

УДК 628.33

**Піддубний С.О., студент кафедри моніторингу довкілля та природокористування
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна
Ковров О.С., д.т.н., професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього
середовища НТУ «Дніпровська політехніка»**

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОАГУЛЯНТІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВОДОПІДГОТОВКИ

Забруднення поверхневих водойм та ґрунтових вод є одним з найбільш масштабних і небезпечних видів впливу людини на навколишнє середовище. Очистка стічних вод від завислих речовин, колоїдних часток, високомолекулярних органічних сполук, нафтопродуктів за допомогою сучасних фізико-хімічних методів є одним з широко вживаних напрямів охорони водойм від техногенного забруднення. Ефективне очищення стічних вод від цих сполук відбувається завдяки використанню особливих реагентів-коагулянтів, які отримали широке застосування у багатьох технологічних схемах водопідготовки та водовідведення. При цьому враховують низку факторів, що впливають на процес коагулювання, а саме рН розчину, окислювально-відновлювальний потенціал, солевміст оброблюваної води, дозу коагулянту, склад домішок, що видаляються, а також температуру води. Правильний вибір реагентів і процесу значною мірою може інтенсифікувати процес коагуляційного очищення природних і стічних вод і підвищити його ефективність[1].

В якості коагулянтів в технологіях водопідготовки найчастіше використовують сульфат алюмінію $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, який добре розчинний у воді і має відносно низьку вартість. Залишкові концентрації алюмінію в воді не перевищують гранично допустимих концентрацій (ГДК) для об'єктів господарсько-побутового водопостачання. Хлорне залізо $FeCl_3$ зазвичай використовується для вилучення завислих речовин та колоїдів в системах очистки промислових стічних вод. Ефективність коагуляційного очищення з подальшим виділенням суспензій у відстійниках-освітлювачах із зваженим шаром осаду досягає 70%.

В системах водоочистки можуть використовуватись також альтернативні коагулянти. Шунгіт є мінералом природного походження, який використовується переважно для корекції іонного складу води та коагуляції завислих домішок. Але цей матеріал не знайшов широкого використання в практиці очистки води. Монтморилонітові глини видобуваються переважно для потреб будівельної, хімічної та інших галузей промисловості. Згідно з сучасними науковими дослідженнями відзначається коагуляційний ефект глини в водних розчинах.

Дослідження ефекту коагуляції виконувались в лабораторних умовах з використанням традиційних та альтернативних коагулянтів. Для приготування робочих розчинів коагулянтів взято навіски кожного з реагентів та отримано низку десятикратних розведень з концентраціями від 1 г/л до 0,001 г/л. Для інтенсифікації процесів укрупнення колоїдів та подальшої седиментації осаду застосовано барботаж робочих розчинів за допомогою мікрокомпресору АЕН-3 протягом 10-20 хвилин. В якості об'єкта дослідження було відібрано зразки води з трубопроводу міського водопостачання м. Дніпро. Основні показники якості води в пробах (рН, окислювально-відновний потенціал ОВП, температуру, електропровідність, завислі речовини, мінералізація) виміряли за допомогою електронного тестера EZDO7200.

Ефективність процесу коагуляції завислих речовин в розчинах під впливом коагулянтів та процесу барботажного перемішування води досліджувалось та фіксувалось фотокамерою протягом наступних часових інтервалів: 1 хв, 10 хв, 30 хв, 1 год. Процес седиментації осаду найбільш ефективно протікав в пробах з хлоридом заліза та сульфатом алюмінію. В табл. 1, наведено усереднені фізико-хімічні характеристики проб води до та після коагуляції. В табл. 2 наведено результати дослідження вмісту іонів важких металів в пробах води (за даними

центральної лабораторії КП «Южукргеологія»).

Таблиця 1 – Усереднені фізико-хімічні характеристики проб води

| Коагулянти | pH | ОВП, мВ | Електропро- водність, мкСм | Завислі речовини, мг/л | Мінералі- зація, мг/л |
|---|------|------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| До коагуляції | 7,84 | 87 | 835 | 558 | 417 |
| FeCl ₃ | 6,55 | 74 | 193 | 128 | 92 |
| Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O | 4,66 | 246 | 580 | 398 | 297 |
| Шунгіт | 7,06 | 263 | 160 | 116 | 87 |
| Монтморилонітова глина | 6,86 | 85 | 270 | 192 | 127 |

Таблиця 2 – Вміст важких металів в пробах води до та після коагуляції шунгітом

| Проба | Концентрація Fe ⁿ⁺ | | | Концентрація Cu ²⁺ | | | Концентрація Zn ²⁺ | | |
|-------|-------------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|---------------|------------------|
| | гдк | До коагул. | Після коагул. | гдк | До коагул. | Після коагул. | гдк | До коагул. | Після коагул. |
| | мг/л | мг/л | мг/л | мг/л | мг/л | мг/л | мг/л | мг/л | мг/л |
| 1 | 0,3 | <0,02 | 0,16 | 1,0 | <0,05 | <0,05 | 1,0 | <0,05 | <0,05 |
| 2 | | 1,81 | 0,98 | | 1,6 | 1,1 | | 0,03 | 0,01 |
| 3 | | <0,02 | 0,14 | | <0,05 | <0,04 | | <0,05 | 0,043 |

Встановлено, що Al₂(SO₄)₃·18H₂O є найбільш доцільним традиційним коагулянтом для промислового використання у технологіях водопідготовки, тому виконано дослідження процесу коагуляції у серії розведень водного розчину коагулянту 0,1...0,001 г/л. Найбільш ефективно процес коагуляції протікає протягом 10-30 хв. Надалі інтенсивність процесу уповільнюється. Найбільший шар пластівців утворюється в пробірці з найвищим вмістом коагулянту.

Шунгіт виявився найбільш доцільним альтернативним коагулянтом. Внаслідок процесу коагуляції було досліджено зменшення концентрації іонів важких металів Feⁿ⁺, Cu²⁺, Zn²⁺. Однак з використанням у процесі коагуляції монтморилонітової глини було виявлено, що якість очистки води краща на відміну від шунгіту.

В результаті лабораторних досліджень встановлено, що інтенсивність процесу коагуляції залежить від низки факторів, а саме вмісту завислих та колоїдних речовин, концентрації коагулянту та інтенсивності аерації водного розчину тощо. Виходячи з того, що певні фізико-хімічні характеристики проб води, внаслідок використання шунгіту і монтморилонітової глини, кращі, ніж за використання заліза хлориду та алюмінію сульфату, то альтернативні коагулянти можуть бути заміною традиційним.

Для оцінки ефективності використання комплексної солі алюмінію в якості коагулянту в технології водопідготовки були використані модельні розчини органо-мінерального добрива гумату натрію. В експерименті штучні розчини гумату натрію імітують воду, яка забирається з природних джерел для технології водопідготовки. Встановлено граничний діапазон використання коагулянту Al₂(SO₄)₃·18H₂O при органо-мінеральному забрудненні води до 60 мг/л в перерахунок на вміст завислих (каламутність) та колоїдних часток.

Перелік використаних джерел

1. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2017 р. Міністерство з питань житлово-комунального господарства. Київ, 2016 р. – 710 с.