

**ЗНЕШКОДЖЕННЯ ПРОМИВНИХ ВОД ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ
ВИРОБНИЦТВ**

ЗАНІН Р.Е.

ПЕО-14Д

1 СТРУКТУРА І ЗАКОНОМІРНОСТІ ІСНУВАННЯ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

1.1 Структура природних екосистем

Екосистема - основна одиниця біосфери, яка є об'єктом вивчення екології. Цей термін запровадив англійський біолог А. Тенслі у 1935 році.

Екосистема - складний природний комплекс живих істот, що взаємодіють з неорганічним середовищем та знаходяться в матеріально-енергетичній залежності від неї. Для зручності вчені розглядають екосистему як ізольовану одиницю (рілля, озеро, пасовище, струмок тощо), проте фактично різні компоненти постійно переміщуються з однієї екосистеми в іншу. За своєю суттю це динамічно урівноважена система, що склалася в результаті тривалої та глибокої адаптації складових компонентів, в якій здійснюється кругообіг речовин. Екосистема це - не проста сукупність живих організмів та навколишнього середовища, це діалектична єдність усіх екологічних компонентів, обумовлена взаємозалежністю та причинно-наслідковими зв'язками. У кожній екосистемі відбуваються кругообіг речовин та обмінні енергетичні процеси.

Екосистема - біологічна система, що складається зі спільноти живих організмів (біоценоз), середовища їх існування (біотоп), системи зв'язків, що здійснює обмін речовиною і енергією між ними [1].

Біотоп - це ділянка поверхні землі з більш менш однотипними умовами існування (грунтом, мікрокліматом тощо).

Біоценоз - це історично сформована сукупність рослин, тварин та мікроорганізмів, що населяє біотоп. Відповідно до цього кожний біоценоз складається з фітоценозу (угруповання рослин), зооценозу (угруповання тварин) та мікроценозу (угруповання мікроорганізмів).

Крім природних екосистем, існують також штучні екосистеми: космічна станція, акваріум, вазон із кімнатною рослиною тощо.

Біоценози земної кулі утворюють біоценотичний покрив, який вивчає біогеоценологія. Заснував цю науку видатний російський вчений В. М. Сукачов. Згідно його вчення біоценоз має наступну будову (рис. 1.1) [2].

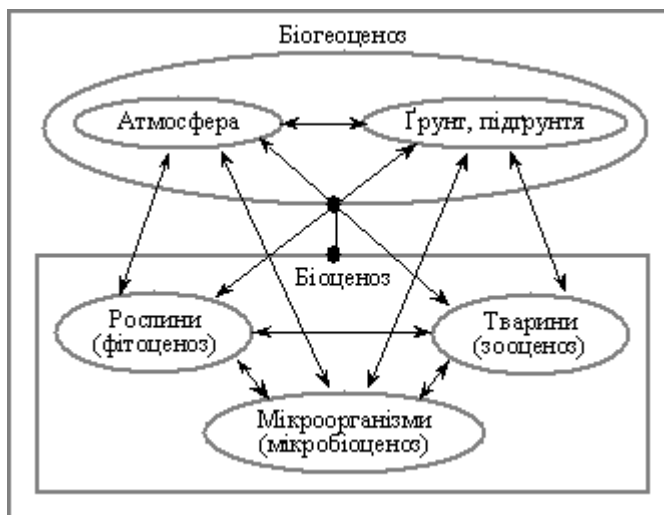


Рис. 1.1 – Схема будови біоценозу (за В. М. Сукачовим).

В структурі кожної екосистеми можна виділити чотири функціональні компоненти:

- абіотичне оточення, тобто весь комплекс неживої природи, звідки біоценоз черпає засоби для існування і куди виділяє продукти обміну;
- комплекс автотрофних організмів, що забезпечують органічними речовинами, а отже, й енергією всі інші організми, це первинні продуценти органічної речовини, які асимілюють сонячну енергію (фототрофні рослини, фотосинтезуючі бактерії);
- комплекс гетеротрофних організмів - консументів, які живуть за рахунок поживних речовин, створених первинними продуцентами. Консументами є тварини та безхлорофільні рослини;
- комплекс організмів, які розкладають органічні сполуки до мінерального стану. Це редуценти, представлені мікроорганізмами - бактеріями, грибами, найпростішими, а також організмами, які живляться мертвими органічними речовинами.

Між усіма чотирма ланками існує закономірний зв'язок. Взаємодія організмів в екосистемі надзвичайно складна. Взаємодія біоценозів з біотопами відбувається через речовинно-енергетичний обмін. Для кожної екосистеми характерний свій біологічний кругообіг речовин, який здійснюється завдяки існуванню в екосистемах трофічних ланцюгів (ланцюгів живлення) [3].

Видовий склад екосистеми коливається навколо точки рівноваги, однак повна рівновага ніколи не виникає. В окремих ланках екосистеми коливання чисельності видів відбуваються постійно і в окремих випадках можуть бути дуже значними. В цілому будь яка екосистема не залишається незмінною, вона постійно змінюється, розвивається, еволюціонує. Однак до тих пір, поки існує її цілісність, в ній підтримується такий напрямок процесів, яке «прагне» встановити рівновагу синтезу і розпаду речовин, народжуваності і загибелі живих організмів. Звичайно, повної і остаточної рівноваги в природних системах не буває. Можна говорити лише про більш-менш стійку рівновагу в екосистемі.

З точки зору структури в екосистемі виділяють:

- кліматичний режим, що визначає температуру, вологість, режим освітлення та інші фізичні характеристики середовища;
- неорганічні речовини, що включаються в кругообіг;
- органічні сполуки, які пов'язують біотичну і абіотичну частини в круговороті речовини і енергії;
- продуценти - організми, що створюють первинну продукцію;
- макроконсументи, або фаготрофи - гетеротрофи, що поїдають інші організми або великі частки органічної речовини;
- мікроконсументи (сапротрофи) - гетеротрофи, в основному гриби і бактерії, які руйнують мертву органічну речовину, виконують її мінералізацію, тим самим повертаючи в кругообіг.

Останні три компоненти формують біомасу екосистеми.

З точки зору функціонування екосистеми виділяють наступні функціональні блоки організмів (крім автотрофів):

- біофаги - організми, що поїдають інших живих організмів,
- сапрофаги - організми, що поїдають мертву органічну речовину.

Цей поділ показує тимчасово-функціональний зв'язок в екосистемі, фокусуючись на поділі в часі утворення органічної речовини і перерозподілі його всередині екосистеми (біофаги) та переробки сапрофагів [4]. Між відмиранням органічної речовини і повторним включенням його складових в круговорот речовини в екосистемі може пройти суттєвий проміжок часу. Всі ці компоненти взаємопов'язані у просторі та часі і утворюють єдину структурно-функціональну систему.

Екосистема може бути описана комплексною схемою прямих і зворотних зв'язків, що підтримують гомеостаз системи в деяких межах параметрів навколишнього середовища. Таким чином, в деяких межах екосистема здатна при зовнішніх впливах підтримувати свою структуру і функції відносно незмінними.

Екосистем за масштабами поділяються на мікроекосистеми, мезоекосистеми і макроекосистеми.

У мікроекосистемах невеличкі, тимчасові біоценози, що називаються синузьями, перебувають у обмеженому просторі. До таких екосистем належать трухляві пеньки, мертві стовбури дерев, мурашники тощо.

Найбільш поширеними серед екосистем є мезоекосистеми, або біогеоценози, в яких біоценози займають однотипні ділянки земної поверхні з однаковими фізико-географічними умовами і межі яких, як правило, збігаються з межами відповідних фітоценозів.

Макроекосистеми охоплюють величезні території чи водні акваторії, що визначаються характерним для них макрокліматом і відповідають цілим природним зонам. Біоценози таких екосистем називаються біомами. До макроекосистем належать екосистеми тундри, тайги, степу, пустелі, савани,

листяних і мішаних лісів помірного поясу, субтропічного і тропічного лісів, а також морські екосистеми. Прикладом глобальної екосистеми є біосфера нашої планети.

За ступенем трансформації людської діяльності екосистеми поділяються на природні, антропогенні та антропогенно-природні.

У промислово розвинутих країнах, на захоплених людською діяльністю територіях природних екосистем майже не залишилося, хіба що в заповідниках. Лісові насадження, луки, ниви - все це антропогенно-природні екосистеми, які хоча й складаються майже єдино з природних компонентів, але створені й регулюються людьми.

До антропогенних екосистем належать екосистеми, в яких переважають штучно створені антропогенні об'єкти і в яких, крім людей, можуть існувати лише окремі види організмів, що пристосувалися до цих специфічних умов. Прикладом таких антропогенних екосистем є міста, промислові вузли, села (в межах забудови) [7].

В цілому, екосистема функціонує як єдина система, яка розвивається та володіє саморегуляцією. Людина створює штучні екосистеми, до них відносяться сільськогосподарські, так звані агроекосистемами, міські, промислові, курортні та інші. Якщо порівнювати природну і штучну екосистеми, то легко переконатися, що для життя природних екосистем достатньо енергії Сонця, рівновага в них забезпечується шляхом саморегуляції.

Для підтримки, штучних екосистем потрібні додаткові речовини і додаткова енергія. Господарська діяльність людини змінює величину чистої первинної продукції екосистем.

Біосфера - екосистема вищого порядку, що об'єднує всі інші екосистеми і забезпечує існування життя на Землі.

Живі організми всіх природних екосистем взаємодіють один з одним, із сонячною енергією й з різноманітними хімічними речовинами, що утворюють атмосферу, гідросферу і літосферу. Ця сукупність живих і неживих організмів,

які взаємодіють один з одним і зі своїм неживим середовищем перебування (енергією й хімічними речовинами), у планетарному масштабі називається екосферою.

1.2 Класифікація живих екологічних систем

Жива (біологічна) система - одна із природних систем. "Система" дослівно означає "ціле, що складається із часток" (грецька). Основними елементами системи є компоненти, зв'язки, границі. Всі живі системи є відкритими, тому що обмінюються із зовнішнім середовищем речовиною, енергією й інформацією. У результаті подібного обміну виникають характерні функціональні системи, що мають ієрархічний принцип організації. При об'єднанні простих компонентів у більше складні, у нових систем виникають якісно нові властивості, відсутні на попередньому рівні. Такі якісно нові емерджентні (від англ. emergent - раптово виникаючі) властивості екологічного рівня не можна прогнозувати, виходячи із властивостей компонентів, що становлять цей рівень. Точно так як властивості більше високого рівня організації не можна прогнозувати із властивостей низького рівня. Розглянуте явище відображується в принципі Бергаланфі (1969р.): ціле представляє щось більше, ніж сума його елементів, оскільки його головна характеристика - взаємодія, що протікає між різними елементами. Принцип незвідності властивостей цілого до суми властивостей частин повинен служити першою заповіддю екологів [5].

В екології виділяють наступні основні рівні організації живих систем: ген, клітка, тканина, орган, організм, популяція, співтовариство, екосистема, біосфера.

Молекулярний (генний) - із цього рівня спостерігаються властивості, характерні винятково для живої матерії: обмін речовин, передача спадковості. Система функціонування великих молекул - білків, нуклеїнових кислот (ДНК, РНК), вуглеводів.

Клітинний - рівень, на якому біологічно активні молекули з'єднуються в єдину систему.

Тканинний - сполучення кліток, подібних за будовою та функціях, що вони виконують. Він охоплює сукупність клітин, об'єднаних спільністю походження й функції.

Органний - кілька типів тканин функціонально взаємодіють і утворюють певний орган.

Організменний - рівень, на якому взаємодіє ряд органів.

Популяційно-видовий - сукупність однорідних організмів, зв'язаних єдністю походження, способом життя й місцем перебування.

Біоценотичний - комплекс спільно живучих і зв'язаних між собою видів утворюють біоценоз.

Біогеоценотичний (екосистемний) - більш високий рівень організації живої матерії, що поєднує різні по видовому складу організми в їхньому взаємозв'язку з умовами життя (у біотопі).

Біосферний - природна система найбільш високого рангу, що охоплює всі прояви життя. На цьому рівні відбуваються всі кругообіги речовини в глобальному масштабі, пов'язані з життєдіяльністю організмів.

Існує цілий ряд класифікацій природних систем, які відображують рівні організації матерії від субелементарних часток до Всесвіту. Природа єдина й живі системи не існують самі по собі, а тісно взаємодіють із неживими системами. Однак, для успішного рішення екологічних проблем необхідно використовувати так званий біоцентричний підхід, тобто підхід, у центрі якого перебуває сам феномен життя [6].

1.3 Закономірності існування екосистем

Найважливішою особливістю біологічної системи є її здатність до саморегулювання, тобто підтримці основних параметрів у часі й просторі на певному рівні. Відносну стабільність забезпечує стійкий кругообіг речовин і потік енергії. Ступінь стабільності живих систем залежить як від впливу

навколишнього середовища, так і від ефективності внутрішніх керуючих механізмів.

Здатність системи швидко відновлювати свій стан після припинення зовнішніх впливів визначається механізмами негативного зворотного зв'язку. Якщо позитивний зворотний зв'язок підсилює відхилення системи від стану рівноваги, то негативний зворотний зв'язок - його зменшує. Дана залежність проявляється в принципі Ле Шательє-Брауна: при зовнішньому впливі, що виводить систему зі стану стійкої рівноваги, рівновага зміщується в тім напрямку, при якому ефект зовнішнього впливу послабляється [7].

Здатність живих систем до підтримки сталості внутрішнього середовища й саморегулювання називається гомеостазом. В основі гомеостазу лежить принцип негативного зворотного зв'язку.

У живих системах фундаментальні біологічні процеси росту й розмноження пов'язані зі створенням (синтезом) складних органічних молекул із простих елементів (асиміляція). Окиснення й горіння - процеси, зворотні росту, що ведуть до руйнування складних органічних молекул і побудові з їхніх атомів більш простих неорганічних речовин (дисиміляція). Подібні перетворення хімічних речовин властиві всім хімічним реакціям і підкоряються одному із загальних законів природи - закону збереження маси.

У хімічних реакціях маса початкових і кінцевих продуктів однакова, кількість атомів хімічних елементів залишається постійним (це не відноситься до ядерних реакцій).

Однак хімічні реакції не просто перегрупування атомів: одночасно відбувається поглинання або виділення енергії. Процеси асиміляції в біологічних системах протікають із поглинанням, а дисиміляції з виділенням енергії. Поглинання й виділення енергії в біологічних системах описується ще одним універсальним законом природи - законом збереження й перетворення енергії (він же є першим законом термодинаміки).

Жива система є відкритою термодинамічною системою, що обмінюється із середовищем речовиною, енергією та інформацією. Найважливішою характеристикою біологічної системи є здатність створювати й підтримувати високий ступінь внутрішньої впорядкованості, що характеризується ентропією. Системи, що володіють високою внутрішньою впорядкованістю й організацією, мають низьку ентропію, і навпаки, рівноважні системи характеризуються високим значенням ентропії. Таким чином, ентропія, як міра зміни впорядкованості системи, що відбуває при розсіюванні енергії, пов'язана з організацією (структурою) самої системи.

Отже, з термодинамічної точки зору живі системи представляють собою відкриті невривноважені системи, що постійно обмінюються з навколишнім середовищем енергією, речовиною й інформацією, зменшуючи ентропію усередині себе, але збільшуючи ентропію зовні.

Інформація - це відомості, що є об'єктом зберігання, переробки й передачі. Джерелом інформації може бути рівень організації. Організми одержують із неорганічного середовища інформацію про особливості оточення хімічних елементів. Неорганічне середовище одержує інформацію від живих організмів про продуктивність їхнього метаболізму (обміну речовин). Живі істоти також обмінюються між собою інформацією: сигнали про небезпеку, наявність їжі й т.д.

Якщо інформація системи визначається рівнем її організації, отже, ентропія й інформація - характеристики, внутрішньо зв'язані між собою.

Крім зазначених основних характеристик і закономірностей, що відбивають умови існування живих систем слід зазначити ще принцип симетрії й динамічність.

Принцип симетрії П.Кюрі - симетрія середовища, що породжує, відбивається в симетрії тіла, що виникає в цьому середовищі. При взаємодії живих систем із середовищем симетрія розглядається як стан простору, характерне для середовища, де відбувається дане явище [7].

Будь-яка жива система динамічна, у ній постійно відбуваються зміни в стані життєдіяльності її основних компонентів. Динаміка може бути пов'язана з особливостями протікання внутрішніх процесів - ендогенна (ритм серцевих скорочень в організмі), а також з дією факторів середовища - екзогенна (добова, сезонна). Динамічність і симетрію живих систем розглядають як умови стабільності.

2 ОЦІНКА ВПЛИВУ ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

2.1 Характеристика гальванічного виробництва, склад і властивості відходів

Кожний технологічний процес гальванічного нанесення металевих покриттів складається з ряду окремих операцій, які можна розділити на 3 групи [6].

Підготовчі роботи. Їх мета - підготовка поверхні деталей для нанесення покриття гальванічним шляхом. На цій стадії технологічного процесу проводиться шліфування, знежирення й травлення.

Основний процес, мета якого полягає в утворенні відповідного металевого покриття за допомогою гальванічного методу.

Оздоблювальні операції. Вони застосовуються для облагороджування й захисту гальванічних покриттів. Найбільш часто для цих цілей застосовують пасивування, фарбування, лакування й полірування.

Гальванічна ділянка призначена для відновлення деталей електролітичним осадженням металу. На ділянку деталі надходять партіями зі складу деталей, що очікують ремонту, або з інших виробничих ділянок. На рис. 2.1 наведена принципова схема гальванічної ділянки.

Основним устаткуванням гальванічних цехів і ділянок є гальванічні ванни [5]. Гальванічні ванни - резервуари, що містять розчини, у яких виконуються підготовчі, основні (операції нанесення покриттів) і заключні етапи хімічної або гальванічної (електрохімічної) обробки деталей. Відмінність у конструкції ванн характеризується насамперед особливостями технологічного процесу, що вимагають підігріву або охолодження електроліту, перемішування, хитання штанг, безперервної фільтрації, накладення різних фізичних факторів (ультразвуку, магнітного поля, потоку електроліту й т.п.).

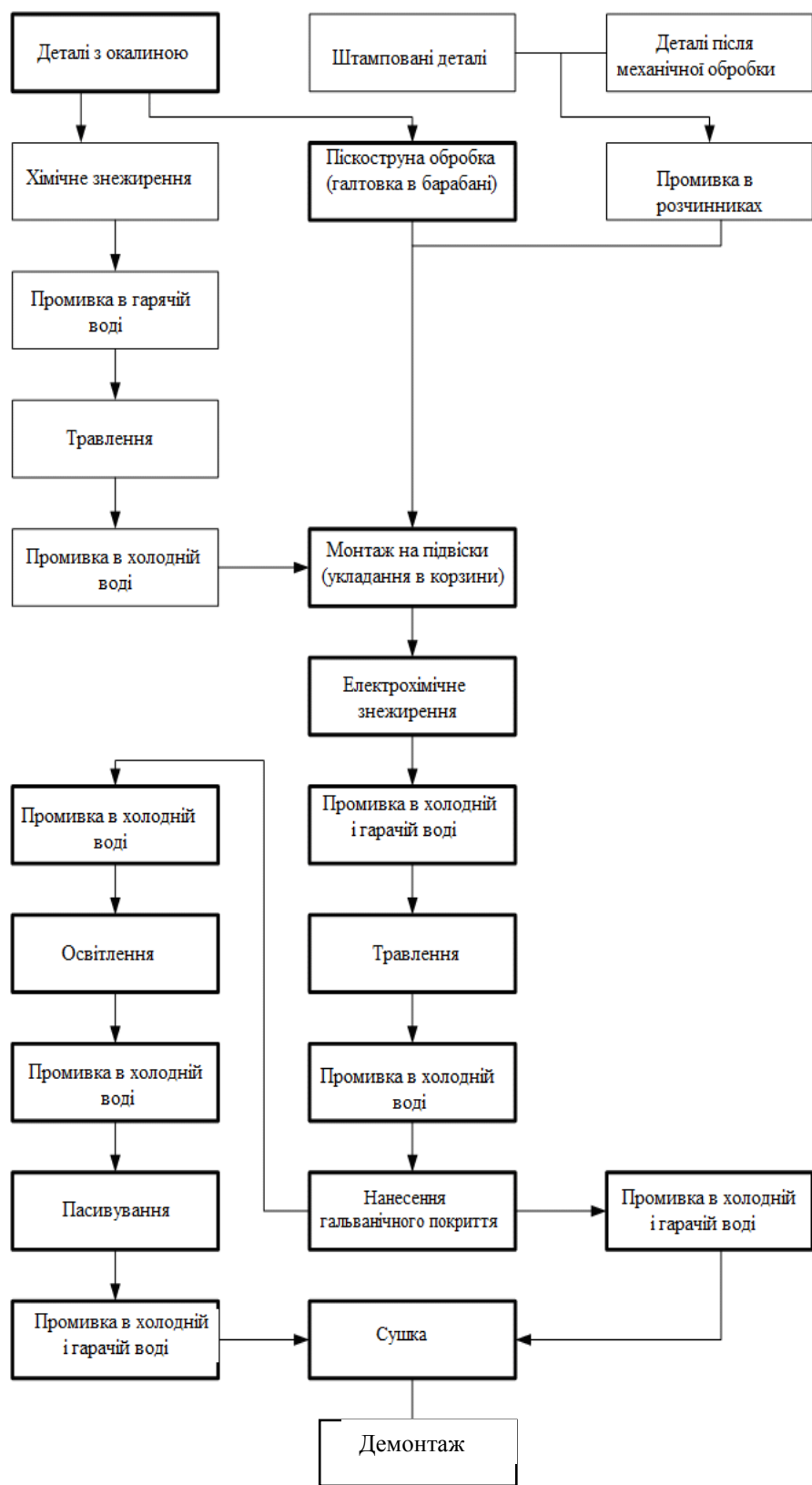


Рис. 2.1 - Принципова схема гальванічного виробництва

У гальванічному виробництві застосовують об'ємні та поверхневі способи промивки деталей. Об'ємна промивка здійснюється зануренням деталей у промивну ванну (рис. 2.2), що призводить до розбавлення розчину, який був на поверхні деталей, до того складу, що існує у промивній воді даної ванни [7].

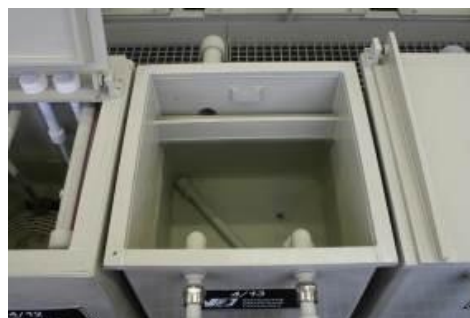
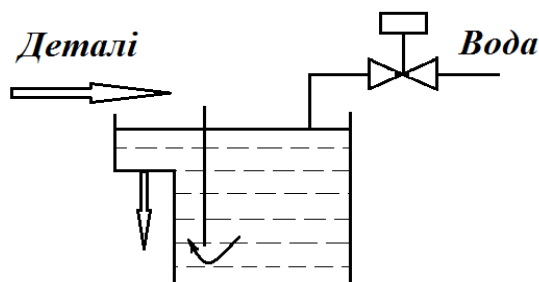


Рис. 2.2 - Ванна для промивки деталей об'ємним способом

Поверхневі способи промивки призводять до видалення плівки електроліту з поверхні деталі витисканням, заміщенням водою, іноді одночасно з процесом розведення. Так, струменевий спосіб реалізується за допомогою струменя води, або повітря, або аерозолі – води, диспергованої у повітрі, або піни – повітря, диспергованого у воді.

До поверхневих способів відносять також плівковий та дифузійний способи. Плівковий спосіб забезпечується малим потоком води по поверхні деталі, який витискає плівку електроліту. При цьому часто використовують обертання деталей для інтенсифікації процесу та рівномірного розподілення плівки промивної рідини. Дифузійний спосіб використовується досить рідко і базується на дифузії солей з плівки у промивну воду. Для цього деталь розташовують у камері з насиченою водяною парою. На поверхні конденсується чиста вода, яка змиває солі електроліту [7].

Поверхневі способи промивки є більш економічними за об'ємні, але потребують складного обладнання. Можлива також поверхнева промивка під тиском чи в умовах вакууму.

Найбільше розповсюдження із поверхневих способів промивки в гальванічному виробництві одержав струменевий спосіб, а саме – душ (рис. 2.3). Гідродинамічна дія струменя одночасно обумовлює і витискання, і розбавлення електроліту, винесеного з деталями з технологічної ванни. Але дія струменя має певну направленість, тому доцільним є використання душу для промивки деталей простої конфігурації – листів, стрічок, дроту.



Рис. 2.3 - Струменева промивка деталей

Як самостійний спосіб струменевий застосовують рідко. Часто комбінують струменевий та об'ємний способи промивки у різній послідовності (рис. 2.4). Наприклад, труби, втулки, глухі отвори спочатку промивають душем, а потім деталі занурюють у промивну ванну з водою. Подібний спосіб розповсюджений у виробництві друкованих плат. Пружини інколи промивають у ванні об'ємним способом, а потім струменем [9].

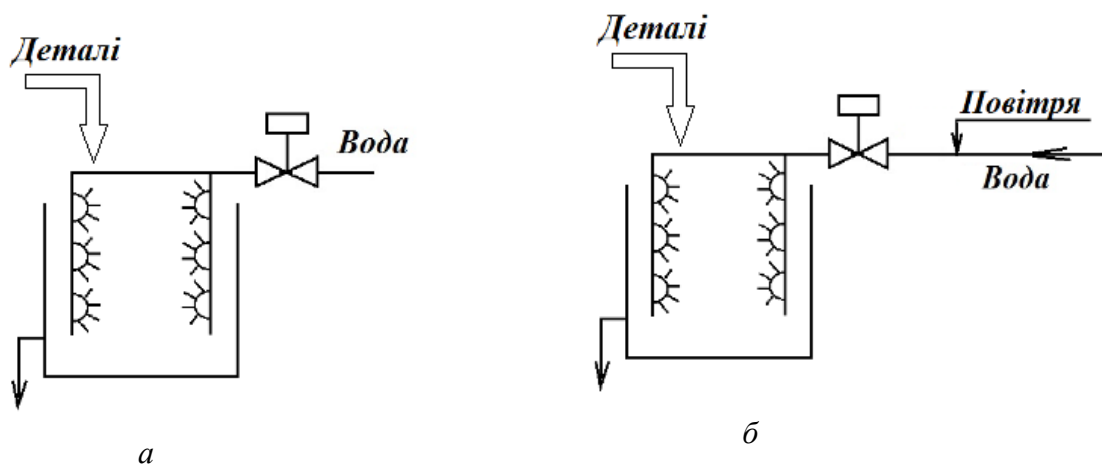


Рис. 2.4 - Струменевий (а) та аерозольний (б) способи промивки

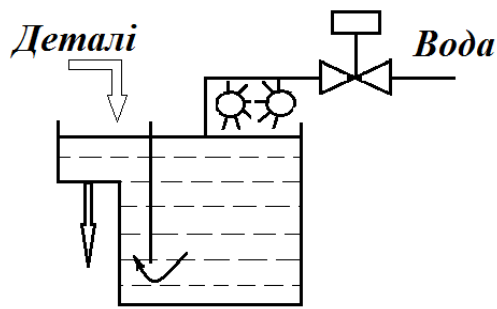


Рис. 2.5 - Комбінований метод промивки

Системи промивки можуть виконувати дві функції: промивки та уловлювання, які забезпечуються вибором способу промивки, кількості і розташування промивних ванн.

Основними способами промивки виробів є спосіб занурювання і струминний спосіб. Масштаби використання останнього значно менші у порівнянні з об'ємним.

Об'ємний спосіб занурювання може здійснюватися в непроточних і в проточних ваннах (рис. 2.6) [9].

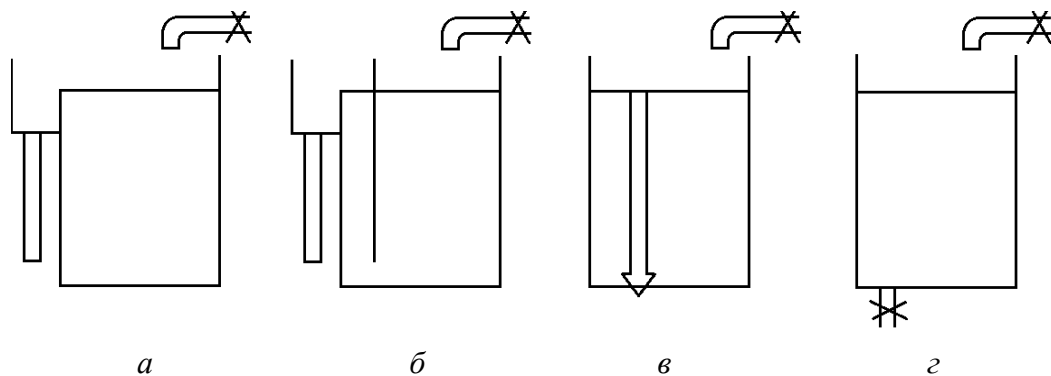


Рис. 2.6 - Варіанти організації зливу промивної води із ванн промивки

Рисунок 2.6 схематично представляє проточні ванни (а та б), ванни, що можуть експлуатуватися і як непроточні, і як проточні, або працювати в періодично проточному режимі (в та г).

Вибір раціональної схеми промивки деталей визначається вимогами гальванічного виробництва та характеристиками очисних споруд, а саме:

- параметрами технологічних операцій, серед яких основні: концентрація та ГДК основних компонентів, температура електроліту, наявність дорогоцінних металів тощо;

- допустимим складом і концентрацією забруднень у стічних водах, які корегуються з методами очистки стічних вод;

- необхідністю економії води;

- якістю води, яка використовується для промивних операцій.

Найбільш перспективною вважається все ж багатоступенева каскадна промивка, яка забезпечує значну економію води [9].

Склад і властивості відходів гальванічних виробництв

Гальванічне виробництво являє собою одне з найбільш інтенсивних джерел забруднення довкілля токсичними речовинами, головним чином, сполуками важких металів. Забруднення можна поділити на рідкі, тверді і газоподібні.

Рідкі забруднення являють собою стічні води, які утворюються в результаті промивки деталей і обладнання, а також переробки і заміни відпрацьованих електролітів.

Тверді відходи утворюються, головним чином, в процесах очистки стічних вод або концентрованих електролітів.

Газоподібні – це токсичні гази, пари, аерозолі і повітряно-газові суміші, що виділяються в технологічних процесах як в гальванічних цехах, так і на очисних спорудах.

Газоподібні відходи утворюються при механічній обробці деталей, при експлуатації електролітів та їх приготуванні, при очистці стічних вод, переробці відпрацьованих електролітів. Ці викиди хоча і не є причиною основних екологічних проблем, але є досить небезпечними і вимагають знешкодження. Різновиди шкідливих газоподібних речовин у гальванічних відходах такі.

У процесі знежирення деталей утворюються пари органічних розчинників, аерозолів, лугів; при травленні – аерозолі кислот, різні гази (оксиди азоту). В

атмосферу може також попадати аміак, ціановодень, аерозолі усіх солей електроліту.

Тверді відходи – це, головним чином, малорозчинні сполуки металів, такі як шлами після очистки рідких відходів, продукти фільтрації розчинів. Сюди ж можна віднести залишки анодів, металеві дендрити, пил або порошки, полімерні нерозчинні сполуки тощо.

Рідкі відходи. Підраховано, що в гальванотехніці корисно використовується 30 – 80 % металів, лише 5 – 20 % кислот і 2 – 3 % води. Все інше переходить у стічні води, які стають головним джерелом забруднення довкілля токсичними речовинами. У разі недостатньої очистки стічних вод забрудненою виявляється вся екосистема: водоймища – ґрунт – рослинно-тваринний світ – людина. Але і повна очистка стічних вод не гарантує екологічної безпеки гальванічного виробництва. Саме у результаті очистки утворюються тверді відходи, які найчастіше захоронюють у спеціальних сховищах або складують у відвалах. З часом, з дощовими та ґрунтовими водами відходи знову попадають у ґрунт та водоймища.

Хімічно забруднені стічні води гальванічного виробництва є найбільш забрудненими й токсичними.

Стічні води гальванічних виробництв підрозділяються на наступні основні категорії [10]:

- I - чисті, від охолодження технологічного встаткування;
- II - забруднені механічними домішками й маслами (10-15 %);
- III - забруднені кислотами, лугами, солями, з'єднаннями хрому, цинку, міді, нікелю, ціану й іншими хімічними речовинами (50-80 %);
- IV - відпрацьовані мастильно-охолодні рідини або емульсії (1-2 %);
- V - забруднені пилом вентиляційних систем і горілою землею ливарних цехів (10-20 %);
- VI - поверхневі (дощові, поталі, поливально-мийні).

Стічні води III категорії утворюються в процесі хімічної й електрохімічної обробки виробів. Вони містять важкі метали переважно у вигляді хімічних сполук, як правило, розчинних.

За обсягом та складом забруднень третя категорія стічних вод є переважною.

Стічні води, що утворюються в гальванічних відділеннях промислових підприємств, підрозділяються на відпрацьовані й промивні. Відпрацьовані стічні води утворюються періодично, при зміні відпрацьованих технологічних розчинів на свіжі, а також при промиванні заготовок. Характерною рисою всіх стічних вод гальванічних відділень є низька концентрація кислот і висока концентрація іонів металів.

Стічні води, що надходять із гальванічних відділень, за хімічним складом підрозділяються на три основні потоки:

- хромвмісні;
- ціанвмісні;
- кислотно-лужні.

Хромвмісні стоки утворюються після електрохімічного хромування, травлення в розчинах, що містять хромову кислоту, а також хромистої пасивації й інших процесів, у яких застосовують з'єднання хрому.

Ціанвмісні стоки утворюються в процесі покриттів у ціанвмісних електролітах і характеризуються переважною наявністю ціангрупи, а також цинку, міді й кадмію.

Кислотно-лужні стоки утворюються в результаті процесів травлення, активації, знежирення, фосфатування й нанесення гальванічних покриттів (за винятком хромування й покриттів у ціанідних електролітах).

Характеристика стічних та промивних вод гальванічного виробництва наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Характеристика стічних вод цехів гальванопокриттів

Показники	Промивні води	Відпрацьовані розчини
pH	3—11	3—11
Механічні домішки, г/л	до 0,05	до 0,3
Нафтопродукти, г/л	до 0,002	до 0,05
Загальний солевміст, г/л	0,5—1	10—300
Залізо, г/л	0,02—0,2	40—89
Хром шестивалентний, г/л	0,01—0,08	50—250
Ціаніди, г/л	0,01—0,06	10—150
Мідь, г/л	0,01—0,05	10—150
Нікель, г/л	0,01—0,05	50—200
Цинк, г/л	0,01—0,06	10—100
Кадмій, г/л	0,005—0,03	5—50

Таким чином, гальванічне виробництво є одним з екологічно небезпечних виробництв. У технологічному циклі цього виробництва утворюється велика кількість різних відходів. З них найбільш небезпечними і найбільш масивними є відпрацьовані електроліти і промивні води, що містять сполуки важких металів, таких як нікель (II), хром (III), мідь (II), цинк (II) і ін.

2.2 Вплив забруднень гальванічного виробництва на атмосферу, літосферу, гідросферу

Найбільш поширені процеси нанесення гальванопокриттів – цинкування, нікелювання, хромування, міднення, кадміювання, залізнення, осадження благородних металів, сплавів із олова, свинцю, вісмуту. Широке розповсюдження мають процеси анодування, оксидування алюмінію та інших металів.

Сполуки металів, що виносяться стічними водами гальванічного виробництва, досить шкідливо впливають на екосистему водойма - ґрунт - рослина - тваринний мир - людей. Наприклад, сполуки кадмію навіть у малих

концентраціях виявляють різко виражену токсичну дію на риби і інші водні організми. Досить шкідливі сполуки шестивалентного хрому, який при концентрації у воді більше 0,01 мг/л виявляє токсичну дію на мікрофлору водойм [23].

Багато хімічних речовин, що надходять у навколишнє середовище з відходами гальванічних речовин, у тому числі й у водойми, а через питну воду в організм людини, крім токсичної дії мають канцерогенну (здатні викликати злоякісні новоутворення), мутагенну (можуть викликати зміни спадковості) і тератогенну дію (здатні викликати каліцтва в дітей, що народжуються) [6].

У великих містах і промислових центрах шкідливі речовини надходять у водойми у вигляді різних сполук і сумішей, що виявляють спільне, або так звану комбіновану дію на організм людини, теплокровних тварин, флору й фауну водойм, на мікрофлору очисних споруджень каналізації.

Це може бути:

- 1) синергізм або потенціювання, коли ефект дії більше простого підсумовування;
- 2) антагонізм, коли дія декількох отрут буває менше підсумованого;
- 3) адитивне або просте підсумовування.

Нерідко спостерігаються й відступи від цієї схеми. Кадмій у комбінації із цинком і ціанідами у воді підсилює їхню дію, миш'як є антагоністом селену. У експериментах з райдужною фореллю токсичність суміші сульфідів цинку й міді в малих концентраціях була приблизно така ж, як і кожного компонента окремо, а при високих концентраціях спостерігався синергізм.

За прогнозами важкі метали в найближчій час займуть одне з перших місць серед небезпечних факторів у загальному забрудненні навколишнього середовища [37].

Те, що гальванічне виробництво є затребуваним практично у всіх галузях промисловості: авіабудуванні, автомобілебудуванні, суднобудуванні,

приладобудуванні, будівельній індустрії й багатьох інших областях техніки пов'язане з безсумнівними перевагами гальванічних покриттів.

Разом з тим, гальванічне виробництво є джерелом хімічно небезпечних шкідливих факторів, що проявляються як в безпосередньо в технологічних процесах на виробництві, так і в оточуючому середовищі [11]. Слід зазначити й те, що в силу широкого територіального поширення гальванічне виробництво слід віднести до джерел розсіяного забруднення. Основними забруднюючими речовинами є солі важких і кольорових металів, які надходять у поверхневі водні об'єкти разом зі стічними водами, які залежно від технологічних процесів можуть містити дуже небезпечні (кадмій, свинець, молібден і ін.) і небезпечні (нікель, ціанід- і хромат-іони й ін.) сполуки металів. Крім того, стічні води містять забруднюючі органічні речовини (нафтопродукти, поверхнево-активні речовини), що володіють кумулятивним ефектом і низькою здатністю до біологічного розкладання.

Підвищенню негативності впливу на екологічну обстановку сприяє й той факт, що гальванічне виробництво розпилене за великою кількістю підприємств різних галузей промисловості. Часто дані виробництва являють собою дрібні, технологічно малоефективні цехи й ділянки, як правило, не оснащені сучасними засобами нанесення покриттів і тим більше знешкодження відходів. Але й на більш успішних підприємствах, в основному, застосовуються застарілі розчини й електроліти, які не відповідають сучасним технологічним і екологічним нормам.

З метою економії коштів на ряді підприємств взагалі не здійснюються заходи щодо знешкодженню стічних вод. У результаті створилося положення, коли частина промислових стоків надходить у каналізаційні мережі населених пунктів недостатньо очищеними, про що свідчить перевищення норм гранично допустимих концентрацій у водах, що скидаються у водні об'єкти. У цілому слід зазначити, що заходи щодо зниження негативного впливу гальванічного виробництва на навколишнє середовище виконуються незадовільно.

Різноманіття різних проблем, пов'язаних з організацією гальванічного виробництва, привело до того, що вони стали об'єктом підвищеного уваги фахівців, що працюють як в області розробки нових більш екологічно виправданих технологій нанесення покриттів і спеціалізуються в розробці засобів очищення стічних вод.

Гальванічне виробництво є одним із найбільш небезпечних джерел антропогенного забруднення навколишнього середовища. На Україні, як і за кордоном, стічні води гальванічного виробництва мають великі об'єми. Вони утворюються в результаті хімічної й електрохімічної обробки металів та їхніх сплавів, а також при нанесенні гальванічних покриттів. Гальванічні стоки містять солі важких металів, кислоти, луги, поверхнево-активні речовини (ПАР) та ін. Здебільшого недостатньо очищені стічні води гальванічного виробництва скидаються до міської каналізаційної мережі або у найближчі річки та водні об'єкти, що негативно впливає на навколишнє середовище і живі організми.

Доведено, що продукти гальванічного виробництва, а саме гальванічні відходи відіграють головну роль у забрудненні навколишнього середовища, в основному поверхневих і підземних водойм, через утворення великого обсягу стічних вод, а також великої кількості твердих відходів.

Рішенням Європейської економічної комісії ООН у групу найнебезпечніших і, отже, пріоритетних для цілей спостереження, контролю й регулювання важких металів включені: ртуть, свинець, кадмій, хром, марганець, нікель, кобальт, ванадій, мідь, залізо, цинк, сурма, а також типові металоїди миш'як і селен. Ці речовини вкрай небезпечні для здоров'я людини й для всього навколишнього світу. З'єднання важких металів, що вимиваються стічними водами гальванічного виробництва, у край шкідливо впливають на екосистеми які оточують людину. Токсичні метали у водоймах знищують як флору так і фауну й гальмують процеси самоочищення водойм.

2.3 Токсикологічна характеристика основних забруднюючих речовин, пов'язаних з діяльністю гальванічного виробництва

До металів з високою екологічною небезпекою слід віднести кадмій та хром (VI).

Сполуки кадмію відносяться до найбільш отруйних речовин. Смертельна доза для теплокровних організмів становить приблизно 150 мг/кг маси. Кадмій накопичується в нирках, печінці, підшлунковій та щитовидній залозах. Доведена також тератогенна та мутагенна дію кадмію. Він погано впливає на функціонування очисних споруд, є токсичним для рослин при поливанні їх водою із вмістом 20 – 50 мг/л. Орієнтовна допустима концентрація кадмію у ґрунті (ОДК) складає 1 – 2 мг/кг.

Сполуки Cr^{6+} за токсичністю схожі з кадмієм та, в додаток, мають окиснювальні властивості. Вони чинять на організм людини і тварин загальнотоксичну, кумулятивну, алергенну, канцерогенну і мутагенну дію. Згубний вплив хрому на флору і фауну призводить до гальмування процесів їх самоочищення. Він погіршує утворення осадів у відстійниках і підсилює утворення плівок на біофільтрах. Хром акумулюється в тканинах рослин і негативно впливає на їх розвиток. Причому, у присутності нікелю шкідлива дія хрому на сільсько – господарські культури збільшується. Не можна використовувати для поливу воду, яка містить навіть сліди хрому.

Свинець також можна віднести до найбільш небезпечних металів, але частка його в гальванотехніці значно менша, ніж хрому. Свинець не є критично токсичним з точки зору миттєвих отруєнь, але викликає хронічні отруєння людей при концентрації в питній воді 0,05 – 1 мг/л. Для свинцю характерний синергізм токсичної дії в сумішах з іншими важкими металами. Проявляє канцерогенну і мутагенну дію. Для водних організмів і рослин свинець дещо менш токсичний, ніж кадмій та хром, однак має такі ж негативні наслідки: нищить водні рослини і організми, негативно впливає на рослини, утруднює біоочистку та процеси самоочищення води.

Нікель дещо менш шкідливий для водних організмів, ніж перелічені вище метали, але при великих концентраціях з часом проявляє аналогічну дію. Для нікелю характерна алергенна дія на людину (нікелева екзема), його сполуки можуть всмоктуватися через шкіру та чинити загально токсичну дію. За деякими даними нікель являє собою канцероген та мутаген. Нікель також погано впливає на біологічну очистку води та на сільсько – господарські культури. ОДК нікелю в ґрунті складає 20 – 80 мг/кг.

Цинк вважається малотоксичним для людей. Концентрація цинку в питній воді 11 – 25 мг/л переноситься людьми без помітної шкоди для здоров'я. Однак, є відомості про канцерогенну та мутагенну дію цинку при тривалому споживанні із питною водою. Він шкідливо впливає на водні організми. Як і кадмій, цинк акумулюється тканинами риб, сповільнює біологічну очистку води. ОДК цинку для рослин 50 – 200 мг/кг ґрунту.

Мідь при потраплянні в організм людини до 10 – 30 мг/кг маси не справляє токсичної дії. Але за деякими відомостями має мутагенні властивості. Мідь є дуже небезпечною для водоймищ. При концентрації 0,4 – 0,5 мг/л вона згубно впливає на мікрофлору і гальмує біологічну очистку води. ОДК міді для рослин складає 30 – 130 мг/кг ґрунту.

До менш токсичних металів відносяться залізо, марганець, олово, алюміній, хоча не можна стверджувати, що вони зовсім не токсичні. Так, алюміній, який не відноситься до важких металів, раніше вважався нетоксичним, але подальші дослідження показали, що він також може мати шкідливий вплив на організм людини.

З іншого боку, майже всі метали потрібні живим організмам як мікроелементи, входять до складу багатьох ліків. Сполуки металів, які гублять мікроорганізми, використовують для знезараження води (срібло), гальмування біообрастання споруд у воді (цинк, мідь) тощо.

Інші екологічно небезпечні речовини. Крім важких металів, екологічно небезпечними речовинами, що застосовуються в гальванотехніці, є ціаніди,

фториди, кислоти, луги, аміак і його солі, органічні речовини: розчинники, добавки, комплексоутворювачі.

Ціаніди. Смертельна доза KCN для людини складає 0,01 мг/кг. Для водних організмів концентрація в воді 0,04 – 0,12 мг/л є смертельною. В той же час слід зауважити, що ціаніди відносно легко знешкоджуються (окиснюються) в очисних спорудах.

Фториди. Найбільш небезпечними є пари плавикової кислоти. Гранична допустима концентрація (ГДК) їх у повітрі 0,005 мг/л. Пари HF викликають спазми дихання, задуху, ураження центральної нервової системи, опіки, подразнення шкіри, руйнування зубів. Пари та аерозолі плавикової кислоти утворюються при обробці ливарних сплавів, активуванні нержавіючих сталей, свинцю, при приготуванні деяких електролітів. Іони фторидів підвищеної концентрації є токсичними і канцерогенними для людей. Аналіз захворювань раком в 1978-1992 роках показав, що американці, які проживали в районах з «оптимальним» фторидуванням води мали підвищений ризик 23 видів раку.

Нітрати. У малих кількостях нітрати постійно присутні в організмі людини, як і в рослинах, та не викликають негативних явищ. Однак надходження надлишкової кількості нітратів в організм людини призводить до утворення різних сполук – нітритів, нітрозамінів, нітрозамідів, які мають токсичну дію. Вони зв'язують гемоглобін і викликають кисневе голодування клітин, сприяють розвитку патогенної кишкової мікрофлори, яка виділяє в організм людини токсини, зменшують кількість йоду, що призводить до захворювань щитовидної залози. Нітрозаміни та нітрозаміди мають мутагенні та канцерогенні властивості. Для дорослої людини гранично допустима норма нітратів - 5 мг на 1 кг маси тіла; ГДК нітратів у питній воді - 45 мг/л.

Луги і кислоти є небезпечними для природи. Тільки при рН 5 – 9 очищені стоки є нетоксичними для водних організмів. Тому дозволений інтервал рН у воді складає рН 6,5 – 8,5. Небезпека кислот залежить і від токсичності аніонів, які вони містять. Азотна кислота небезпечна тим, що при травленні металів

виділяються оксиди азоту. Серед інших аніонів малотоксичними для людини є сульфати, хлориди. Але сульфати сприяють руйнуванню бетону різних споруд, а хлориди прискорюють корозію металів. Тобто, ці сполуки є також шкідливими з точки зору екології.

Фосфати до нещодавнього часу вважалися малотоксичними для людини, тварин і водної фауни. До певної концентрації вони є необхідними для живлення мікрофлори очисних споруд при біологічній очистці, але при вмісті 3,6 мг/л вони є токсичними для риби. Серйозною проблемою є ризик евтрофікації водойм, тобто появи надлишку поживних речовин, яка призводить до бурхливого розростання водоростей і вищих форм рослин, надлишкового поглинання кисню. Токсини синьо – зелених водоростей небезпечні для безхребетних, риби та інших водних тварин.

Органічні речовини використовуються в процесах знежирення деталей, при приготуванні і нанесенні лаків та фарб, в електролітах як добавки. Для знежирення використовують пожежо- і вибухонебезпечні бензин, ацетон, уайт-спірит, а також токсичні хлоровані вуглеводороди: трихлоретилен, тетрахлоретилен, хлористий метилен, чотирихлористий вуглець. Хлоровані вуглеводороди мають наркотичну дію, уражають печінку, нервову систему, слизову оболонку дихальних шляхів. Аналогічно діють бензол, толуол, ксилол, які викликають хронічні отруєння з порушенням кровотворної системи.

Етилендіамін (ЕДА) використовується як комплексоутворювач в електролітах міднення, цинкування, нанесення латуні. ЕДА – токсична речовина з високою леткістю. ГДК її парів у повітрі становить 0,03 – 1 мг/м³, у робочій зоні - 2 мг/м³. Речовина негативно впливає на шкіру, слизові оболонки, дихальні шляхи, травневий тракт, центральну нервову систему. Небезпека ЕДА також в труднощах його знешкодження та необхідності операції руйнування комплексів для виділення важких металів при очищенні стічних вод.

Малотоксичними вважають хлориди, сульфати, але взагалі будь-які елементи та їх сполуки можуть бути токсичними для живих організмів при

певній концентрації і умовах навколишнього середовища. При порівнянні небезпеки речовин слід враховувати їх можливі негативні наслідки для природи та величини гранично допустимих концентрацій в різних середовищах.

Порівнюючи величини ГДК та аналізуючи вплив різних хімічних речовин на навколишнє середовище та на роботу технічних споруд, можна дійти висновку, що найбільш екологічно небезпечними речовинами гальванічних виробництв є: сполуки хрому, кадмію, свинцю, ціаніди, фториди, хлоровані вуглеводороди, етилендіамін.