

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

Широкий спектр загрязнений сточных вод определяет необходимость разработки универсальных технологических процессов комплексной утилизации загрязнений стоков. Выбор процесса утилизации и его аппаратное оформление должны быть основаны на тщательном анализе основной технологии в целях максимального сокращения отходов и выборе оптимальных систем для их удаления.

Исходя из широкого спектра состава жидких отходов применяемые методы обработки гальванических стоков (ГС) можно объединить в группы: реагентные, сорбционные и электрохимические [1, 3].

Анализ методов утилизации жидких гальванических отходов (таблица) показывает их преимущества и недостатки.

Таблица – Применяемые методы утилизации
жидких гальванических отходов

Метод	Область применения	Преимущества	Недостатки
Обработка реагентами	Цианистые стоки	Очистка до ПДК; простота применения	Отсутствует возврат воды; высокое солесодержание; потребность в реагентах; потребность в площадях
Электрокоагуляция	Для хромовых стоков при Cr (VI) до 1000 мг/л и цианистых – до 150 мг/л	Очистка до ПДК; без реагентов; малые площади; возврат воды в производство	Двойное пропускание воды через электрокоагулятор; разбавление стоков; пассивация анодов
Ионный обмен	Для всех видов стоков	Возможность повторного использования воды	Высокая стоимость смол; обезвреживание элюатов; необходимость герметизации оборудования

Продолжение таблицы

Метод	Область применения	Преимущества	Недостатки
Обратный осмос, ультра-фильтрация	Для локальных систем	Очистка до ПДК; возврат воды в оборот; компактность оборудования	Низкая стойкость мембран в агрессивных средах; закупоривание пор мембран; нужна предочистка
Биохимический метод	Для смеси хромовых и бытовых сточных вод	Эффективность очистки до 100%; низкий расход электроэнергии; простота в эксплуатации	Необходимость поддержания температуры и концентрации металла; применение химических реактивов; низкая скорость очистки
Физико-технические методы	Для локальных систем	Высокие скорости процессов; контроль и управление процесса энергетическими параметрами; очистка до ПДК; возврат воды в оборот	Сложность аппаратного исполнения; высокие удельные энергозатраты
Электроимпульсный метод	Для широкого спектра загрязнений	Очистка до ПДК; возврат воды в оборот; компактность оборудования ; без реагентов; малые площади; одновременная переработка отходов металлообработки	Необходимость разработки специализированного оборудования; исследование физико-технических процессов диспергирования стружки

Исследованные методы очистки ГС позволяют перевести токсичные вещества в труднорастворимые соединения и осуществить нейтрализацию кислот и щелочей. При этом возникают потери ценного сырья, а также наносится непоправимый вред окружающей среде.

Суть проблемы заключается в необходимости выбора методов утилизации отходов из условий экологичности технологии с обеспечением регенерации ценных веществ [1, 2]. Конечной целью является создание малоотходных технологических процессов, систем оборотного водоснабжения.

Выбор метода утилизации отходов производства обуславливается технологической возможностью и экономической целесообразностью. Таковым является электроимпульсный метод диспергирования токопроводящего материала [4]. Электроимпульсный метод отвечает данным требованиям и позволяет в одностадийном процессе утилизировать жидкие отходы гальванических цехов и твердые отходы металлообрабатывающих производств с использованием высоких температур, электрических и магнитных полей, электрических разрядов и токов, УФ- и ионизирующих излучений.

Технологические процессы, связанные с получением и использованием мелкодисперсной фазы различных металлов, нашли широкое многоцелевое применение [5]. Одним из способов получения мелкодисперсной фазы является импульсное электроразрядное диспергирование металла в жидкой или газовой среде.

Процесс диспергирования металла заключается в разрушении поверхности металла высокотемпературными тепловыми источниками, возникающими при протекании тока между электродами [6]. Энергия разряда расходуется на плавление поверхности металла с частичным его испарением в местах привязки разряда и на испарение жидкости вблизи поверхностного слоя разрядного канала. При этом в канале разряда достигаются высокая температура $(0,2...2) \cdot 10^4$ °С и давление до $(3...8) \cdot 10^8$ Па.

Под действием электродинамических сил разряда и давления, испарившейся части металла и жидкости расплавленный и испарившийся металл выбрасывается в окружающую жидкость.

Размер диспергированных частиц зависит от энергии, вводимой в разряд, и скорости ее ввода, теплоемкости, поверхностного натяжения количества центров кристаллизации и других характеристик металла. В результате диспергирования в воде образуется суспензия из относительно крупных (10...60 мкм), средних (1,0...10 мкм) и мелких (0,1...1,0 мкм) частиц металла из расплава и сконденсированных из паров металла.

Анализ показал, что основными факторами, влияющими на удельную производительность диспергирования m (кг/ч) и энергозатраты $E = \frac{P}{m}$ (кВт·ч/кг), являются энергия импульса (Дж), определяемая емкостью рабочего (разрядного) конденсатора C (мкФ), напряжением на ней U_0 (В), длительностью разряда $t_{\text{имп}}$ (с), высотой слоя металла в электроразрядном реакторе H (см), площадью электродов S (см²) и расходом прокачиваемой воды V (л/ч); частота импульсов тока f (с⁻¹), определяющая энергию импульса при заданном напряжении U_0 .

Для графического представления выхода диспергируемого материала (сталь 20) в зависимости от технологических параметров процесса утилизации предложена инженерная методика (рис. 1).

Поскольку функциональная зависимость представляет собой полином второй степени, включающий в себя наряду с технологическими параметрами три слагаемых, учитывающих их совместное влияние, то они учтены в методике.

В результате группировки параметров результирующее значение массы, можно представить в виде алгебраической суммы масс, вычисленных в предположении, что каждая составляющая массы зависит только от одной независимой переменной и параметра (второй независимой переменной). Окончательно алгебраическое суммирование составляющих итогового значения массы выполнено графическим способом (рис. 1).

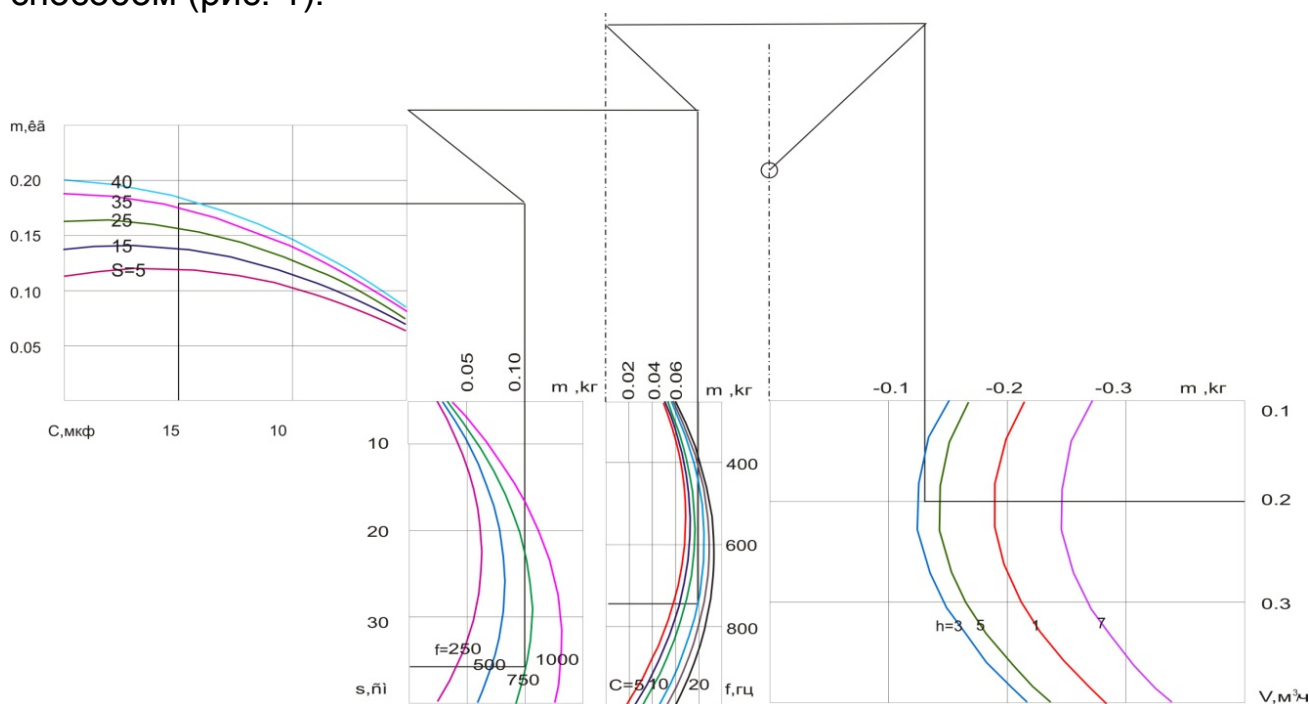


Рисунок 1 – Сетчатая номограмма для определения массы диспергируемого металла в зависимости от энерготехнологических параметров

На основе полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований технологического процесса утилизации отходов гальванического производства возможна разработка рабочих промышленных технологий, отвечающих критериям комплексности переработки отходов и повторного использования получаемых продуктов; экономичности и экологичности.

Для определения технологических параметров процесса утилизации отходов гальванического производства различного химического состава возможно использовать такой алгоритм:

- определить состав и характеристики загрязнений (содержащихся в промывных сточных водах), которые подлежат утилизации;

- по виду и исходному количеству содержащихся загрязнений и их ПДК определить количество металла, необходимого для восстановления ионов хрома;
- зная количество металла, воспользовавшись графической зависимостью, определить требуемую частоту следования импульсов (f) и удельные энергозатраты (E);
- определить напряжение U .

Известно, что энергия единичного разряда (W) определяется зависимостью

$$W = \frac{cU^2}{2}, \quad (5.1)$$

где C – емкость батареи конденсаторов, Ф;

U – напряжение на конденсаторной батарее, В,
а мощность, подводимая к реактору, – зависимостью

$$E = Wf, \quad (5.2)$$

где f – частота следования импульсов, Гц.

Таким образом,

$$U = \sqrt{\frac{2E}{cf}}. \quad (5.3)$$

Общий порядок построения алгоритма процесса утилизации отходов гальванического и механообрабатывающего производств может быть представлен в виде, показанном на рис. 2.

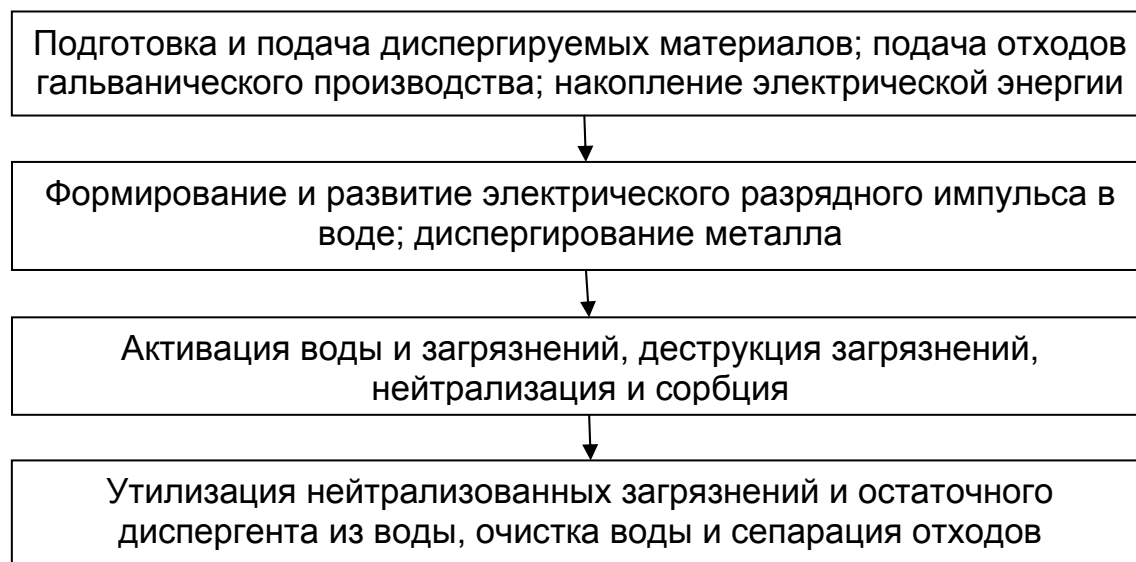


Рисунок 2 – Стадии процесса утилизации отходов

Рекомендации для промышленного внедрения процесса утилизации отходов гальванических цехов и механообрабатывающего производства в виде блок-схемы приведены на рис. 3.

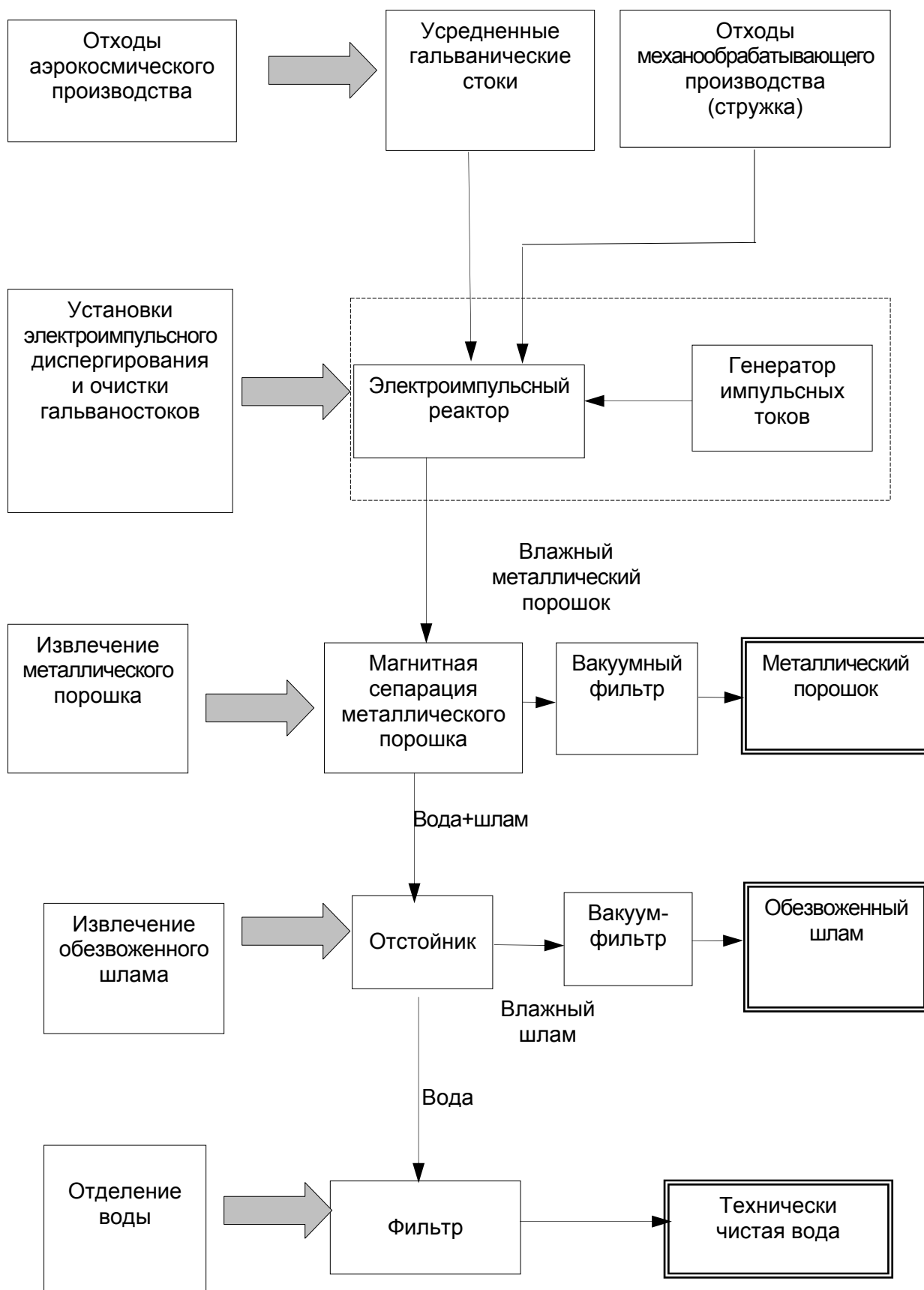


Рисунок 3 – Блок-схема процесса утилизации отходов гальванических цехов и механообрабатывающего производства

Выводы

1. Предложенный процесс утилизации отходов позволяет утилизировать токсичные материалы с возвратом их в производство, а также рационально использовать отходы цехов механообработки для получения коагулянтов и порошков и использовать их в различных отраслях промышленности.
2. Предложенный алгоритм определения параметров процесса утилизации отходов гальванических и механообрабатывающих цехов позволяет учитывать как химический состав жидких отходов гальванических цехов, так и характеристики отходов цехов механообработки.
3. Возможность выбора напряжения на конденсаторной батарее в зависимости от энергетических характеристик процесса позволяет влиять на дисперсность получаемых продуктов из отходов производственного процесса.
4. Предложенная блок-схема позволяет разработать требования к созданию и компоновке промышленных установок различных видов производства.

Список использованных источников

1. Гребенюк, В.Д. Состояние и перспективы развития методов очистки сточных вод гальванических производств [Текст] / В.Д. Гребенюк, Т.Т. Соболевская, А.Г. Махно // Химия и технология воды. – 1989. – Т. 11, № 5. – С. 407 – 421.
2. Березуцкий, В.В. Проблемы очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов / В.В. Березуцкий, Д.Л. Донской, Г.В. Слепцов [Текст] // Машиностроитель. – 1996. – № 6. – С. 22 – 23.
3. Терновцев, В.Е. Очистка промышленных сточных вод [Текст] / В.Е. Терновцев, В.М. Пухачев. – К. : Будівельник, 1986. – 120 с.
4. Левченко, В.Ф. Электроимпульсный метод комплексной переработки материалов [Текст] / В.Ф. Левченко // Проблемы машиностроения. – 1992. – Вып. 38. – С. 78 – 86.
5. Порошковая металлургия и нанесение покрытий [Текст] / В.Н. Анциферов, Г.В. Бобров, С.С. Кипарисов и др. – М.: Металлургия, 1987. – 791 с.
6. Буткевич, Г.В. Электрическая эрозия электроимпульсных контактов и электродов [Текст] / Г.В. Буткевич, Г.С. Белкин. – М.: Энергия, 1978. – 453 с.

Поступила в редакцию 22.05.2014.

*Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.Е. Тараненко,
Национальный аэрокосмический университет
им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков.*