a circle type and an open-ended magnetic circuit are optimized. The frequency band for the soldering of the packed electronic systems is determined. The quality of connections is improved due to the combined action of a skin effect and ponderomotive forces.

---

А.М. Гашимов, К.Б. Гурбанов, Р.Н. Мехтизаде, А.М. Гасанов

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

*Институт физики НАН Азербайджанской Республики,  
проспект Г. Джавида, 33, АЗ-1143, Баку, Азербайджан*

Сточные воды предприятий кожевенного и овчинно-мехового производств относятся к многокомпонентным системам и характеризуются содержанием высоких концентраций различного рода органических и неорганических веществ, которые достаточно сильно загрязняют водные ресурсы. Сточные воды этих предприятий представляют собой сложную смесь различных химических веществ и отходов производства, которые определяются ассортиментом используемых в технологических процессах реагентов.

Технологический процесс обработки кожи заключается в последовательном выполнении следующих операций: отмоки и золения, мездрения сырья и голья, обеззоливания, мягчения, пикекелевания, дубления, красильно-жировальных процессов, нейтрализации, наполнения, сушильно-увлаж-

нительных процессов, промывки изделия и т.д., требующих применения таких реагентов, как жиры, взвешенные вещества, красители, отделочные препараты, сульфиды, бикарбонат и формиат натрия, соединения хрома, циркония, полимеры кремниевой и фосфорной кислот, пигментные концентраты, аммиак, соли аммония и т.д. В связи с этим технологический процесс очистки сточных вод кожевенного производства представляется достаточно трудоемким, и решение вопроса требует применения комплекса комбинированных физико-химических методов очистки.

В работе приведены результаты исследований по очистке сбросовых вод предприятий «Аз мехшуба» г. Баку.

Использовались комбинированные физико-химические методы очистки, включающие адсорбционную очистку в условиях воздействия озона, электрических полей и разрядов.

Эксперименты проводились с использованием клиноптилолита (цеолит-природные молекулярные сита), большие запасы которых на территории Азербайджанской республики (Ай-дагское месторождение, расположенное в Таузском районе). Адсорбент предварительно подвергался терморегенерации при  $T = 700^{\circ}\text{C}$  в течение 5 часов.

Исследования последних лет существенно расширили диапазон применения природного цеолита, открыв новые технические возможности этого минерала. Адсорбционные, ионообменные способности природного цеолита поглощать электрически заряженные частицы и другие его свойства определяют широкий масштаб использования в научных, технических и технологических целях [1].

Установлено, что электроразрядная активация природных цеолитов способствует более эффективному поглощению примесей из углеводородных жидкостей [2 – 4], цеолиты проявляют барьерную роль в отношении ряда веществ: нефти и нефтепродуктов ксилола, толуола, бензола, фенола и др. Указанные свойства цеолитов, активированных электрическими разрядами, позволяют использовать их для очистки сточных вод промышленных предприятий.

Воздействие электрического разряда осуществляли в специальном стеклянном реакторе со встроенной электродной системой, образующей в межэлектродном промежутке конфигурацию слабонеоднородного электрического поля с диэлектрическими барьерами. Воздействие барьерным разрядом проводилось при переменном напряжении 15 кВ, разрядном токе 80 мА, время обработки составляло 60 мин. Природный цеолит, предварительно обработанный барьерным электрическим разрядом, загружался в реактор. В опытах использовались электрически необработанные и обработанные образцы природного цеолита.

Некоторые эксперименты проводились с применением воздействий озона на сточные воды как отдельно, так и в комбинации с адсорбционными методами [5, 6]. При всех опытах другие физические и технологические параметры, характеризующие процесс очистки, оставались строго идентичными, поэтому представлялась возможность сравнивать результаты различных способов очистки сточных вод.

Для синтеза озона использовалась озонаторная установка, состоящая из озонатора, озономера АФ-2 и компрессора, который обеспечивает подачу кислорода.

Сточные воды кожевенного производства пропускались через озонатор и последовательно включенный цеолитовый фильтр с определенной постоянной скоростью. После очистки каждая проба воды вместе с пробой исходной (неочищенной) воды подвергалась химическому анализу на содержание в них различных примесей.

Результаты анализа различных способов очистки проб сточных вод приведены в таблице.

*Результаты анализа проб исходной воды и очищенной различными способами*

Показатели	Вода		Обработанная озонем	Предварительная обработка $\text{O}_3$ +клиноптилолит
	исходная	необработанная		
рН	12,5	12,3	12,25	9
Удельная электропроводность, мСм/см	46400	44100	46,30	40400
ТДС (total dissolved solids), мг/л		31000	3100	2000
$\Sigma_{\text{ионов}}$ Минерализация, мг/л	43188	43160	41516	
Сухой остаток (105%), мг/л	42425	40480	39760	36860
Сухой остаток (150%), мг/л	36875	35882	30000	2500
Плотный остаток (600%), мг/л	25285	24610	23550	20860
Потери при прокаливании, мг/л	40,4	39	37,8	30
Мутность (оптическая плотность), ед/см	3,8	2,8	2	0,16
$\text{HCO}_3^-$ , мг/л	18,4	10	0	0

CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	6000	5880	5328	2568
OH <sup>-</sup> , мг/л	272	170	31,2	0
Ca <sup>2+</sup> , мг/л	521	401	400	0
Mg <sup>2+</sup> , мг/л	0	0	0	0
Na <sup>+</sup> , мг/л	17377	17377	16647	8000
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	875	209,9	212	0,66
NaHCO <sub>3</sub> , мг/л	0	0	0	0
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , мг/л	10388	4536	850	90
NaOH, мг/л	196	170	120	90
Ca(OH) <sub>2</sub> , мг/л	592,6	201,6	0	0
NH <sub>4</sub> Cl, мг/л	2598,2	1234,8	48,61	2
Соединения серы, окисляемые йодом (по H <sub>2</sub> S), мг/л	32846	2846,7	1750	0
$\sum H_2S + HS^- + S^{2-}$ , мг/л	6166	6091	6234	
S <sup>2-</sup> , мг/л	809	667	600	470
HS <sup>-</sup> , мг/л	5499	5282	5634	123
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л	130	130	70	1,4
Хлориды, Cl <sup>-</sup> , мг/л	90000	5167	5148	213,7
Na <sub>2</sub> S, мг/л	167,45	120,5	92,7	60,7
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	8048	8048	7425	10
Фенолфталеин, мг/л			0	0

Из таблицы видно, что количество вредных примесей в очищенной воде существенно уменьшилось по сравнению с исходной водой. Следует отметить фактическое отсутствие в очищенной воде NH<sub>4</sub> в случае применения озонирования воды с последующим пропусканием ее через фильтр, загруженный природным цеолитом, предварительно обработанным воздействием электрических разрядов.

Очищенную воду можно использовать в производственных и технических целях в цикле замкнутого водоснабжения.

Кроме того, активация адсорбента и озонирование воды исключают использование реагента, что удешевляет процесс очистки.

Таким образом, результаты исследований позволяют предложить новый технологический процесс очистки сточных вод кожевенных предприятий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасевич Ю.И., Овчаренко Ф.Д. Применение природных сорбентов для очистки нефтепродуктов и воды. Адсорбент их получение, свойства и применение / Под ред. М.М. Дубинина. 1976.
2. Ерматов С.Е. Радиационно–стимулированная адсорбция. Алма-Ата, 1973.
3. Джусварлы Ч.М., Дмитриев Е.В., Курбанов К.Б. и др. Образование заряженного состояния в силикагелях под воздействием электрических полей и разрядов // Электронная обработка материалов. 1991. № 4. С. 46–47.
4. Гашимов А.М., Гурбанов К.Б., Гасанов М.А., Закиева И.Г. Применение новых электрофизических методов в процессах очистки промышленных сточных вод // Изв. НАН Азербайджан сер. физ.-мат. и техн. наук. Физика и Астрономия. 2003. № 2.
5. Проскуряков В.А., Шмидт Л.И. Очистка сточных вод в химической промышленности. Л., 1977.
6. Шевченко М.А., Марченко П.В., Таран П.Н., Лизунов В.В. Окислители в технологии водообработки. Киев, 1979. С. 111–120.

Поступила 03.02.04

## Summary

In the paper the results of researches of process of complex purification of leather manufacture's sewage with application of electrical discharge effect. It is shown that application of electrical discharge barrier type and ozonizing significantly raises the effectiveness of adsorption purification of sewage. Offered method represents the very promising purification technology for leather manufacture's sewage.