



УДК 628.16.087

Захватов Г.И. – доктор технических наук, профессор

E-mail: avtel@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

РЕГЕНЕРАЦИЯ РАСТВОРОВ КАК МЕТОД СОЗДАНИЯ ЗАМКНУТЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается проблема регенерации растворов как один из вариантов создания замкнутых технологических циклов. Особенностью регенерационных процессов является специфическое действие обработки, не затрагивающее основных компонентов раствора. На примере метода электронейтрализации показана возможность регенерации различных растворов обезжиривания. Определены характеристики процесса и различные варианты технического решения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: регенерация растворов, замкнутые циклы, электронейтрализационный метод, растворы обезжиривания.

Zahvatov G.I. – doctor of technical science, professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

THE REGENERATION OF SOLUTIONS AS A METHOD FOR CREATION EXCLUSIVE TECHNOLOGIC CYCLES

ABSTRACT

The problem of regeneration as one of the variants for creation exclusive cycles are considered. Special feature of regeneration process is a specification of the treatment, no touching the basic solution components. The possibility of regeneration for example electroneutralization method are showed.

The characteristics of process and a different variants of technical solutions are established.

KEYWORDS: redeneration solutions, exclusive cycles, electroneutralization method, degreasing solutions.

Исследования процессов регенерации жидкофазных систем занимают довольно скромное место в промышленной экологии, по сравнению с процессами очистки и нейтрализации. Между тем, регенерация растворов и других жидкофазных систем позволяет решить не только экологические проблемы, как в случае использования технологии очистки, но и дает существенный экономический эффект. Создание замкнутых технологических циклов на основе регенерационных процессов позволяет вернуть в эксплуатацию те компоненты растворов, которые в случае очистки или нейтрализации теряются, создавая к тому же большое количество побочных отходов.

В отработанных растворах может содержаться до 70-90 % веществ от их исходного состава. Разумеется, далеко не все растворы могут быть регенерированы. Для обеспечения регенерационного процесса необходимо выполнение двух обязательных условий:

- удаление побочных веществ, образуемых в процессе эксплуатации растворов, и сохранение основных компонентов. Эта задача может решаться только при использовании «мягких» методов обработки, не влияющих на основные компоненты растворов.

Для регенерации ряда моющих и обезжиривающих растворов нами исследован электронейтрализационный метод (1, 2). Сущность метода заключается в разрушении устойчивости органических эмульсий в переменном электрическом поле с использованием нерастворимых электродов. Рассмотрим этот метод на примере регенерации растворов обезжиривания. Следует отметить, что метод может быть применен для регенерации некоторых моющих растворов.

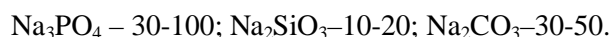
Прежде чем рассматривать результаты лабораторных исследований, необходимо отметить некоторые особенности объекта исследования. Сюда следует отнести высокую концентрацию органических загрязнений и повышенную устойчивость эмульсий, образуемых отработанными растворами обезжиривания. Повышенная устойчивость вызвана щелочным характером растворов, а для ряда из них – наличием веществ, стабилизирующих эмульсию.

Анализ состава растворов показывает, что применяемые растворы обезжиривания могут быть разделены на несколько групп: растворы, содержащие свободную щелочь; не содержащие свободные щелочи; и растворы, содержащие органические добавки.

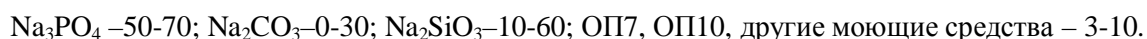
К первой группе относятся растворы состава ($\text{г}\cdot\text{л}^{-1}$):



Ко второй группе относятся растворы состава ($\text{г}\cdot\text{л}^{-1}$):



Щелочной характер растворов этой группы связан со щелочным характером образующих его компонентов. К третьей группе относятся растворы состава ($\text{г}\cdot\text{л}^{-1}$):



Прямое применение метода электронейтрализации не обеспечивает высокого уровня очистки от органических загрязнений. Учитывая это, был использован ряд специальных приемов для повышения эффективности процесса. Так, в частности, использовалось слабое подкисление растворов до $\text{pH} = 9,0-9,5$ для растворов, содержащих свободную щелочь. Это существенно улучшает эффект очистки, но усложняет технологию процесса.

Одним из направлений является ужесточение электрического режима процесса. Следует, однако, отметить, что ужесточение электрического режима, как и любое другое форсирование метода, можно использовать при условии сохранности основных компонентов раствора, ибо, в противном случае, теряется сам смысл регенерационного процесса. В связи с этим обстоятельством использование плотности тока свыше $1 \text{ А}\cdot\text{дм}^{-2}$ является нецелесообразным, не говоря уже о возрастании энергетических затрат на процесс электрообработки.

Кроме того, устойчивость применяемых титановых электродов в этих условиях оказывается недостаточной, так как при этом происходит прогрессирующее окисление титана, а, следовательно, и возрастание напряжения при электрообработке. Возможны, однако, другие варианты использования метода. На основе выполненных лабораторных исследований было установлено весьма существенное влияние на процесс контактного эффекта. Контактный эффект возникает в приэлектродной зоне (в двойном электрическом слое), что вызывает силовое электрическое разрушение поверхностного заряда частиц эмульсии и последующую фокуляцию частиц.

Для достижения контактного эффекта целесообразно использование многоэлектродных (многосекционных) установок. С целью уменьшения энергозатрат на процесс электрообработки расстояние между электродами уменьшается таким образом, чтобы уменьшить напряжение между электродами, а, следовательно, и энергозатраты. Однако, расстояние 4-5 см в качестве межэлектродной дистанции следует признать минимально допустимым вследствие того, что при малых расстояниях увеличивается эффект струйного течения раствора, между электродами, что уменьшает контактный эффект, и, кроме того, сокращается время объемной электрообработки. В связи с этим расстоянием между электродами 6-8 см следует признать близким к оптимальному.

Испытание метода проводилось на установках с различной конфигурацией электродной системы. Большинство экспериментов выполнены на установках с вертикальной электродной системой. Максимальное количество электродов, использованных в экспериментальных установках, составляло – 18. Испытания показали, что при использовании 12-18 секционных установок с дополнительным отставанием удается снизить содержание органических загрязнений – с $400-1000 \text{ м}\cdot\text{г}\cdot\text{л}^{-1}$ до 20-30, что приемлемо с практической точки зрения, учитывая, что свежеприготовленный раствор содержит примерно такое не остаточное содержание органических веществ.

Следует, однако, отметить, что для растворов, содержащих свободную щелочь, необходимо предварительное подкисление раствора до $\text{pH} = 9,0-9,5$.

Что же касается растворов, содержащих ПАВы, то данный вариант следует признать неэффективным ввиду особо высокой устойчивости образуемых ими эмульсий. Использование повышенных плотностей тока $0,6-1,0 \text{ А}\cdot\text{дм}^{-2}$ является необходимым условием реализации процесса; ввиду высокой электропроводности раствора, напряжение при электрообработке

находится в пределах 8-15В, что определяет достаточно умеренные энергозатраты на процесс. Некоторые типичные результаты приведены в таблицах 1-3 (линейная скорость эмульсии во всех экспериментах $-2,5\text{см}\cdot\text{мин}^{-1}$, межэлектродная дистанция 6 см).

Электрообработка отработанного раствора обезжиривания состава, ($\text{г}\cdot\text{л}^{-1}$):

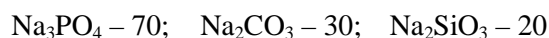


Таблица 1

| Условия процесса | | Содержание органических загрязнений ($\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$) | | |
|-----------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Плотность тока, $\text{А}\cdot\text{дм}^{-2}$ | Напряжение, В | Исходное | После электрообработки | С дополнительным отстаиванием |
| 0,2 | 4,1 | 840 | 94 | 65 |
| 0,4 | 6,4 | -- // -- | 61 | 30 |
| 0,6 | 8,6 | -- // -- | 52 | 26 |
| 0,8 | 10,9 | -- // -- | 48 | 24 |
| 1,0 | 12,9 | -- // -- | 44 | 24 |



Электрообработка отработанных растворов обезжиривания состава, ($\text{г}\cdot\text{л}^{-1}$), (15-электродная установка).

Таблица 2

| Условия электрообработки | | Содержание органических загрязнений ($\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$) | | | |
|-----------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Плотность тока, $\text{А}\cdot\text{дм}^{-2}$ | Напряжение, В | Исходное | После эл. обработки без подкисления | После эл. обработки и подкисления до pH 9,0-9,5 | После эл. обработки с подкислением и доп. отстаиванием |
| 0,2 | 2,9 | 920 | 362 | 112 | 106 |
| 0,4 | 4,6 | -- // -- | 226 | 94 | 60 |
| 0,6 | 6,2 | -- // -- | 188 | 66 | 42 |
| 0,8 | 8,3 | -- // -- | 168 | 62 | 32 |
| 1,0 | 10,9 | -- // -- | 162 | 58 | 28 |



Электрообработка обработанных растворов обезжиривания состава ($\text{г}\cdot\text{л}^{-1}$), (18-электродная установка)

Таблица 3

| Условия электрообработки | | Содержание органических загрязнений ($\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$) | | | |
|-----------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Плотность тока, $\text{А}\cdot\text{дм}^{-2}$ | Напряжение, В | Исходное | После эл. обработки без подкисления | После эл. обработки с подкислением | После эл. обработки с подкислением и доп. отстаиванием |
| 0,2 | 3,5 | 1120 | 884 | 662 | 620 |
| 0,4 | 5,9 | -- // -- | 688 | 428 | 412 |
| 0,8 | 8,0 | -- // -- | 626 | 386 | 342 |
| 1,0 | 11,1 | -- // -- | 644 | 412 | 402 |

По данным исследования необходимо отметить следующее:

1. Неэффективность метода во всех случаях для растворов, содержащих моющие средства. Эти данные подтверждены и для добавок различных ПАВов при их значительном содержании в растворе.

2. Растворы, не содержащие свободную щелочь, достаточно эффективно очищаются, но целесообразно использование дополнительного тридцатиминутного отстаивания, увеличивающего эффект очистки примерно в 2 раза. Следует отметить, что увеличение времени очистки (лабораторные исследования) свыше 30 минут не дает существенного возрастания эффекта очистки.

3. Растворы, содержащие щелочь, требуют обязательного предварительного подкисления.

4. Следует также отметить, что эффективность очистки достигается при плотностях тока от $0,4 \text{ A} \cdot \text{дм}^{-2}$ и выше. Приведенные в таблицах 1-3 значения напряжения – это установившиеся значения, изменяющиеся от начального не более чем на 2-8 %.

5. В приведенных данных отсутствует влияние скорости движения раствора в межэлектродном пространстве. Эффективность процесса достигается при скоростях движения менее $5 \text{ см} \cdot \text{мин}^{-1}$. Целесообразно выбрать скорость движения в пределах $2-3 \text{ см} \cdot \text{мин}^{-1}$. При дальнейшем уменьшении скорости движения раствора возрастают габариты установки и энергозатраты, что не компенсируется существенным возрастанием эффекта очистки.

Следует отметить, что для использования данного метода на практике может быть использована конструкция регенератора, разработанного ранее для других целей (3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захватов Г.И., Никитин Ю.В. Регенерация растворов как направление по созданию малоотходных и безреагентных технологий. // X международная научная конференция «Экономика природопользования и природоохраны». Сб. статей. – Пенза, 2007. – С. 35-38.
2. Захватов Г.И., Никитин Ю.В. «Регенерация растворов гальванохимического производства» // XI Международная научная конференция «Экономика природопользования и природоохраны». Сб. статей. – Пенза, 2010. – С. 42-44.
3. Захватов Г.И., Хабибуллин М.Г. Установка для регенерации растворов. Патент РФ № 2058431. Гос. регистр. 20 апреля 1996.

REFERENCES

1. Zahvatov G.I, Nikitin U.V. Regeneration of solutions, as the direct for creation a smollvaste and a unvaste technologes. // X international scientific conference «Economics of naturusing and naturedefence». Coll. of the articles. – Penza, 2007. – P. 35-38.
2. Zahvatov G.I, Nikitin U.V. Regeneration of solutions for galvanochenistry using. // XI international sciehtific conference «Economics of natureusing and naturedefence». Coll. of articles. – Penza, 2007. – P. 42-44.
3. Zahvatov G.I., Habibullin M.G. The supply for regeneration of solutions. Patent RF № 2058431. Gos. Register april, 20, 1996.