

Корисна модель відноситься до способів очищення води від іонів важких металів за допомогою мікроорганізмів з подальшим вилученням їх магнітною сепарацією за рахунок приєднання до мікроорганізмів магнітотивних наночастинок та може бути використана при водопідготовці на підприємствах харчової, мікробіологічної та ін. промисловостях.

Відомо спосіб очищення стічних вод від іонів важких металів [Пат. №58979 А, кл.7 C02F1/28; Опубл. 15.08.2003. Бюл. №8], який включає обробку сорбентом, в якості якого використовують дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* за допомогою внесення в розчин металевої насадки та прикладення зовнішнього постійного магнітного поля.

Недолік способу полягає в тому, що після очищення стічної води від металів стає проблема вилучення цих дріжджів.

Відомо спосіб вилучення дріжджів, що сорбували іони важких металів шляхом підготовки нежиттєздатних магнітних біосорбентів (дріжджів) хімічними структуруючими методами при високих завантаженнях клітинами. Магнітні частки окису заліза (II, III) (магнетит) приєднувалися до стінок клітин, надаючи їм магнітні властивості, що забезпечує можливість використання магнітної сепарації для їх вилучення [Milan Patzak, Pavel Dostalek, Robert V. Fogarty, Ivo Safarik and John M. Tobin Development of magnetic biosorbents for metal uptake//Biotechnology Techniques, Vol11, No7, July 1997, pp.483-487].

Недоліком способу є підготовка нежиттєздатних магнітних біосорбентів (дріжджів) хімічними структуруючими методами, що підвищує вартість очищення, крім того при використанні цього способу за рахунок магнетиту знижується сорбційна здатність дріжджів, оптимальна кількість магнетиту, яка необхідна для вилучення дріжджів з розчину не визначалась.

В основу корисної моделі поставлена задача створення способу очищення стічної води від іонів важких металів за допомогою дріжджів, за рахунок визначення оптимальної кількості магнетиту, необхідної для ефективного відділення дріжджів методом магнітної сепарації, яку проводили шляхом прямого спостереження осадження клітин дріжджів, що сорбували субмікронні частинки магнетиту на сферичний феромагнітний елемент у зовнішньому постійному магнітному полі.

Поставлена задача досягається за рахунок того, що у способі очищення стічних вод від іонів важких металів, за допомогою дріжджів та внесення в розчин металевої насадки в зовнішньому постійному магнітному полі, згідно корисної моделі, для видалення дріжджів, які сорбували іони важких металів використовують частки наномагнетиту, оптимальна кількість яких знаходиться в межах співвідношення дріжджів до магнетиту від 5:1 до 30:1.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками та очікуваним технічним результатом буде такий.

Використання мікробних клітин, як біосорбентів для металів, є альтернативою стосовно існуючих методів для дезактивації води або очищення стічних вод від іонів важких металів. Однак, мікробні біосорбенти повинні бути технологічно й економічно конкурентоздатними в порівнянні з існуючими процесами, для їх використання у виробничому масштабі. Дріжджі мають значний потенціал з акумуляції широкого діапазону металевих катіонів і велика кількість іонів металів може бути зв'язана з клітинною стінкою дріжджів. Нещодавно з'явився значний інтерес до використання магнітних іммобілізаційних систем, які застосовуються в біотехнології в рамках відновлення білка, очищенню ДНК і поліпшенню робочих характеристик ферментації з магнітноіммобілізованими біокатализаторами. Для відновлення металів із стічних вод, можна використовувати як засвоюючі так і не засвоюючі культури в магнітних біосорбційних системах. У засвоюючих системах осадження металу, за допомогою реакції з метаболічно звільненим фосфатом або іонами сульфідів, отримують біосорбенти з відгуком на магнітне поле. Цей підхід показав, що він може застосовуватись в широкому діапазоні металів при високоградієнтній магнітній сепарації. Переваги використання магнітних елементів включають як поверхневе, так і селективне відновлення і рециркуляцію магнітноіммобілізованих адсорбентів.

Магнетит (Fe_3C_4) був приготований співосадженням іонів Fe^{2+} та Fe^{3+} у співвідношенні 1:2 дією водного розчину аміаку.

Підвищення ступеня дисперсності отриманого магнетиту проводилося методом ультразвукової диспергації у диспергаторі марки УЗДН-2Т за робочої частоти 22кГц впродовж 10хв. При цьому отримали вміст частинок магнетиту з характерним розміром менше 150нм на рівні 2% за масою.

Фракціонування полідисперсного магнетиту проводили седиментацією у гравітаційному полі впродовж 30 діб. В результаті в надосадивій рідині містилася фракція з характерним розміром менше 150нм з масовою концентрацією $4,0 \cdot 10^{-3}$ г/мл.

Для сепарації використали штам *Saccharomyces cerevisiae* 1968 у стаціонарній фазі росту, культивований на середовищі "агаризоване сусло" у пробірках зі "скошеним" агаром впродовж 7 діб. Концентрацію водної суспензії дріжджів контролювали методом фотоелектроколориметрії на рівні $2 \cdot 10^6$ кл/мл.

Адсорбцію магнетиту проводили у суспензійному середовищі за умов механічного перемішування; частота обертів мішалки - 200об/хв, тривалість - 15хв.

Співвідношення об'ємів суспензії клітин *S.cerevisiae* та надосадивої рідини отриманої після седиментації суспензії магнетиту (далі - суспензії магнетиту) знаходилась в наступних межах від 1:1 до 40:1. Уловлювання клітин на одиночний сферичний елемент феромагнітної насадки спостерігали за таких параметрів процесу:

- величина зовнішнього постійного МП - 7000Е;
- діаметр сферичного елемента феромагнітної насадки - 100мкм.

Ефективність уловлювання оцінювали за кутом осадження 2-3-х моношарів клітин *S.cerevisiae* на сферичний елемент феромагнітного елемента. Отримані дані наведено в таблиці 1.

Приклад	Співвідношення об'ємів суспензії дріжджів до магнетиту	Ефективність уловлювання при куту $30,5 \pm 2^\circ$
1	1:1	Погана, ба мало дріжджових клітин
2	5:1	Не дуже хороша, бо також мало дріжджових клітин
3	10:1	Хороша
4	30:1	Дуже гарна
5	40:1	Погана, бо дуже багато дріжджових клітин та мало магнетиту

З таблиці видно, що ефективне уловлювання дріжджів спостерігається для співвідношень об'ємів суспензії клітин *S.cerevisiae* та суспензії магнетиту, менших та рівних 7,5:1. При співвідношенні більше 10:1 уловлення проходить погано, бо суспензія містить багато дріжджових клітин. Оптимальне співвідношення від 5:1 до 30:1.

Таким чином, дані досліджень показали, що для ефективного відділення дріжджів методом магнітної сепарації шляхом прямого спостереження осадження клітин дріжджів, що сорбували субмікронні частинки магнетиту на сферичний феромагнітний елемент у зовнішньому постійному магнітному полі відповідає оптимальному співвідношенню дріжджів до магнетиту в межах 5:1-30:1.