

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
ПРОИЗВОДСТВ ГАЛЬВАНОПОКРЫТИЙ И ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ И  
ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ЭТИХ ПРОИЗВОДСТВ**

В.И. АКСЕНОВ канд. техн. наук, доц.,

Ю.В. АНИКИН канд. хим. наук, доц.

*Уральский государственный технический университет*

Одной из актуальных экологических проблем является загрязнение окружающей среды, в частности водоемов, тяжелыми металлами. Сточные воды производств гальванопокрытий и печатных плат составляют, по разным оценкам, до 50 % общего объема химзагрязненных производственных сточных вод предприятий машиностроения, радио- и электронной промышленности. Основными компонентами сточных вод этих производств являются тяжелые металлы, в том числе соединения хрома, кадмия, никеля, цинка и другие [ 1, 2 ].

Существующие очистные сооружения большинства таких предприятий не обеспечивают очистки сточных вод до показателей, допустимых к сбросу в водоемы, поэтому наиболее целесообразным направлением представляется создание замкнутых систем оборотного водоснабжения с повторным использованием очищенных производственных сточных вод. Создание таких систем перспективно, но сталкивается с необходимостью решения сложных задач как в основном технологическом цикле, так и при обезвреживании сточных вод.

В технологии нанесения гальванопокрытий и производства печатных плат можно выделить следующие задачи:

а) к первой задаче необходимо отнести очень низкий коэффициент полезного использования химических веществ, входящих в состав электролитов и технологических растворов. Уровень полезного использования цветных металлов из большинства растворов не превышает нескольких процентов (в основном не выше 8-10%) и этот уровень не растет уже

длительный период времени. Использование кислот и щелочей немного выше. Но в целом даже грубые оценки показывают, что в окружающую среду с промывными водами, отработанными растворами и газовыми выбросами попадает до 80 % веществ, входящих в технологические процессы данных производств. Подобное состояние приводит к высокой степени загрязнения сточных вод и, соответственно, к высоким концентрациям этих загрязнителей на выходе из очистных сооружений, увеличенным количествам различных осадков, засолению сточных вод и т.п.

б) вторая задача тесно связана с вышеназванной проблема унификации технологических растворов как по количеству (число таких растворов уже составило несколько сотен, если только не перевалило за тысячу), так и по разнообразию компонентов этих растворов и концентрациям входящих в них химических веществ. Новые составы внедряются, конечно же, с целью улучшения качества покрытий. Однако с экологической точки зрения эти нововведения себя явно не оправдывают, так как в сточные воды и далее в водоемы попадают все новые и новые загрязняющие вещества.

в) не решается в целенаправленном порядке и проблема токсичности применяемых технологических растворов, т.е замена или исключение из их составов таких компонентов, как цианиды, кадмий, хром и т.п. Работы в этом направлении проводились, но до полного решения этой задачи еще далеко, и это отрицательно сказывается на окружающей среде, здоровье работников предприятий и в целом населения.

г) с целью уменьшения использования питьевой воды в вышеназванных производствах был внедрен ГОСТ 9.314-90, предусматривший нормативные показатели качества различных категорий технической воды в зависимости от стадий технологического процесса.. Предполагалось, что такое разделение приведет к внедрению систем оборотного водоснабжения, в частности локальных, и экономии свежей воды. В этом направлении были сделаны определенные шаги: в частности был разработан ряд установок по обессоливанию промывных вод с использованием метода ионного обмена и

мембранных технологий, но данное направление требует больших капитальных затрат, связанных с необходимостью внедрения нескольких систем подачи воды различного качества, локальных очистных установок и т.д. В настоящее время для большинства предприятий такие вложения не под силу.

д) с отсутствием необходимого финансирования тесно связана и другая проблема - приобретение технологических линий, оснащенных локальными установками по регенерации технологических растворов (электролитов) и установками непрерывного действия по очистке и возврату промывных вод. Особенно остро это касается покупки импортных линий.

Опираясь на вышеизложенное, можно предложить структуру современного экологического производства гальванопокрытий и печатных плат. Такое производство должно базироваться на нескольких последовательных уровнях, представляющих из себя соединение технологических операций, позволяющих обеспечивать максимальное полезное использование компонентов технологических растворов в основном техпроцессе, а также процессов обезвреживания и переработки жидких и твердых отходов, выводимых из основного техпроцесса, в продукцию, которая подлежит утилизации после переработки или становится сырьем для других производств, не нанося ущерба окружающей среде.

Очевидно, что первым уровнем будет система, объединяющая гальванические линии или отдельные ванны с локальными установками по регенерации технологических растворов, установками по корректировке качества воды в ваннах улавливания, установками по очистке и возврату промывных вод. Локальные установки могут быть встроенными в технологическую линию или располагаться вблизи от соответствующих ванн и для того, чтобы занимать минимум места, должны быть, как правило, одностадийными. При этом в идеальном случае на каждый вид технологического раствора и, соответственно, промывной воды должна быть своя локальная установка. Однако в реальности это вряд ли пока будет возможно из-за отмеченного выше многообразия технологических растворов и

промывных вод и необходимости выделения дополнительных площадей под локальные установки в основных цехах. Целью работы локальных установок на уровне гальванических линий (технологических ванн) является повышение срока службы электролитов и растворов. Однако имеющийся опыт эксплуатации таких установок (на пространстве бывшего СССР) показал, что наряду с определенными положительными результатами проявились и отрицательные. К последним относятся: отсутствие на многих предприятиях квалифицированных специалистов по эксплуатации подобных установок; отсутствие должного аналитического обеспечения работы этих установок; нестабильность процессов регенерации. В итоге наблюдаются преждевременные (по сравнению с расчетными данными) сбросы растворов из регенируемых ванн, в том числе и аварийные; выход установок из строя; извлечение компонентов (например, металлов) такого качества, которое затрудняет или делает невозможным их предполагавшуюся утилизацию.

Второй уровень представлен отдельно выделяемыми в цехах площадями с размещаемыми на них установками, которые по различным причинам не могут быть встроены в линии или расположены вблизи линий. При этом, в отличие от установок на первом уровне, здесь для регенерации растворов или очистки промывных вод возможно использование более громоздкого оборудования, работающего в несколько ступеней. На втором уровне возможно организовать очистку близких по составу промывных вод (например, хромсодержащих), отводимых от нескольких гальванических линий цеха, и т.п. Здесь же размещается участок по регенерации сменных патронов сорбционных фильтров, встраиваемых в гальванические линии с целью коллективного или селективного извлечения ионов металлов из промывных вод, с последующим электрохимическим извлечением металлов из элюатов. Однако на втором уровне нежелательно использование процессов, требующих размещения сложного реагентного хозяйства.

Третий уровень представлен очистными сооружениями предприятия в целом. На этом уровне решаются задачи обработки сильно засоленных

растворов и “продувочных” стоков с целью получения конденсата (в случае использования установок испарительного типа) или обессоленной и деионизованной воды (при использовании ионообменных установок), которые возвращаются в основную технологию на операции, требующие данного качества воды, или с целью “разбавления” промывных вод, обезвреживаемых на первом и втором уровнях. Здесь же должны быть решены задачи конденсации и подготовки для последующего использования отходов, которые не могут быть утилизированы на предприятии (концентраты солей или сухие соли, смешанные осадки и др.). Может быть предусмотрено первичное накопление (хранение) отходов до их отправки на четвертый уровень.

Четвертый уровень предназначен для решения общегородских или региональных проблем. На этом уровне в рамках центра по переработке и утилизации отходов (но никак не свалки и даже не полигона по захоронению) необходимо предусмотреть регенерацию или обезвреживание технологических растворов, доставляемых с предприятий, на которых их обработка невыгодна экономически или невозможна из-за ограничений по площадям, с выделением утилизируемых компонентов. Здесь решаются вопросы предварительной обработки (усреднения, обезвоживания, грануляции) осадков перед отправкой их на утилизацию, например, с целью получения строительных материалов.

Рациональное построение предлагаемой структуры, с точки зрения распределения материальных потоков по уровням и выбора установок и методов для обработки растворов, сточных вод и осадков (отходов) на каждом уровне исходя из вышеизложенных принципов, позволит уменьшить в максимальной степени ущерб окружающей среде, наносимый производствами гальванопокрытий и печатных плат.

1. Соболевская Т.Т., Гребенюк В.Д., Махно А.Г. Методы очистки сточных вод гальванических производств. Материалы семинара “Охрана окружающей среды от отходов гальванического производства”. М.: МДНТП, 1990. С. 109-114.

2. Белевцев А.Н. Отведение, очистка и использование сточных вод гальванических производств предприятий машиностроительного и приборостроительного профиля. Тезисы докладов 2-го международного конгресса “Вода: экология и технология. Экватек-96”. М.: “СИБИКО Интернэшнл”, 1996. 305 с.

## **УТИЛИЗАЦИЯ ХРОМСОДЕРЖАЩИХ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ**

Ю.О. ГРИГОРЬЕВ канд. техн. наук, доц.,

Ю.А. КОНОНОВ, О.В. ГОВОРУХИНА

*Уральский государственный технический университет*

На машиностроительных предприятиях г. Екатеринбурга ежегодно образуется до 400-500 тонн хромосодержащих шламов после обезвреживания отработанных хромосодержащих электролитов (ОХЭ) на станциях нейтрализации.

ОХЭ – техногенные токсичные отходы 1 класса опасности гальванических производств содержат (кг/м<sup>3</sup>): 150 (IV), 5-8 хрома (III), 2,5 серной и 1,5 борной кислоты, 8-10 железа (III). При оптимальной загрузке линии хромирования машиностроительного предприятия замена рабочих ванн нанесения хромовых покрытий осуществляется раз в квартал. Полная разовая замена ванны не позволяет провести сброс ОХЭ в поток промывных хромосодержащих сточных вод. ОХЭ накапливаются в спецемкостях и дозируются в поток сточных вод, поступающих на станцию нейтрализации.

Совместная обработка 1 м<sup>3</sup> ОХЭ с промывными водами на станции нейтрализации приводит к увеличению расхода реагентов (железного купороса на 2 т, извести на 2,5 т) и выхода шлама на 2,5 т при сбросе со сточными водами до 0,7 т сульфатов и 1,5 т кальция. Эксплуатационные затраты на