1 Аналітичний огляд

1.1. Характеристика джерел утворення свинцевомістких сполук

Забруднення навколишнього середовища свинцем і його сполуками підприємствами металургійної промисловості визначається специфікою їх виробничої діяльності: безпосереднє виробництво свинцю та його сполук; попутне вилучення свинцю з інших видів сировини, що містять свинець у вигляді домішки; очищення одержуваної продукції від домішки свинцю і т.д.[1].

У 2007 р. із загального викиду свинцю металургійною промисловістю в атмосферу (671 т) близько 98,4% (660 т) припадало на підприємства кольорової металургії. З 640 кг в рік свинцю, скидається у водні об'єкти зі стічними водами, 570 кг (89%) належало підприємствам, які виробляють кольорові метали. 99,86% свинцю викидається в атмосферу, припадає на частку 11 із 39 підприємств кольорової металургії, у тому числі близько 94% цього металу викидають 5 підприємств.[2].

Аналіз джерел викиду свинцю показав: 57% свинцю викидається в атмосферу з великими обсягами запилених газів відбивної плавки мідного (свинецьвмісної) сировини, яку на всіх заводах, що використовують цю технологію, направляють в димові труби без пилоочистки.

Свинець, що викидається з конвертерними газами через відсутність або недостатню міру очищення їх від багатої за змістом свинцю возгонного пилу; істотним фактором є недостатня ефективність існуючих на підприємствах кольорової металургії засобів пиловловлення.[2].

Виробництво акумуляторів в машинобудуванні використовує половину споживаного в країні свинцю.

Сумарні викиди в атмосферу 7 акумуляторних заводів України, склали орієнтовно 38,2 т. у перерахунку на свинець; сумарні скиди у водні об'єкти

(через каналізацію) - 35,3 т. З переходом на застосування у виробництві кабелів

пластмасових матеріалів для оболонок відбулося зниження споживання свинцю та його сплавів кабельними заводами.[3].

До теперішнього часу споживання свинцю на заводах у галузі знизилося до 5 тис. т. Особливості застосовуваної технології такі, що викиди свинцю незначні.

У паливно-енергетичному комплексі забруднення навколишнього середовища свинцем обумовлено виробництвом етильованих бензинів і спалюванням палива (насамперед вугілля).

У 1995 р. було вироблено 27,4 млн. т. автомобільних бензинів, у тому числі 14,5 млн. т. етильованих. Вміст свинцю в етильованих бензинах коливається від 0,15 до 0,37 г/л. Слід зазначити, що неетильовані бензини з технології виробництва і транспортування можуть містити свинець у концентрації до 0,01 г/л.[5].

В даний час заводи випускають тільки неетильовані бензини, в той час як у 1990 р. таких заводів було лише 6. Розрахунки, зроблені на підставі офіційних статистичних даних про споживання палива в країні, показали, що при спалюванні органічного палива (вугілля, мазут, природний газ) в атмосферу України надходить приблизно 400 т. свинцю.[2].

Викиди і скиди сполук свинцю в хімічному комплексі пов'язані з виробництвом пігментів, сикативів, спеціальних стекол, мастил, антидетонаційних присадок до автомобільних бензинів, полімеризацією пластмас і ін.

У лакофарбному виробництві, як і раніше (останнім часом у все менших кількостях) використовують свинцеві пігменти. Пігменти, що містять свинець, входять і до складу антикорозійних покриттів, що носять головним чином захисне, а не декоративне значення. [4].

На відміну від кришталевих виробів, у процесі побутового використання

яких ймовірність вилуговування свинцю та його впливу на людину практично виключена, свинцеві фарби являють собою значну небезпеку.

У цілому викиди в атмосферу сполук свинцю підприємствами лакофарбної промисловості становлять близько 20 т. Ця цифра є оціночною, але сам порядок величини заслуговує того, щоб провести детальну інвентаризацію використання та втрат сполук свинцю в цій галузі. [3].

Викиди свинцю скляними підприємствами в цілому по Україні оцінюються величиною близько 100-200 т/рік. Виробництво кришталевого посуду, оптичного скла типу "важкий флінт", деталей кінескопів, спеціального свинцевого скла для спайки з металами та іншими стеклами слід розглядати як джерела забруднення навколишнього середовища, в першу чергу атмосферного повітря сполуками свинцю. [2].

Втрати свинцю на таких підприємствах становлять 2-8% від маси залученого в технологічний процес елемента. Концентрація свинцю у відхідних газах при варінні малосвинцового скла становить до 600 мг/м.

У виробництво консервів (використання свинецьвмісних припоїв при виготовленні жерстяних банок) за наближеними оцінками залучено від 100 до 200 т. свинцю. Не дивлячись на скорочення виробництва консервованих продуктів у 90-ті р.р. маса щорічно надходить в тверді побутові відходи свинцю в даний час може становити десятки тонн. Ще більшу небезпеку становить можливість попадання свинцю, що міститься в припої в продукти харчування при зберіганні консервів.

Істотними джерелами забруднення навколишнього середовища свинцем і його сполуками є підприємства оборонної промисловості.[10].

Лакофарбові, просочувальні, емаліруючі роботи та роботи з застосуванням компаундів обумовлюють емісію свинцю та його неорганічних сполук 150 т/рік без урахування складів з високим питомим вмістом свинцю, але мають обмежене застосування.

Надходження свинцю в навколишнє середовище відбувається також при виробництві свинцевомістких боєприпасів, нанесенні свинцевих покриттів та

інших спеціальних роботах. [1].

Полігони твердих побутових відходів (ТПВ) являють собою потужні площинні джерела забруднення навколишнього середовища важкими металами, у тому числі свинцем.

До власне побутових джерел надходження свинцю в ТПВ слід віднести відпрацьовані свинцеві акумуляторні батареї, що втратили споживчі властивості дроти і кабелі, лакофарбові покриття (особливо випущені в минулі десятиліття), вироби з кришталю, свинцеве скло, глазуровану кераміку, паяні вироби, в тому числі й консервні бляшанки, деякі гумові вироби.

У продуктах сміттєпереробки вміст свинцю перевищує такий, який міститься в земній корі від сотень до тисяч разів, тобто досягає 0,16-1,6% вагових.[6].

При існуючому положенні з їх переробкою ця величина зростає на 50-60 тис. т щорічно.

1.1.1. Стічні води електротехнічної промисловості

До цих підприємств відносяться заводи електромашинобудування, апаратобудування, трансформатобудування, конденсатобудування, хімічних (акумуляторних) джерел струму та електроізоляційних матеріалів.

До хімічних джерел струму відносяться акумулятори різних типів (кислотні та лужні) і гальванічні елементи різних систем.

Для виготовлення кислотних акумуляторів використовується свинець, різноманітні хімікати, сірчана і соляна кислоти, а для лужних – залізо, нікель, інші метали, а також луги.

Більшість гальванічних елементів виготовляється з вугільного електрода, літієвого або кадмієвого та інших різних компонентів.

Забруднені стічні води на заводах, що виготовляють лужні акумулятори, які утворюються в цехах збагачення залізної руди, нікелювання

судин, деталей і стрічок.[8].

Незабруднені стічні води на цих заводах утворюються від охолодження енергетичних установок, компресорної, кисневої та водневої станцій. Ці води використовуються в замкнутих оборотних системах водопостачання.

В зовнішню каналізаційну мережу акумуляторних заводів стічні води надходять з коефіцієнтом нерівномірності 1,2...1,5.

На акумуляторному НВК «Іста» (р. Дніпропетровськ) за випуск 13 видів акумуляторів (1,3 млн шт. на рік) утворюється до 10 $м^3$/год або 240 $м^3$/добу забруднених стічних вод (за технологією німецького концерну VARTA).[7].

1.1.2. Стічні води пігментної промисловості

До цих підприємств належать заводи та цехи з виробництва свинцевих і цинкових кронів, милори, глету та сурику, червоних і жовтих залізоокисних пігментів, двоокису титану.

Свинцеві крони є продуктом взаємодії розчинів нітрату свинцю та хромової суміші. Основною сировиною для їх виробництва служать металевий свинець, азотна кислота і натрієвий хромпік.

При взаємодії відповідно розчинів нітрату свинцю та хромової суміші виходить суспензія пігменту, яка потім фільтрується, промивається, сушиться і піддається надтонкому помолу на млині. Кінцевими продуктами виробництва є жовтий, лимонний і помаранчевий свинцеві крони, свинцево-молібденовий крон.

Глет і сурик готуються окисленням металевого свинцю. Розплавлений в плавильній печі свинець перекачується по трубопроводу в окислювальні печі. Для стабілізації процесу окислення в окислювальну камеру подається вода.

Утворений глет переноситься потоком повітря в уловлюючу систему бункера, в якому глет осідає. Глет для виробництва сурику подається в

окислювальну суричну піч. По закінченні цього процесу сурик розмелюють і упаковують.[9].

1.2. Методи очищення стічних вод від сполук свинцю

Ступінь очищення стічних вод від сполук свинцю визначається встановленими нормативами і залежить від виду водного об'єкта, в який надходять очищені стічні води. Так, гранично допустима концентрація (ГДК) у воді водних об'єктів рибогосподарського значення для свинцю становить 0,006 мг/л, а у воді водних об'єктів господарсько-питного і культурно-побутового водокористування ГДК – 0,01 мг/л. [6].

Найбільш поширеним методом очищення води від свинцю є сорбція. В якості сорбенту використовують активоване вугілля, оксихінолін, різні модифіковані сорбенти.

Проте останнім часом, через посилення вимог до якості питної води, його почали витісняти вуглецеві нанотрубки (ВНТ), що володіють унікальними сорбційними характеристиками, що пов'язано, в першу чергу, з рекордно високою питомою поверхнею, властивою цим структурам.

Відомий також спосіб мікробіологічної очищення від іонів свинцю, при якому використовують бактеріальну суміш мікроорганізмів, що складається з штамів Rhodococcus ruber.

Також очищення стічних вод від іонів свинцю здійснюють обробкою їх вапном, калієвими солями жирних кислот з наступним відділенням утворених малорозчинних сполук.

Одним з методів вилучення малорозчинних сполук свинцю з водних розчинів є електрофлотація.

Вилучення іонів свинцю в присутності солей цинку ефективно відбувається при полуторному надлишку концентрації іонів цинку по відношенню до іонів свинцю.

Ступінь вилучення іонів свинцю в присутності солі цинку практично не

залежить від природи важкорозчинного сполуки свинцю, і становить 92-98 %. Це пояснюється близьким значенням pH утворення гідроксидів свинцю і цинку (pH 9,5–10).

Тоді як при використанні солей алюмінію і заліза pH гідроксоутворення, що відрізняється на 4 одиниці і природа сполук свинцю суттєво впливають на ефективність очищення.

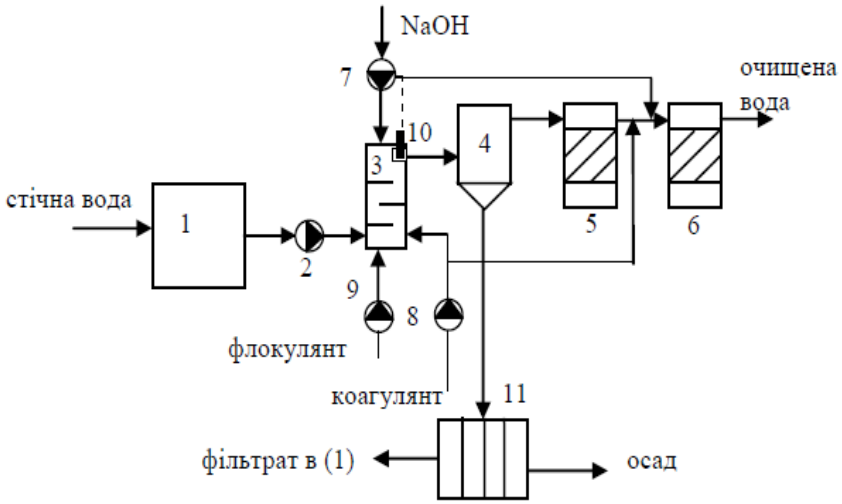

Рис. 1 Принципова технологічна схема очищення багатокомпонентних стічних вод від свинцю:
1– усереднювач стічних вод, 2 – насос, 3 – змішувач-реактор, 4 – прояснювач-відстійник, 5 – фільтр першого ступеня,
6 – фільтр другого ступеня, 7 – насос-дозатор NaOH, 8 – насос-дозатор коагулянту,
9 – насос-дозатор флокулянту, 10 – датчик pH, 11 – фільтр-прес

1.2.1. Вилучення тетраетил свинцю з промислових стічних вод

Тетраетилсвинець протягом багатьох років виробляють в промисловому масштабі шляхом взаємодії надлишку хлористого етилу зі свинцевонатрієвим сплавом. В результаті реакції натрій, що міститься в сплаві, в основному перетворюється в хлористий натрій, а ~ 25% свинцю перетворюється в тетраетилсвинець.[12].

Майже весь інший свинець зі сплаву переходить в дрібнодисперсний металевий свинець. Після закінчення реакції надлишок хлористого етилу відганяють, реакційну масу занурюють у воду і виділяють тетраетилсвинець шляхом перегонки з парою в присутності добавок, що перешкоджають агломерації частинок дрібнодисперсного свинцю.

Залишок від дистиляції являє собою суспензію частинок свинцю в

розбавленому розчині хлористого натрію.

Суспензію направляють у відстійник, де при розшаровуванні утворюється верхній шар - розчин солі і нижній шар, що представляє собою вологий шлам,

до складу якого входить дрібнодисперсний свинець і 8-20% водного розчину солі. Водний шар зливають, а шлам промивають водою для видалення залишків солі і сушать.[13].

Висушений свинцевий шлам містить такі домішки як хлористий натрій, хлористий свинець, гідроксид натрію, а в деяких випадках ще й сульфат, сульфід і хромат свинцю (утворюються в результаті реакції свинцю з добавками, що вводяться під час дистиляції); зміст останніх зазвичай не перевищує 1%. Крім того, частинки свинцю покриті оксидом свинцю, вміст якої зазвичай досягає 2-10%, а в ряді випадків 20 і навіть 30%.

У деяких випадках вдається підтримувати вміст оксиду свинцю на рівні 0,1-0,2%. Іноді в свинцевому шламі містяться солі заліза, такі як хлорид і сульфат тривалентного заліза і сульфід заліза. Утворення цих сполук відбувається в тих випадках, коли під час дистиляції додають сполуки заліза, зазвичай сульфат двовалентного заліза.

Виділення чистого свинцю з свинцевого шламу є важким завданням і включає ряд складних і дорогих стадій. Зазвичай свинцевий шлам піддають плавці в відбивної печі при температурі 700-900°С, в результаті чого утворюється верхній шлаковий шар і нижній розплавлений шар, до складу якого входить практично весь свинець, який містився в шламі.[12].

Для виплавки свинцю температура в печі повинна бути не нижче 700°С. Розплавлений свинець зливають в нагнітальний ківш. При цьому зазвичай відбувається утворення дросу, який знімають з поверхні і повертають на стадію плавки.

Шлаки з відбивної печі піддають подальшій обробці для виділення свинцю, що міститься в ньому.

При виробництві тетраетилсвинцю утворюється і інший відхід - суміш

лужного та лужноземельного металів, зокрема металевого натрію з металевим кальцієм і його солями. Натрій, застосовуваний для отримання свинцевонатрієвого сплаву, виробляють шляхом електролізу розплаву суміші солей, наприклад хлоридів натрію і кальцію.[11].

Добавки сполук кальцію вводять для зниження температури плавлення натрію. На катоді утворюється розплавлений натрій, який при температурі електролізу знаходиться в рідкому стані. Одночасно з натрієм на катоді також

утворюється металевий кальцій.

Одержуваний продукт-сирець охолоджують і фільтрують для виділення натрію. Залишок від фільтрування містить значні кількості натрію і кальцію і його видалення є серйозною проблемою до складу залишку в середньому входить 90-95% натрію і кальцію, а також різні солі і оксиди цих металів і інші домішки.

Вміст натрію становить ~ 70%, а кальцію 5-30%. Залишок являє собою кристали металевого кальцію в суміші з електролітом, укладеними в натрієву матрицю.[10].

Процес, розроблений Jl. Т. Кастро, РХ Джонсом і Дж. К. Клок, (патент США 4 153 451 8 травня 1979 р .; фірма «етил Корпорейшн»), призначений для виділення свинцю з шлаку, що утворюється в відбивної печі, з використанням залишку від фільтрування, що містить натрій і кальцій, в якості відновника.

Цей процес включає наступні стадії: завантаження свинецвмісного матеріалу в обертову піч; нагрівання сировини при 300-650°С до повного видалення залишкової вологи; добавку до розплаву сировини суміші, що містить лужний метал в кількості 5-25% від маси сировини; плавлення суміші в присутності лужного металу до отримання окремої фази металевого свинцю і залишку; видалення металевого свинцю з печі.[11].

Процес, розроблений І. Г. Меттью, Р. В. Пікерингом, Т. Сузукі і Х. Учіда (патент США 4 135 912, 23 січня 1979 р .; фірми «Електролітік Цинк

Компані оф Австралія Лімітед», Австралія і «Міцубіші метал Корпорейшні , Японія), призначений для обробки свинецвмісних залишків, які утворюються при вилужуванні койвертбрного і іншого пилу, що утворюється при піромі металургічного виробництва міді, розведеним розчином сірчаної кислоти. [7].

Цей процес може бути також використаний для обробки залишків, що утворюються в процесі електролітичного виробництва цинку при вилужуванні твердих феритів цинку, міді і кадмію гарячою сірчаною кислотою.

Процес призначений для обробки залишків, що містять свинець у відносно низьких концентраціях і головним чином у вигляді сульфату свинцю. Перевагами процесу є те, що він не вимагає попереднього спікання матеріалу і може здійснюватися безперервно.

Основними продуктами є високочистий свинцевий веркблей з високим вмістом свинцю, срібла і золота, а також шлак, що містить всі інші компоненти вихідного залишку за винятком сірки. Цей шлак є інертним і після охолодження може бути легко видалений, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу.

В ході процесу відбувається виділення газів, основними компонентами яких є оксиди вуглецю і сірки. Ці гази піддають звичайним процедурам уловлювання пилу і диму, а також видалення оксидів сірки.

Процес проводять в електричній печі, електроди якої частково занурені в шлакову фазу. Доцільно використовувати печі Херо (Heroult) з трьома або більше електродами. Швидкість подачі сировини і подається потужність вибираються таким чином, щоб температура розплавленого шлаку становила 1000-1500ºС, переважно 1100-1350ºС.

Свинець оскид з колошникового пилу

Процес, розроблений Дж. Е. Алленом (патент США 3 850 613, 26 листопада 1974 р .; фірма «Ферро-Карб Аггломерейшн, Лтд., Інк.»).

Призначений для брикетування пилу, що утворюється в

сталеплавильному і ливарному виробництві і містить оксиди цинку і (або) свинцю, а також оксиди заліза. Брикетування проводять при додаванні вуглець сполучної речовини і такої кількості вуглецю, якого достатньо для відновлення принаймні оксидів свинцю і цинку до металів.[9].

Брикети піддають дії кисневмісного газу при температурі 175-315ºС, в результаті чого відбувається селективне окислення речовини, що пов'язує і брикети стають міцними. Після цього їх нагрівають при температурі 980-1370ºС для відновлення сполук цинку і свинцю і випаровування одержуваних при цьому металів, які потім окислюють в газовій фазі до PbO і ZnO.

Оксиди свинцю і цинку відокремлюють від газів, що відходять в пиловловлювач, а брикети, що містять залізо, охолоджують під час відсутності кисню після чого використовують для завантаження в сталеплавильні печі.

При плавленні свинцевого брухту, наприклад одержуваного з акумуляторів, в металургійних печах для виділення свинцю та інших компонентів в якості побічного продукту утворюється пил, що містить метали.

Ця так звана колошниковий пил виноситься гарячими газами і після охолодження збирається в електрофільтрах, мішечних фільтрах або інших пристроях і повертається в металургійну піч або направляється на виділення містяться в ній металів.

До складу пилу входить головним чином оксид свинцю, а також невеликі кількості оксидів інших металів, присутніх у вихідній сировині в якості компонентів сплавів або у вигляді домішок. У пилу містяться також і інші хімічні сполуки металів, зокрема хлориди, сульфіди і сульфати.

При плавленні і відновленні колошникового пилу в металургійній печі як такої або в суміші з іншими матеріалами знову відбувається винесення частини пилу з газами, що відходять.

В результаті випаровування і наступної конденсації сполук металів відбувається утворення нових кількостей пилу.

Навіть при додаванні до сировини, завантажених в піч, відновників і флюсів досягається лише часткове відновлення поверненого колошникового пилу. В ході проведення процесу кількість циркулюючого колошникового пилу буде постійно зростати.

Одночасно з цим відбуваються несприятливі зміни в його складі, оскільки збільшується вміст важко відновлюваних хлоридів, сульфідів і сульфатів і зменшується частка оксидів, тобто відбувається зменшення вмісту металу.

Процес, розроблений С. Бергсое (патент США 4 013 456, 22 березня 1977 року; фірма чПауль Бергс енд Сон А Cd, Данія), дозволяє усунути зазначені недоліки та отримати матеріал придатний для обробки в металургійних печах. При цьому досягається значне збільшення виходу металу в порівнянні з відомим методом.[8].

Згідно з цим процесу колошниковий пил плавлять при відносно низькій температурі, при якій практично не відбувається відновлення. Утворений при цьому шлак охолоджують до затвердіння. Для підвищення ефективності процесу в сировину вводять добавки, такі як флюси, що підвищують температуру плавлення і відновник, що містить залізо.

Пил, що містить свинець, збирається в газоочисних сепараторі і подається в плавильну піч транспортером, наприклад шнековим транспортером.

У пил можуть бути введені добавки, такі як карбонат натрію або бура. Вони подаються на транспортер дозуючим пристроєм в кількостях, пропорційних кількості пилу, що подається транспортером в кожен момент часу. В цьому випадку транспортер виконує також роль змішувача для пилу і добавок.

Утворена при цьому суміш подається на похилий робочий простір плавильної печі, де вона нагрівається полум'ям пальника, що знаходиться навпроти робочого простору.

Розплавлена маса стікає по поверхні до вихідного отвору, через який

також можуть бути введені добавки, наприклад дрібні гранули залізовмісного матеріалу, дозується пристроєм таким же чином, як і в разі дозатора. Утворений шлак стікає в збірник, де він нагрівається пальником при постійному перемішуванні мішалкою.

Після заповнення збірника мішалку видаляють і вміст збірника переливають в іншу ємність, або замінюють його порожнім збіркою. У будь-якому випадку шлак охолоджують і після затвердіння повертають в металургійну плавильну піч.

Забруднення стічних вод тетраетилсвинцем (ТЕС) відбувається при зберіганні на нафтобазах етильованих бензинів (через змивання витоків бензину дощовими водами з обвалованих територій резервуарних парків, зливно-наливних естакад і площадок), під час миття резервуарів, поливу виробничих приміщень та зливу відстійних вод з резервуарів з етильованим бензином. Вміст ТЕС у стічних водах може досягти 1-2 мг/л.

В той час, коли надлишкова кількість свинцю в організмі людини спричиняє погіршення нормального функціонування органів та систем життєзабезпечення, а саме ураження нервової системи, кісткового мозку і крові, судин, генетичного апарату, впливає на синтез білка і проявляє гонадотоксичну і ембріотоксичну дію.

Висока токсичність ТЕС обумовлює необхідність спорудження спеціальної каналізації для збору і нейтралізації етилвмісних стоків.[14].

Відомо багато методів вилучення іонів важких металів із стічних вод промислових виробництв. Найбільш використовувані методи поділяються на:

1) реагентні;

2) біохімічні;

3) електрохімічні;

4) мембранні;

5) сорбційні;

6) комбіновані.

Етильовані стоки можуть бути очищені хлоруванням, екстракцією не

етильованими бензинами, озонуванням і методом природного розкладання.[15].

Сорбційні методи є найбільш поширеними для виділення іонів важких металів із стічних вод. Їх умовно можна поділити на три різновиди:

1) сорбція на активованому вугіллі (адсорбційний обмін);

2) сорбція на іонітах (іонний обмін);

3) комбінований метод.

Ефективний метод видалення органічних сполук свинцю зі стічних вод полягає в переводі свинцю в нерозчинний стан з наступною сорбцією його на активованому вугіллі.

Взагалі органічні сполуки свинцю можна виділяти зі стоків сорбцією на активованому вугіллі. При оптимальних параметрах процессу концентрація свинцю знижується на 96-98,5%.

Основний метод очищення (відстоювання у відстійниках, нафтопастках або масло бензовловлювачах), забезпечує затримання 90-98% нафтопродуктів і не дозволяє їх використовувати без додаткової обробки, оскільки вони містять до 50% води та значну кількість сторонніх домішок. При цьому досить складною задачею є використання нафтопродуктів, що містяться в осадах стічних вод, затриманих очисними спорудами.[14].

1.2.2. Відходи свинцю

Відходи свинцю і фторидів обробляються окремо. Щоб мати уявлення про масштаби такої обробки, наведемо деякі цифри: в місяць на обробку надходить 4540 кг 70%-ої фтористоводородної кислоти і 2497 кг азотної кислоти з одного джерела і 1600 кг свинцевого пилу з іншого.[18].

Лом і відходи свинцю і свинцеві сплави розділені на чотири класи, крім А, Б і Г, є клас АЛ - лом і відходи свинцевих акумуляторів.

Оскільки відходи, що надходять на обробку свинцю мають кислий характер, то, отже, вони не можуть бути використані для вирішення

поставленого завдання, в іншому випадку нам довелося б змінити величину pH, що вкрай небажано.

Грати позитивних пластин відливають з відходів свинцю. Готові грати кладуть на скло і дерев'яною або вініпластовою лопаткою по обидва боки вмазують в неї приготовлену пасту. Процес намазки решіток пастою називається пастируванням.[19].

В процесі виробництва телевізійних трубок утворюються відходи свинцю і фторидів, так як для очищення і травлення скляних колб (електронно-променевих трубок) використовується фтористоводнева кислота, а для герметизації електронного блоку- припій з свинцевого скла, що містить 70 - 80% (по масі) скла.

Свинець також може бути отриманий переплавкою відходів свинцю і брухту.[10].

Свинцеві деталі відпрацьованих акумуляторів, лом і відходи свинцю, сплави і оксиди свинцю разом відновлюють речовинами, коксом і флюсом, зазвичай вапняком, завантажуються в відбивну піч.

Плавка і відновлення металу відбуваються в плавильній зоні печі, і продукт поділяється на три шари: розплавлений метал, штейн і шлак. Мідь та інші забруднюючі домішки при цьому з металу видаляються. Процентний вміст залишається в металі сурми регулюється в необхідних межах.

Фосфат свинцю погано розчинний у кислому середовищі: при pH 3.5 розчинність свинцю становить всього лише 0,15 частина/млн. Мабуть, якби нам вдалося визначити реакцію, яка можлива в даному випадку і в результаті якої свинець видаляється з розчину, утворюючи нерозчинний фосфат свинцю, проблема, пов'язана з обробкою відходів свинцю, була б вирішена.

Найбільш раціональним використанням брухту і відходів свинцевих сплавів є переробка їх на сурм'янистий свинець, свинцево-олов’яних припоїв і бабітів.[19].

Однак через нестачу потужностей з виробництва сурм'янистого свинцю частина брухту і відходів свинцю направляється на свинцеві заводи, що

працюють на рудній сировині, що призводить до значної втрати сурми, яка міститься в них.

Амортизаційним ломом є свинцеві акумулятори, які вийшли з експлуатації, кабельні вироби, труби, листи, штампи, а також бабітовий виплав, що утворюється при ремонті підшипників ковзання.

Відходами свинцю є жужелиця, стружка, сплески, змиви, шлаки, шлами, зола, пасти, висікання, обріз, що утворюються при використанні свинцю, бабітів, припоїв, свинцевого прокату, при виробництві акумуляторів, кабельних виробів, бабіту, друкарських сплавів.[20].

1.2.3. Утилізація сполук свинцю

Одним з напрямків переробки свинцевих осадів є отримання свинцевих кронів з використанням хромовмісних відходів. Свинцеві крони являють собою цінні пігменти складу $PbCrO_4 \cdot nPbSO_4$ або $PbCrO_4 \cdot PbO$, які знайшли застосування в лакофарбової промисловості.[19].

1.2.4. Переробка свинцево-кислотних акумуляторів

Найбільша кількість свинцю міститься в свинцево-кислотних акумуляторах. Проблема полягає в тому, що велика частина металу знаходиться в вигляді робочого порошку, що містить PbO_2 і $PbSO_4$.[23].

Ці сполуки доводиться відновлювати до чистого металу, використовуючи хімічні препарати і температурний вплив.

Технологія переробки складається з таких етапів:

1) Відпрацьовані акумулятори вивантажують на конвеєр, який доставляє їх на в дробильну машину, яка кришить їх на частини, а гратчасті фільтри відокремлюють свинцево-кислотну пасту.

2) Уламки акумуляторів переміщаються в ванну з водою, де вони поділяються. Пластик виявляється на поверхні води, а метал осідає, завдяки

чому їх можна відокремити один від одного.

3) Пластик промивається, після цього його можна піддавати подальшій переробці: перетворити в гранули і використовувати для виготовлення нових акумуляторів.

4) Кислота з свинцево-кислотної пасти нейтралізується і перетворюється в воду, яка потім віджимається пресом. Свинцеву пасту перекладають до уламків свинцю та інших металів. Отримана при цьому вода містить домішки металів. Для їх видалення вона піддається хімічній обробці, відстоюється і фільтрується. Якщо вода відповідає стандартам, то її можна злити в каналізацію. А що залишився при цьому осад додається до свинцю та інших металів.

5) До твердих залишках додають деяку кількість очищеного вугілля. Ця суміш відправляється на конвеєр, з якого надходить в сушильний барабан. Після цього суху суміш поміщають в піч, де свинець плавиться, а інші метали спливають на поверхню, при цьому їх легко відокремити.

1) Розплавлений свинець надходить в тигель, де в нього, для відділення домішок, додається каустична сода. При цьому домішки спливають на поверхню.

2) Очищений таким чином свинець розливають у форми для отримання злитків. При цьому видаляються з поверхні залишки домішок.

3) Злитки чистого свинцю виймаються з форм і можуть далі використовуватися для виготовлення нових акумуляторів.[25].

1.3. SWOT-аналіз методів очистки від свинцю

Важливою і необхідною передумовою визначення перспектив подальшого розвитку методів очистки промислових стічних вод від свинцю є виявлення кола фактичних переваг та обмежень, які надають дані методи, а також передбачення потенційних можливостей та загроз від їх подальшого використання.

Даний спосіб аналізу в регіональних, маркетингових та екологічних дослідженнях відомий як SWOT-аналіз (акронім від англ. strength - сила, weakness - слабкість, opportunity - можливість, threat - загроза).

Вперше даний метод досліджень був представлений широкому загалу професором Гарвардської бізнес-школи Кеннетом Ендрюсом. Проте його розробниками вважається група авторів, серед яких американські вчені К.Ендрюс, Х.Вейріч, М.Портер, англійські - Т.Хілл, Р.Вестбрук, Дж.Панагійотов, канадські - Г.Мінцберг та інші.

Відомий ще з 60-х років XX століття, даний метод застосовувався, в основному, в маркетингових дослідженнях ринку та мікроекономіці. З часом він почав застосовуватись і в екології.

Метою SWOT-аналізу в даній галузі екологічних знань є всебічне вивчення потенціалу методів очищення з точки зору його сильних і слабких сторін, а також можливостей подальшого розвитку та загроз, що можуть постати, в контексті їх використання.

Основи очищення води під впливом електричного струму закладені в роботах учених С.В. Яковлєва, Л.А. Кульського, М.Г. Грановського, І.С. Лаврова, О.В. Смірнова, В.А. Клячко, В.Д. Гребенюка, А.А. Мамакова, А.І. Мацнева, Ю.М. Ласкавого, В.Є. Генкіна, І.Г. Краснобородько, Є.С. Светашової, В.М. Рогової, П.П. Строкача, М.М. Назаряна, А.Я. Найманова, Ю.А. Феофанова та ін.[27].

Установки по реалізації електрохімічних методів порівняно просто автоматизуються.

Електрообробка при правильному її сполученні з іншими методами дозволяє успішно очищати воду від домішок різного складу і дисперсності.

При цьому, як правило, не збільшується солевміст води, що очищається, і нерідко виключається утворення чи осадів значно зменшується їх кількість.

Усе це забезпечує в ряді випадків істотні переваги електричних методів у порівнянні з традиційними.

Сутність електрохімічних методів очищення води полягає в перетворенні електричної енергії, що вводиться в систему, в енергію хімічних реакцій, що протікають у розчині з великими швидкостями.

При електролізі водяних розчинів електролітів електрохімічні реакції протікають на межі розділу: провідник першого роду (електроди) - провідник другого роду (електроліт).

Основними факторами, що чинять вплив на те, що у воді виявляються забруднення, є наявність електричного поля й утворення в ході електродних реакцій нових продуктів, що ефективно видаляють домішки з води.

У результаті в системі відбуваються складні фізико-хімічні зміни, що приводять до коагуляції колоїдних часток, формуванню нових фаз (твердої, газоподібної і рідкий), нейтралізації забруднень в окислювально-відновних реакціях та ін.[26].

Таблиця 1 - SWOT-аналіз електрохімічних методів очистки

Сильні сторони	Слабкі сторони
Дозволяють витягати зі стічних вод цінні продукти при відносно простою технологічною схемою очищення без використання хімічних реагентів.	Велика витрата електроенергії
Можливості	Загрози

Зниження вторинного забруднення очищеної води аніонами та катіонами солей, внаслідок відмови від використання хімічних реагентів, що позитивно впливає на екологічну безпеку підприємств; розширення можливостей повторного використання очищеної води у виробництві, т.я. загальна мінералізація і особливо аніонний склад водної фази не змінюється, а іноді навіть зменшується; простота обслуговування водоочисних установок.	Не може бути широко застосований, через те, що метал виходить у вигляді порошку на будь-якому носії і для цілей утилізації потребує додаткової обробки.

Очищення води від свинцю та інших металів в іонній формі за основу бере зміну pH до певного рівня. Таким чином, даний спосіб є хімічним.[29].

При зміні pH до рівня приблизно 9.0-10.5 для металів характерно набування нерозчинної форми, після чого вони випадають в осад і без особливих проблем усуваються з води. Очищення води за допомогою хімічних реагентів, таких як коагулятори або каталізатори, залежить від того яка концентрація свинцю міститься в воді, необхідного кінцевого ступеня очищення, і наявності вторинних домішок.

Після того як свинець був переведений в нерозчинну форму в ході очищення води, проводиться розділення металів, частіше шляхом гравітаційного осадження металу.

Воно проводиться за допомогою осаджуючих ємностей, після чого осаджений метал відкачується для зневоднення і повного просушування. Даний метод є простим за своєю сутністю, це його головна перевага, проте він високочутливий до наявності інших з'єднань, які можуть перешкоджати осадженню металу, таких як перекис водню, мило або детергенти.[28].

Таблиця 1.1 - SWOT-аналіз хімічних методів очистки

Сильні сторони	Слабкі сторони
При правильному застосуванні хімічного методу очистки можна добитися дуже високих результатів і усунути забруднення будь-якого типу.	Для мінімалізації загрози потрібен великий професіоналізм з боку працівників, які дозують кількість реагентів; при перспективі довгострокового використання цей метод є дуже затратним.
Можливості	Загрози
При переході розчинених сполук в твердий нерозчинний стан вода максимально очищується від небажаних побічних ефектів.	Використання цих методів може нанести негативний вплив на здоров'я людини та інших живих істот.

Очищення води від свинцю також може проводитися по мембранному методу. Він полягає у використанні спеціального обладнання з перегородками-мембранами.[27].

Після очищення води концентрація свинцю та інших металів, найчастіше,

не перевищує 1 мг/л. Важкі метали, в тому числі свинець, ртуть, кобальт та інші, скупчуються по іншу сторону від мембрани у вигляді гелеподібної маси. Такий спосіб очищення води від свинцю та інших металів є найбільш ефективним і перспективним. Високий ступінь очищення води обумовлений тим, що, по-перше, мембрани високоселективні, тобто здатні розділяти речовини, а напівнепроникна перегородка може пропускати тільки воду без домішок, які концентруються по іншу її сторону.

По-друге, такі перегородки виготовлені зі спеціального матеріалу, який відрізняється високою міцністю і стійкістю до хімічних чинників оброблюваної води. І останнє, мембрана повністю виконує свої функції тривалий час, не втрачає свої якості протягом усього експлуатаційного

терміну, при цьому має високу продуктивність в очищенні води від свинцю. При використанні фільтрів механічного очищення води від свинцю та інших важких металевих елементів, домішки металу не осідають на самому фільтрі і його пори не забиваються, що могло б знизити ефективність його роботи. Свинець і інші домішки видаляються з мембрани, що не перешкоджає її роботі в подальшому.[30].

Таблиця 1.2 - SWOT-аналіз мембранних методів очистки

Сильні сторони	Слабкі сторони
Очищення води відбувається без осадження забруднень на фільтрі; фільтрація стоків може проходити при температурі навколишнього середовища.	Недоліком такого очищення є концентраційна поляризація, за рахунок чого при безпосередній близькості від місця розділення утворюється найбільший концентрат забруднення, який з часом призводить до погіршення селективності та проникливості перегородки.
Можливості	Загрози
Висоефективне видалення високодисперсних, тонкоемульгованих і стабільних емульсій.	Через недостатньо високий рівень автоматизації цей метод не може бути коректно використаний на практиці.

Одним з найсучасніших способів очищення води від домішок є зворотний осмос. Ця технологія здійснюється при використанні зворотньоосмотичної мембрани. Вода при зворотньому осмосі пропускається через мембрану, пори якої пропускають воду, але не пропускають розчинені в ній домішки.[28].

Система зворотного осмосу дозволяє отримувати воду дуже високого ступеня очищення (близьку до дистильованої).

Фільтри зворотного осмосу виробляють найбільш якісну (повноцінну) очищену воду.

З води видаляються такі шкідливі речовини як магній, ртуть, нітрати,

нітрити, стронцій, миш'як, свинець, сульфати, залізо, хлор, а також багато (але не всі), бактерій і вірусів.

На жаль, зворотний осмос видаляє з води і більше 20-ти корисних речовин: солі кальцію, магнію, натрію, фтору, і т д., вкрай необхідні для здоров'я людини (в питній воді повинен знаходитися, як мінімум, 500 мг корисних солей). Тому вода, очищена зворотним осмосом, є «мертвою», - очищеної, але не корисною для здоров'я людини.

Більш того, така вода є агресивною і з легкістю вимиває з організму людини життєво необхідні мінерали, призводить до інсультів та інфарктів. Зворотний осмос реалізується в такий спосіб. напівпроникна осмотична мембрана перешкоджає вирівнюванню концентрацій речовин по різні боки від себе.

Потік води продавлюється через мембрану, яка відторгає домішки, підтримуючи їх високу концентрацію з того боку, звідки тече вода.

Фільтр, що працює за принципом зворотного осмосу, влаштований досить просто: основний елемент, що дозволяє отримувати воду високого ступеня очищення - це тонкоплівкова мембрана.

Мембрана зворотнього осмосу являє собою якусь подобу сітки, розмір осередків якої порівняємо з розміром молекули води. Завдяки такій структурі мембрани, з води видаляються практично всі розчинені компоненти, а також солі важких металів, органічні домішки і бактерії.

У процесі роботи поступово перед мембраною накопичуються відфільтровані солі і різні домішки, через що вона може засмітитися і перестати працювати.

Для того щоб цього не сталося, перед мембраною встановлюються префільтри - кілька ступенів попереднього очищення. Серед них обов'язково присутній ступінь очищення від механічних забруднень, що затримує пісок і нерозчинні домішки.[27].

Для постійного зливу цих «відходів» уздовж мембрани створюється примусовий потік води, який змиває сконцентровані забруднення в дренаж.

Варто зазначити, що зворотний осмос запозичений з живої природи. Осмотична регуляція лежить в основі обміну речовин всіх організмів. Стінки клітин рослин, тварин і людини представляють собою природну мембрану зворотного осмосу, яка є частково проникною, оскільки вона вільно пропускає
молекули води, але не молекули інших речовин.

Фільтруюча здатність природної мембрани унікальна, вона відділяє речовини від води на молекулярному рівні і саме це дозволяє будь-якому живому організму існувати.

Завдяки їй, в кожну живу клітину надходять необхідні речовини і виводяться непотрібні. Принцип зворотнього осмосу спочатку застосовувався для опріснення морської води.[29].

Однак спосіб очищення - зворотний осмос має ряд мінусів.

По-перше, хоча зворотньоосматичні установки на перший погляд не дуже дорогі, експлуатаційні витрати по їх функціонуванню приблизно на порядок вище експлуатаційних витрат інших методів очищення води (аерації, іонного обміну, озонування тощо).

Якщо в середньому вартість 1 м куб української водопровідної води становить 16 грн/м^3, то вартість 1 м^3, очищеної на установці зворотнього осмосу, - близько 200 грн/м^3. (за курсом НБУ).

Настільки значна величина експлуатаційних витрат визначається ще й тим, що для роботи установки зворотного осмосу, потрібна цілодобова робота вельми потужних насосів, які прокачують воду через вельми тонкі мембрани.[28].

Крім цього, чим більш брудніше вода на вході на мембранну установку, тим більше і частіше треба міняти дорогі мембрани, - то більше зростають експлуатаційні витрати.

По-друге, зворотний осмос - це один з найбільш низькопродуктивних методів водопідготовки. Мембрани пропускають воду повільно і мають низьку продуктивність.

Тому в ряді випадків цей метод вимагають установки значною і дорогої накопичувальної ємності з харчової нержавіючої сталі.

По-третє, вода перед мембраною зворотного осмосу повинна обов'язково пройти ретельну попередню очистку на будь-якої установки з традиційною технологією очищення води.

По суті це означає збільшення первісної вартості мембранної установки.

В-четвертих, технологія очищення води зворотним осмосом, по суті є невигідною: при роботі системи зворотного осмосу в дренаж скидається до 75% води, що очищається (тоді як при традиційних методах очищення води, - всього не більше 5%).

На виході споживач отримує лише 25-30% води. Правда, води дуже добре очищеної. Але не корисної, а шкідливої для здоров'я людини.

По-п’яте - метод зворотного осмосу незмінно пов'язаний з використанням сучасних мембран.

Для того, щоб підвищити ефективність зворотньоосмотичних фільтрів, нерідко застосовуються нанокристали і спеціальні модифікатори. Про безпеку подібних речовин суперечки в науковому світі не припиняються і до цього дня.

Деякі вчені вважають, що застосування нанокристалів і модифікаторів не тільки не може бути шкідливим, але й навпаки несе в собі користь та підвищує ефективність фільтрів, інші ж навпаки вважають, що їх використання потрібно припинити.

По-шосте, мембранні методи розділення не здатні вловлювати летючі органічні речовини, розмір молекул яких менше діаметра молекул води. Саме тому затримати частинки інсектицидів і гербіцидів мембранні фільтри не можуть.

З іншого боку, зворотньоосмотичні мембрани легко забиваються сульфатами барію, стронцію, карбонатом кальцію, діоксидом кремнію і ферроз’єднаннями і вимагають дуже частої заміни.[29].

Таблиця 1.3 - SWOT-аналіз хімічних методів очистки

Сильні сторони	Слабкі сторони
Висока ступінь очистки води; з очищеної таким способом води видаляються всі шкідливі домішки і на виході фактично виходить демінералізована вода.	Не здатні вловлювати летючі органічні речовини, розмір молекул яких менше діаметра молекул води.
Можливості	Загрози
Фільтри зворотного осмосу виробляють найбільш якісну (повноцінну) очищену воду.	Технологія очищення води зворотним осмосом, по суті є невигідною: при роботі системи зворотного осмосу в дренаж скидається до 75% води, що очищається (тоді як при традиційних методах очищення води, - всього не більше 5%).

Висновок: зважаючи на все вищевикладене можна зробити висновок, що найбільш ефективним методом очистки промислових стічних вод від свинцю є електрохімічний метод.

Його головними перевагами є те, що він дозволяє витягати зі стічних вод цінні продукти при відносно простій технологічній схемі очищення без використання хімічних реагентів, знижує вторинне забруднення очищеної води аніонами та катіонами солей, внаслідок відмови від використання хімічних реагентів, що позитивно впливає на екологічну безпеку підприємств; розширює можливості повторного використання очищеної води у виробництві, т.я. загальна мінералізація і особливо аніонний склад водної фази не змінюється, а іноді навіть зменшується; простота і компактність обслуговування водоочисних установок, можливість комплексної очистки мінералізованих багатокомпонентних вод різних за якісно-кількісним складом за рахунок сорбції і осадження домішок, зменшення кількості або повна відмова від використання хімічних реагентів.

Але, як і будь-який метод він має ряд своїх недоліків, серед яких можна

виділити: велику витрату електроенергії та те що для утилізації відходи потребують додаткової обробки.

2 Оцінка впливу сполук Pb^{2+}

2.1.Фізико-хімічні властивості сполук

H_2CrO_4 - хромова кислота, є сильною двохосновною кислотою. В вільному вигляді не виділяється, оскільки при концентрації вище 75% йде реакція конденсації з утворенням двохромової кислоти: $2H_2CrO_4$ (жовтий.) = $H2Cr_2O_7$ (помаранч.) + H_2O.[25].

Подальше концентрування веде до утворення трихромової ($H_2Cr_3O_{10}$) і навіть тетрахромової ($H_2Cr_4O_{13}$) кислот.

Дімерізація хромат-аніона відбувається також при підкисленні. В результаті солі хромової кислоти при pH >6 існують як хромати (K_2CrO_4) жовтого кольору, а при pH < 6 як біхромати ($K_2Cr_2O_7$) помаранчевого кольору. Більшість біхроматів розчиняються, а розчинність хлору чітко відповідає розчинності сульфатів відповідних металів. У розчинах можливе взаємоперетворення відповідних солей:

$2K_2CrO_4 + H_2SO_4 = K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$;

$K_2Cr_2O_7 + 2KOH = 2K_2CrO_4 + H_2O$.

Взаємодія біхромату калію з концентрованою сірчаною кислотою веде до утворення хромового ангідриду, нерозчинного в ній:

$K_2Cr_2O_7$ (крист.) + H_2SO_4 (конц.) = $2CrO_3\downarrow + K_2SO_4 + H_2O$;

Біхромат амонію при нагріванні зазнає внутрішньомолекулярну окислювально-відновну реакцію:

$(NH_4)2Cr_2O_7 = Cr_2O_3 + N_2\uparrow + 4H_2O\uparrow$.

Ацетат свинцю (II) (свинець оцтовокислий) — хімічна сполука, свинцева сіль

оцтової кислоти. Хімічна формула: $Pb(CH_3COO)_2$. Утворює кристалогідрати: $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ (свинцевий цукор) і Pb(CH3COO)2·10H2O.[27]

В нормальних умовах являє собою прозорі кристали. Тригідрат має солодкий смак, проте, як і інші сполуки свинцю, він токсичний.

Утворює безбарвні прозорі кристали. Безводний ацетат свинцю плавиться при 280°C з частковою сублімацією і розкладанням на Pb, CO_2, H_2O і ацетон.

Найбільш вивчений тригідрат ацетату свинцю. Він утворює безбарвні прозорі кристали, які при 75°C плавляться у власній кристалізаційній воді, а при 100°C починають розкладатися (швидше за все — гідроліз). Кристали тригідрату ацетату свинцю належать до моноклінної сингонії, просторова група C 2/m, параметри елементарної комірки a = 1,585 нм, b = 0,730 нм, c = 0,910 нм, α=109,8.

Якісні реакції визначають наявність іонів свинцю (II):

1) реакція з йодидом калію дає жовтий (золотистий) осад, який частково розчиняється при нагріванні і знову випадає у вигляді золотистих пластинок при охолодженні розчину (золотий дощ):

   $Pb(CH_3COO)_2 + 2KI = PbI_2\downarrow + 2CH_3COOK$

2) реакція з сірководневою водою з утворенням чорного осаду сульфіду свинцю:

   $Pb(CH_3COO)_2 + H_2S = PbS\downarrow + 2CH_3COOH$

Сірчана кислота H_2SO_4 — сильна двоосновна кислота, що відповідає вищій ступеня окислення сірки (+6). При звичайних умовах концентрована сірчана кислота — важка маслянистa рідина без кольору і запаху, з кислим «мідним» смаком. У техніці сірчаної кислотою називають її суміші як з водою, так і з сірчаним ангідридом SO_3. Якщо молярне відношення $SO_3 : H_2O < 1$, то це водний розчин сірчаної кислоти, якщо > 1 — розчин SO_3 в сірчаній кислоті (олеум).[26].

Дуже сильна кислота, при 18°C pK_a (1) = -2,8, pK_a (2) = 1,92 (K 1,2 10-2); довжини зв'язків в молекулі S=O 0,143 нм, S—OH 0,154 нм, кут HOSOH 104°,

OSO 119°; кипить, утворюючи азеотропну суміш (98,3 % H_2SO_4 і 1,7 % H_2O з температурою кипіння 338,8°С). Сірчана кислота, що відповідає 100%-ому змісту H_2SO_4, має склад (%): H_2SO_4 - 99,5, HSO4 - 0,18, $H3PO4^+$ - 0,14, H_3^+ - 0,09, H_2S2O_7, — 0,04, HS_2O_7 - 0,05. Змішується з водою і SO_3, у всіх співвідношеннях. У водних розчинах сірчана кислота практично повністю дисоціює на H_3O^+, HCO_3^+, і 2H SO_4^-Утворює гідрати $H_2SO_4 \cdot nH_2O$, де n = 1, 2, 3, 4 і 6,5.

2.2. Токсикологічна характеристика сполук свинцю

Токсикологічне значення свинцю визначається отруйними властивостями металевого свинцю, його солей і деяких похідних: широким і різноманітним застосуванням їх у промисловості і побуті.[16]

З різних з'єднань свинцю найбільше токсикологічне значення мають арсенат, ацетат, хромат, карбонат, хлорид, нітрат і ряд інших солей цього металу. Оксид свинцю застосовується для приготування деяких фарб, входить до складу свинцевого пластиру. Карбонат свинцю є одним з компонентів свинцевих білил. До складу деяких фарб входить і хромат свинцю. Свинцю арсенат відноситься до числа сполук, які застосовуються для боротьби з шкідниками садів і виноградників. Основний ацетат свинцю у ряді країн застосовується і медицині. Стеарат, олеат та інші сполуки свинцю з органічними кислотами використовуються в якості стабілізаторів при отриманні пластмас. Ці сполуки використовуються як добавки до фарб, а також входять до складу деяких помад і рідин для волосся.[17].

Особливо небезпечними щодо отруєнь свинцем є видобуток свинцевих руд, виплавка свинцю, виробництво акумуляторів, свинцевих фарб [свинцеві білила $2PbCO_3.Pb(OH)_2$ і сурик Pb_3O_4], застосування яких в Україні обмежується тільки фарбуванням судів і мостів, лудінням, пайкою,

застосуванням свинцевої глазурі $PbSiO_3$ і т. д. При недостатній охороні праці можливі промислові отруєння.

Джерелами побутових отруєнь було в ряді випадків недоброякісне лудження (при вживанні консервів, виготовлених в недоброякісно луженому посуді), емальований, фарфорово-фаянсовий і глиняний посуд, покритий глазур'ю. Описані випадки отруєння свинцем через питну воду (свинцеві труби), нюхальний тютюн, загорнутий у свинцевий папір, після вогнепального поранення і т.п. Більш відомі також випадки отруєнь свинцевими солями і тетраетилсвинцем.[16].

Основним джерелом отруєнь сполуками свинцю є надходження їх у харчовий канал.

Іони свинцю, що надійшли в організм, з'єднуються з сульфгідрильними та іншими функціональними групами ферментів і деякими іншими життєво важливими білковими сполуками. Близько 90 % іонів свинцю, що надійшли в кров, зв'язуються еритроцитами.[17].

Свинець є протоплазматичною отрутою, яка викликає зміни головним чином в нервовій тканині, крові і судинах. Отруйність сполук свинцю в значній мірі пов'язана з розчинністю їх і в шлунковому соку, і в інших рідинах організму. Хронічне отруєння свинцем дає характерну клінічну картину. Смертельна доза різних з'єднань свинцю неоднакова. Діти особливо чутливі до нього.

Свинець вражає всі відділи головного мозку, особливо гіпоталамічні відділи і ретикулярну формацію стовбура. Свинець блокує ферменти, що беруть участь в синтезі гему. Розвивається гіпохромна анемія при нормальному вмісті заліза сироватки. Крім того, свинець підвищує гемоліз еритроцитів.[16].

Свинець не відноситься до числа біологічних елементів, але зазвичай присутній у воді та їжі, звідки надходить в організм. Людина, не зайнята роботою зі свинцем, поглинає в добу, як вказує Н.В. Лазарєв, 0,05 - 2 г свинцю (у середньому 0,3 мг). З'єднання свинцю здатні акумулюватися в

кістковій тканині, печінці, нирках. Близько 10% його всмоктується організмом, решта виділяється з калом.

Свинець відкладається в печінці і в трубчастих, дещо менше в плоских кістках. В інших органах відкладається в незначній кількості. Звідси-необхідність виявлення свинцю у внутрішніх органах трупів людей, померлих від інших причин, і обов'язкове кількісне визначення його при позитивних результатах якісного аналізу.[17].