

Лекція 11. Методи знезараження та знешкодження осадів

1. Знешкодження рідинних осадів методом нагріву.
2. Хімічний метод знезараження осадів.
3. Біотермічна обробка (компостування) осадів.

Згідно з даними досліджень 1 мл міської стічної води вміщує понад 1 млрд різних бактерій. З.Г. Васильковою встановлено, що яйця гельмінтів гинуть при температурі $t=50^{\circ}\text{C}$ на протязі 2 годин, при $t=60^{\circ}\text{C}$ на протязі декількох хвилин, при $t=70^{\circ}\text{C}$ на протязі декількох секунд. Патогенна мікрофлора осадів при бродінні скорочується в незначному обсязі.

Згідно зі [] апарати для термічної сушки повинні забезпечувати прогрівання всієї маси осаду до температури не менше 60°C . Обробка осадів при більш високих температурах дозволяє знищити в осадах не тільки яйця гельмінтів, але й патогенні мікроорганізми та віруси. Для знезараження та знешкодження осадів можуть бути застосовані наступні методи: термічні (прогрівання, сушка, спалення); біотермічні (компостування); хімічні (обробка хімічними речовинами); біологічні (знешкодження мікроорганізмів за допомогою простіших грибків, ґрунтових рослин); фізичні (радіація, ультразвукові коливання, тощо).

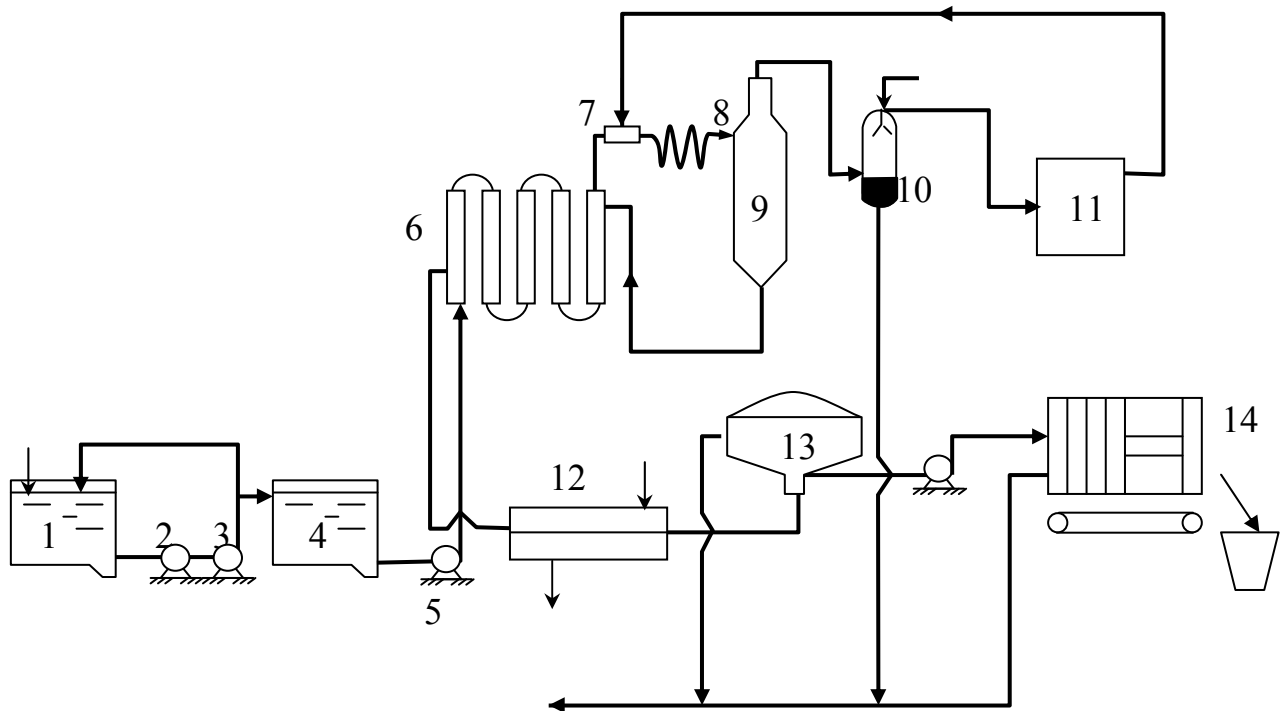
Практичне застосування отримали термічні, біотермічні, хімічні методи знезараження та знешкодження осадів.

Для знезараження та одночасної сушки активного мулу можна застосовувати розпорошувальні сушарки та сушарки-гранулятори, каталітичні генератори тепла з м'яким режимом сушки, що попереджує спікання органічних речовин.

При зброженні осадів в термофільних умовах для знезараження можна не застосовувати додаткових влаштувань. Перед зброженням в мезофільних умовах для знезараження осадів в деяких випадках можна застосовувати одно- двох- багатоступеневі теплообмінники для нагріву осаду до $t=60^{\circ}\text{C}$ та послідовного охолодження до $t=35^{\circ}\text{C}$ перед надходженням до метантенків.

Теплова обробка осадів являється більш економічною на 20-30%, ніж відомі методи обробки осадів, але потребує застосування складного технологічного обладнання та залучення фахівців високої кваліфікації.

Характерна схема теплової обробки з трубчатими теплообмінниками представлена нижче (рис.).



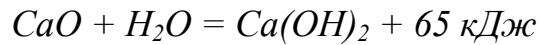
1 – резервуар – накопичувач; 2 – подрібнювач; 3 – насос; 4 – резервуар для осаду; 5 – високонапірний насос; 6 – трубчатий теплообмінник; 7 – паровий інжектор; 8 – редукційний клапан; 9 – колонний реактор; 10 – промивний бак;
11 – котельня; 12 – охолоджувач; 13 – радіальний ущільнювач;
14 – ФПАКМ (фільтр-прес).

Рисунок 17 – Схема теплової обробки осаду

Згідно із схемою (рис.) подріблений осад надходить до внутрішньої труби теплообмінників 6, у міжтрубний простір подається гарячий осад з реактора 9. Перед реактором осад догрівають гострим паром, який вводиться через інжектор 7 у подаючій трубопровод. Після попереднього витримання нагрітий осад надходить до реактора. З реактора осад під дією тиску пару подається у теплообмінники назустріч вихідному осаду. Парогазова суміш відводиться до промивного баку 10. Осад охолоджується з температури 55-80°C до 25-30°C.

В багатьох випадках знезараження осадів доцільно здійснювати після їх зневоднення.

2. Метод хімічного знезараження рідинних та зневоднених осадів в останні часи набуває все більшого розповсюдження. Введення вапна підвищує значення рН осадів до 10 та більше. При цьому сирі осад втрачають запах та в них припиняється розвиток патогенних мікроорганізмів. Процес гасіння вапна супроводжується тепловидаленням:



Необхідну кількість тепла, кДж для нагрівання осаду за допомогою вапна можна визначити за формулою:

$$Q_2 = (M_{oc} C_{oc} + M_g C_g) \Delta t$$

де M_{oc} , M_g – маса осаду та вапна відповідно, кг,

C_{oc} , C_g – питома теплоємність осаду та вапна відповідно, кДж/(кг×град), $C_g=0,92$ кДж/(кг×град),

Δt – різниця температур необхідної для нагрівання осаду та вихідної, °С.

Питома теплоємність осаду можна визначити за формулою:

$$C_{oc} = 1,8 (1 + 0,85 W_{oc}^3)$$

де $1,8$ – теплоємність сухого осаду вологістю 5-10%, кДж/(кг×°С),

W_{oc} – вологість осаду, долі одиниці.

Кількість тепла, що можна отримати при гасінні вапна з урахуванням його активності за СаО, складає:

$$Q_{nom} = 1152 A M_g$$

де A – активність вапна, долі одиниці.

Користуючись рівнянням матеріального балансу, можна розрахувати наскільки підвищиться температура ΔT_p , якщо в осад ввести певну кількість вапна:

$$\Delta T_p = 1152 A M_g / (M_{oc} C_{oc} + M_g C_g).$$

Вологість осаду після додавання вапна W_{oc}^* :

$$W_{oc}^* = (1000 W_{oc} - 0,32 A M_g) / (M_{oc} + M_g).$$

Вищевказані формули можна використовувати для орієнтувальних розрахунків, що зумовлюється неповним гасінням вапна. Основними причинами цього являються неоднорідність вапна за крупністю та якістю частинок, наявність в осадах зв'язаної вологи.

Лабораторними дослідженнями було доведено, що для знезараження осадів доцільно використовувати помолоте вапно з повільним гасінням. Так якщо до осаду, зневодненого на центрифугі до вологості 63%, додати вапно у кількості 17% (за СаО) від маси осаду із вмістом 71% СаО, потім перемішувати суміш на протязі 3 хвилин, температура осаду підніметься до 80°С.

Вапно доцільно зберігати в ємкостях типу силосних башт із застосуванням перемішуванням для попередження утворення комків.

При знезараженні невеликої кількості осадів застосовують хлорне вапно, ефір, фенол, спирт та інші речовини. За останні роки отримали розповсюдження методи знезараження осадів хімічними речовинами, які застосовують самостійно або як добрива. До таких речовин можна віднести амміак (амміачну воду, карбонат, формальдегід та ін.).

3. Компостування – це біотермічний процес розпадення органічної речовини осадів, який здійснюється під впливом аеробних мікроорганізмів для знезараження, стабілізації та підготовки осадів до утилізації як добрив.

Біотермічний процес супроводжується поглинанням органічних речовин та підвищенням температури до 50-80⁰С, що сприяє знешкодженню та скороченню маси осадів. Кількість органічних речовин зменшується на 25-40% в залежності від складу осаду, метода, тривалості та умов компостування. Компост отримують у вигляді сипучого матеріала вологістю 40-50%, він не має запаху, не гниє, являється гарним добривом.

Для здійснення сумісного компостування осадів та твердих побутових відходів розроблена схема секційних майданів. Одна секція обслуговує місто з населенням в 50-70 тис. мешканців та має розмір ділянки у плані приблизно 1,5 га. На секційний майдан для знезараження і переробки приймаються тверді побутові відходи густиною 0,15-0,3т/м³, що мають вологість 30-65%, які вміщують не менше, ніж 40% органічних речовин та осади стічної води густиною 1т/м³, що мають вологість 70-85% і вміщують не менше, ніж 40% органічної речовини. Виходячи з цих умов, продуктивність однієї секції складає 12-14 тис.т/рік за твердими побутовими відходами та 6-7 тис.т/рік за осадами стічної води.

Тверді побутові відходи та зневоднені осади вивантажуються з пандуса на бетонний майданчик, де здійснюється перемішування за допомогою бульдозера і козлового крана. Потім вся маса зсувається в зону дії козлового крану з грейферним обладнанням, за допомогою якого суміш складається в штабеля. Висота штабелю не повинна перевищувати 5м, ширина - 28м, довжина - 40м. Технологічний режим даного методу переробки відходів передбачає накриття компостуємої маси безпечним в санітарно-епідеміологічному відношенні матеріалом, наприклад, компостним шаром у 0,15-0,25м. Після закінчення знезараження суміш за допомогою козлового крану подається до живлювача барабанного подрібнювача, після

якого встановлений магнітний сепаратор для видалення лому чорних металів. Потім компост пропускають через подрібнювач. Тривалість компостування в штабелях складає від 1,5-2 до 3-6 місяців.

Найбільш ефективно знезараження зневоднених осадів досягається при термічному висушуванні. Аналіз технічного виконання сушки різних матеріалів показав, що для дегельмінтизації зневоднених осадів доцільно використовувати радіаційний метод з джерелами інфрачервоного випромінювання. Інфрачервоні промені, проникаючи в глиб матеріалу, перетворюються в теплову енергію, при цьому потік теплоти збільшується у порівнянні з потоком теплоти під час конвективної сушки.

Питання для самоперевірки

1. Які методи застосовують для знезараження осадів? 2. При якій температурі проводиться стабілізація осадів у мезофільних та термофільних умовах? 3. Як відбувається процес теплової обробки осадів з трубчатими теплообмінниками? 4. Які реагенти застосовують для хімічного знезараження осадів? 5. Яким чином знезаражується осад при компостуванні?