

# РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА СПЕЦИАЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

## ELABORATION OF COMPLEX MEASURES AIMED AT IMPROVING CHEMICAL SAFETY OF ELECTROPLATING SHOPS

*А.Ф. Губин, В.И. Ильин, В.А. Колесников, В.А. Бродский*  
*Gubin A.F., Il'in V.I., Kolesnikov V.A., Brodsky V.A.*

ФГБОУ высшего образования «Российский химико-технологический университет  
им. Д.И. Менделеева», г. Москва

Рассматриваются мероприятия по повышению химической безопасности гальванического производства, основанные на уменьшении объемов опасных отходов, замене вредных химических веществ менее опасными, использовании химических веществ в менее опасном состоянии, очистке сточных вод от загрязняющих веществ.

*Ключевые слова:* гальваническое производство, химическая безопасность, предотвращение загрязнения окружающей среды, опасные отходы.

The measures on improving chemical safety of electroplating shops are discussed. The measures are based on reducing volumes of dangerous wastes, replacement of chemical substances by safer alternatives, using chemical substances in less dangerous condition, waste water purification from contaminants.

*Keywords:* electroplating shops, chemical and environmental safety, pollution prevention, dangerous wastes.

### Введение

Гальваническое производство является одним из источников применения в технологическом процессе опасных химических веществ и образования опасных отходов.

Применение в гальваническом производстве процессов обработки металлических и неметаллических поверхностей изделий связано с использованием большого количества разнообразных химических веществ, в том числе кислот, щелочей, солей тяжелых и цветных металлов и разнообразных органических соединений. Обширность номенклатуры необходимых химикатов связана с многообразием задач, которые решаются методами гальванохимической обработки. Это относится к приданию металлоизделию декоративного вида, изменению свойств поверхности, например, с целью повышения электропроводности, обеспечения отражательной способности, повышения твердости и износостойкости, улучшения адгезионных свойств поверхности и для многих других специфических целей. Большое количество гальванопокрытий используется для предотвращения коррозии в различных атмосферных, газовых и водных условиях [1].

Повышению негативного воздействия на окружающую среду способствует и тот факт, что гальваническое производство расплывено по большому количеству предприятий различных

отраслей промышленности: в авиастроении, автомобилестроении, судостроении, приборостроении, строительной индустрии и многих других областях техники. Часто эти производства представляет собой мелкие, технологически малоэффективные цеха и участки, как правило, не оснащенные современными средствами нанесения покрытий и тем более обезвреживания отходов. Но и на более успешных предприятиях, в основном, применяются устаревшие растворы и электролиты, которые не отвечают современным технологическим и экологическим нормам. В целях экономии средств на ряде предприятий вообще не осуществляются мероприятия по обезвреживанию сточных вод. В результате сложилось положение, когда часть промышленных стоков поступает в канализационные сети населенных пунктов в недостаточно очищенном виде или вообще без очистки.

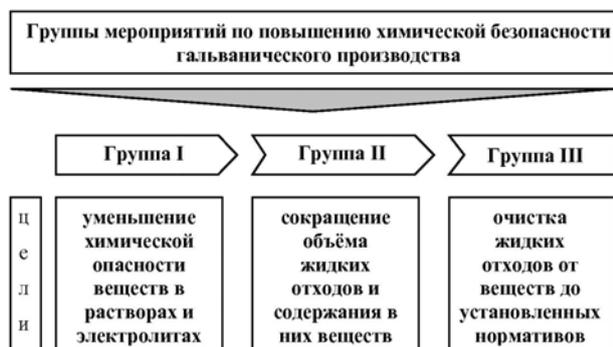
Анализ научно-технической информации и практический опыт работы авторов в исследуемой области позволил разработать комплекс организационных и технических мероприятий по повышению химической безопасности гальванического производства.

### Результаты

По мнению авторов, основной подход в решении задач по повышению химической безопасности гальванического производства состоит

в предотвращении образования отходов везде, где это возможно, за счет использования технологий, которые позволяют осуществлять утилизацию и переработку там, где эти отходы образуются. В тех случаях, когда с технической или экономической точки зрения невозможно предотвратить образование отходов, они должны быть размещены таким образом, чтобы избежать или минимизировать любое воздействие на окружающую среду.

Мероприятия по повышению химической безопасности гальванического производства можно разделить на три группы (рис. 1).



**Рис. 1.** Мероприятия по повышению химической безопасности гальванического производства.

Первая группа мероприятий связана с проведением работ службами цехов и касается только технологических операций гальванохимической обработки деталей. Для этого работы должны быть направлены на проведение, в технически обоснованных случаях, следующих мероприятий:

- замена отдельных гальванических покрытий на альтернативные; к последним можно отнести диффузионные покрытия цинком и хромом, анодно-окисные покрытия, полученные методом микродугового оксидирования, и другие покрытия, исключающие применение концентрированных растворов, содержащих опасные вещества;

- замена электролитов, содержащих высокоопасные вещества (кадмий, свинец) на составы с менее опасными веществами (цинк, сплавы);

- замена цианистых электролитов на бесцианистые, электролитов и растворов на основе соединений шестивалентного хрома на электролиты и растворы на основе трехвалентного хрома. Это позволит исключить применение технологических операций, требующих одновременного применения различных технологий для их нейтрализации;

- замена электролитов на основе комплексных соединений (аммиакаты, пирофосфаты,

тарtrato и др.), снижающих эффективность очистки, на составы на основе простых соединений (сульфаты, хлориды). Это позволит исключить применение технологических операций, требующих одновременного применения различных технологий для их нейтрализации;

- замена высококонцентрированных растворов и электролитов на менее концентрированные;

- унификация ионного состава электролитов (например, замена фторидных и азотнокислых солей и соответствующих кислот на сульфатные или хлоридные);

- снижение в растворах и электролитах содержания органических соединений (ПАВ, блескообразующие добавки и др.), снижающих эффективность очистки;

- продление срока эксплуатации электролитов за счет применения средств и методов контроля их состава и состояния, технологических параметров гальванообработки;

- снижение содержания химических веществ в сточных водах, поступающих на очистные сооружения, за счет уменьшения количества электролитов и растворов, выносимых из технологических ванн, с помощью: выбора оптимальных конструкций подвесок (барбанов, сеток), устройства между технологическими и промывными ваннами козырьков с наклоном в сторону технологических ванн, встряхивания подвесок с деталями над поверхностью ванны, увеличения времени выдержки подвесок с деталями над поверхностью ванны (уменьшает вынос раствора в сточную воду в 2–3 раза).

Вторая группа мероприятий связана с проведением работ службами цехов и предприятий и направлена на оптимизацию водопотребления и водоотведения. Для этого потребуются выполнение таких мероприятия, как:

- продление срока эксплуатации электролитов и растворов за счет организации процессов регенерации, рекуперации и утилизации. Процессы регенерации позволяют восстанавливать работоспособность отработанных растворов и электролитов. Процессы рекуперации позволяют возвращать часть сырья и продуктов (воду, щелочи, кислоты, металлы) из отработанных растворов для повторного их использования. Процессы утилизации позволяют получать новые виды продукции;

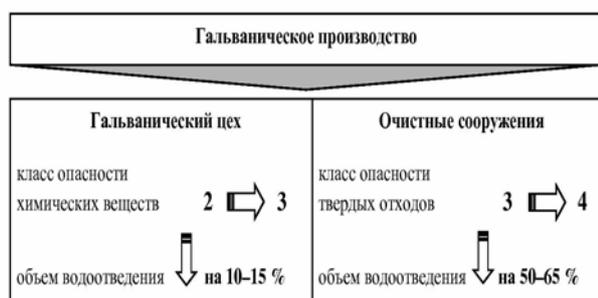
- сокращение расхода чистой воды на промывочные операции и образующихся сточных вод за счет: изменения последовательности операций промывки изделий, вторичного использо-

вания воды для промывки менее ответственных операций, организации периодически непроточного режима работы промывных ванн, увеличения количества ступеней промывки;

– снижение содержания химических веществ в сточных водах, поступающих на очистные сооружения за счет дополнительного размещения ванн улавливания и размещения в них устройств (например, электромембранных), позволяющих выделять ионы металлов и анионы солей в виде, пригодном для возврата в технологическую ванну; организации процессов по локальной очистке сточных вод с выделением химических продуктов (металлы, кислота, щелочь) в виде, пригодном для утилизации в других видах производств, в том числе воды для организации водооборота.

Третья группа мероприятий связана с проведением работ службами предприятий и направлена на очистку жидких отходов от токсичных веществ до установленных нормативов, концентрирование и перевод соединений из жидкого в пастообразное состояние, сбор и подготовку гальваношламов к их утилизации. Для этого потребуется замена устаревшего или дополнительное размещение современного очистного оборудования на очистных сооружениях. Для этого потребуется выполнение таких мероприятий, как:

– организация систем очистки сточных вод от различных примесей (ионы металлов, органические примеси) с использованием средств и методов (например, электрохимических) с наименьшим уровнем сложности, менее чувствительных к ошибкам, обеспечивающих санитарную очистку до достижения установленных норм без применения технологий очистки сточных вод, которые базируются на методе ионного обмена и мембранных процессах, использование которых связано с дополнительным образованием концентрированных жидких отходов и требует дальнейшей переработки;



**Рис. 2.** Основные результаты реализации мероприятий по повышению химической безопасности гальванического производства.

– внедрение средств и методов кондиционирования и обезвреживания гальваношламов в виде, пригодном для утилизации;

– внедрение средств и методов контроля технологических и качественных параметров очистки сточных вод и обработки твердых отходов гальваношламов.

Реализация предлагаемых мероприятий позволит повысить химическую безопасность гальванического производства, за счет использования химических веществ в менее опасном состоянии и уменьшения объемов опасных отходов (рис. 2). При этом для реализации вышерассмотренных мероприятий необходимо применять системный анализ и учитывать специфику конкретного гальванического производства с учетом вышеизложенных пожеланий.

### Обсуждение

Анализ научно-технической информации показывает, что приоритетными направлениями в рассматриваемой области для России и стран Европейского Союза (ЕС) являются совершенствование технологических процессов обработки поверхности и нанесения покрытий [2, 3].

По сравнению со странами ЕС, где вопросы рационального водопотребления занимают достаточно давно, для России актуальным является сокращение количества сточных вод, образующихся в результате деятельности гальванического производства.

Кроме того, в странах ЕС действуют менее жесткие нормативы допустимого воздействия на окружающую среду, чем в России, их число ограничено, и действует развитая мониторинговая система контроля за гальваническими отходами, что обеспечивает повсеместное исполнение установленных требований. В совокупности эти меры позволили улучшить экологическую ситуацию в странах Европы.

В нашей стране нормируются тысячи веществ, достижение норм которых в рамках существующих технологий практически невозможно, а санкции за нарушения в области экологии минимальны, что негативно сказывается на заинтересованности предприятий в проведении природоохранных мероприятий.

С целью изменения ситуации предлагается внести в законодательство ряд изменений, касающихся нормирования воздействия на окружающую среду за счет внедрения так называемых наилучших существующих технологий (рис. 3), то есть технологий, основанных на последних достижениях науки и техники, направленных на

снижение негативного воздействия на природу, которые экономически доступны и практически внедрены на нескольких предприятиях. При этом законодательством должны быть заданы не сами технологии, а нормативы выбросов и сбросов на

единицу продукции, соответствующие наилучшим технологиям. Таким образом, для предприятий создается цель, к которой они реально могут стремиться [4].



Рис. 3. Наилучшие существующие технологии.

Следует отметить, что в странах ЕС, начиная уже с 1996 г., внедрение подобных технологий является обязательным требованием.

### Выводы

1. Показано, что гальваническое производство является источником образования опасных отходов и негативного воздействия на окружающую среду.

2. На основе практического опыта, отечественных и мировых достижений разработан комплекс организационных и технических мероприятий по повышению химической безопасности гальванического производства, основанный на уменьшении объемов опасных отходов, замене вредных химических веществ менее опасными, использовании химических веществ в менее опасном состоянии, очистке сточных вод от загрязняющих веществ.

### Список литературы

1. Ильин, В.И., Колесников, В.А., Губин, А.Ф., Кисиленко, П.Н. Разработка мероприятий по предотвращению и минимизации образования химически опасных отходов гальванических производств // Хим. и биол. безоп. – 2010. – № 5-6. – С. 53–57.
2. Ильин, В.И., Губин, А.Ф., Колесников, В.А. Минимизация образования опасных химических жидких отходов в гальванотехнике (обзор) // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – 2011. – № 1. – С. 29–42.
3. Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals and Plastics. – European Communities, 2006. – 582 p.
4. О комплексе мер по улучшению экологической обстановки в России [Интернет ресурс]. – URL: <http://premier.gov.ru/events/news/14655>.