

Біотехнологія очищення стічних вод різноманітного походження з одночасним одержанням електрики

Биотехнология очистки сточных вод различного происхождения с одновременным получением электричества

Wastewater treatment biotechnology with electricity production

- 1. Номер державної реєстрації теми – 0109V000974.**
- 2. Науковий керівник – д.х.н., проф. Кузьмінський Є.В., Кузьминский Е.В., Kuzminskiy Ye.V.**
- 3. Суть розробки, основні результати**

Розроблена і впроваджена на очисних спорудах Славутського солодового заводу в м. Славута багатоступенева анаеробно-аеробна технологія очищення стічних вод, яка передбачає використання біореакторів, устаткованих носіями з полімерних волокон з іммобілізованими на них гідробіонтами, що дозволяє витримувати великі коливання концентрацій забруднень на вході, інтенсифікувати процес очищення у 2-5 разів, знизити ймовірність спухання вільно плаваючого активного мулу, забезпечувати більш високу якість очищеної води, збільшити концентрацію біомаси. Завдяки застосуванню анаеробного процесу та біоконвеєра відбувається зменшення витрат повітря, і, відповідно, електроенергії у 2-3 рази, а також зменшення приросту мулу (30% - 50%). Розроблена біотехнологія екологічно безпечна - спричиняє незначний вплив на довкілля.

Розроблено наукові засади одержання електричної енергії і біоводню на анаеробній стадії очищення стічної води.

Результати роботи впроваджено у навчальний процес зі спеціальності «Екологічна біотехнологія та біоенергетика» при викладанні таких дисциплін як Біотехнології очищення води, Гідроекологія, Біофізика, Біологічні та хімічні сенсорні системи.

Разработана и внедрена на очистных сооружениях Славутского солодового завода в г. Славута многоступенчатая анаэробно-аэробная технология очистки сточных вод, которая предусматривает использование биореакторов, оснащенных носителями из полимерных волокон с иммобилизованными на них гидробионтами, что позволяет выдерживать большие колебания концентраций загрязнений на входе, интенсифицировать процесс очистки в 2-5 раз, уменьшить вероятность вспухания свободно плавающего активного ила, обеспечивать более высокое качество очищенной воды, увеличить концентрацию биомассы. Благодаря применению анаэробного процесса и биоконвеера происходит уменьшение расхода воздуха, и, соответственно, электроэнергии в 2-3 раза, а также уменьшение прироста ила (30% – 50%). Разработанная биотехнология экологически безопасна – оказывает незначительное воздействие на окружающую среду.

Разработаны научные основы получения электричества и биоводорода на анаэробной стадии очистки сточной воды.

Результаты работы внедрены в учебный процесс по специальности «Экологическая биотехнология и биоэнергетика» при преподавании таких дисциплин как Биотехнологии очистки воды, Гидроэкология, Биофизика, Биологические и химические сенсорные системы.

Multistage anaerobic-aerobic wastewater treatment technology was created and implemented at the treatment plants of Slavuta malting plant in Slavuta. This technology provides using of bioreactors, equipped with polymer fiber carriers with immobilized hydrobionts on them.

It allows withstanding of large changes of contaminants concentrations at the entrance, intensifying treatment process in 2-5 times, reducing the probability of freely floating activated sludge bulking, providing a higher quality of treated water, increasing the concentration of biomass. Thanks to the anaerobic process and bioconveyer the air flow consumption is decreased, and thus electricity consumption is decreased by 2-3 times too, also sludge growth reduced (30% – 50%). Developed biotechnology is environmentally safe because of little impact on the environment.

The scientific basis for obtaining electricity and biohydrogen on anaerobic stage of wastewater treatment is created.

Results of the work is entered in the educational process of specialty "Environmental biotechnology and bioenergy" during teaching subjects such as Water treatment biotechnologies, Hydroecology, Biophysics, Biological and chemical sensory systems.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності

1. Заявка на корисну модель №201006778 «Спосіб отримання електричної енергії за допомогою мікробного паливного елемента» Голуб Н.Б., Кузьмінський Є.В., Андруховець В.М., дата подання 01.06.2010, позитивне рішення від 01.11.2010.
2. Заявка на корисну модель № 201007696 «Проточний мікробний паливний елемент» Голуб Н.Б, Андруховець В.М., Гурбіч О.В., дата подання 18.06.2010, позитивне рішення від 10.11.2010.
3. Заявка на винахід № a201006126 «Спосіб біологічного очищення стічних вод» Кузьмінський Є.В., Гвоздяк П.І., Саблій Л.А., Жукова В.С., дата подання 20.05.2010.

5. Порівняння зі світовими аналогами

Запропонована анаеробно-аеробна технологія очищення стічної води відповідає світовому рівню. Іммобілізація мікроорганізмів на волокнистих полімерних носіях не має аналогів у світовій технологічній практиці. Напрацьовані наукові засади одержання електричної енергії і біоводню на анаеробній стадії очищення стічної води відповідають світовому рівню.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Застосування розробленої біотехнології анаеробно-аеробного очищення стічної води з іммобілізованими мікроорганізмами на волокнистих полімерних носіях дозволяє:

- витримувати великі коливання концентрацій забруднень на вході;
- знизити ймовірність спухання вільно плаваючого активного мулу;
- збільшити концентрацію біомаси в одиниці об'єму і, відповідно, інтенсифікувати процес очищення у 2-5 разів;
- зменшити розмір аеротенків у 5-10 разів у порівнянні з класичними за рахунок високої окисної потужності;
- зменшити площу споруд і знизити витрати на їх будівництво;
- зменшити витрати повітря і, відповідно, електроенергії у 2-3 рази;
- зменшити приріст мулу до 30-50%;
- зменшити кількість виносу мулу на виході до 40-60мг/л;
- забезпечити більш високу якість очищеної води, гарантувати її відповідність установленим нормам скиду у природні водойми.

Розрахунок витрат за запропонованою технологією, у порівнянні з традиційною для молокозаводів, при утворенні стічної води у 100 м³/добу і концентрації органічних речовин за ХСК - 3000 мг/л, забезпечує економічний ефект у 1 млн. 445 тис. грн.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації)

Біотехнологія анаеробно-аеробного очищення стічної води з іммобілізованими на волокнистих полімерних носіях мікроорганізмами може застосовуватись на підприємствах та в організаціях різних галузей промисловості: харчової, легкої, фармацевтичної, агропромислового комплексу тощо.

8. Стан готовності розробки

Розроблена біотехнологія анаеробно-аеробного очищення стічної води з іммобілізованими на волокнистих полімерних носіях мікроорганізмами, після адаптації до конкретних умов виробництва та складу стічної води, може бути впроваджена на підприємствах потенційних користувачів (див.п.7).

9. Існуючі результати впровадження

Біотехнологія очищення стічної води з іммобілізованими на волокнистих полімерних носіях мікроорганізмами впроваджена на ВАТ Славутський солодовий завод (м. Славута Хмельницької області) і забезпечує високу ефективність очищення стічної води від органічних забруднень за ХСК - 94-95% при початкових концентраціях ХСК на вході - 4000 мг/л; від азоту амонійного - 100 % при концентраціях азоту амонійного на вході - 25-30 мг/л; від завислих речовин - 93-95% при концентраціях на вході до 940 мг/л.

Концентрації забруднень в очищеній воді при впровадженні біотехнології на очисних спорудах солодового заводу не перевищують гранично - допустимі до скиду в річку: ХСК – 50 мг/л (норма 84,59 мг/л); азот амонійний – 0 (норма 1,14 мг/л), азот нітратів – 15,8 мг/л (норма 40 мг/л). Впроваджена на очисних спорудах солодового заводу біотехнологія спричиняє незначний вплив на довкілля: мала кількість виносу мулу на виході з установки – 40 – 60 мг/л, відсутність аерозольних викидів, шумів, негативних естетичних вражень (до звіту додані відповідні акти впровадження).

Основні положення роботи впроваджено у навчальний процес зі спеціальності «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»: - при викладанні дисципліни «Біотехнології очищення води» в розділі 2. Водочистка, тема «Біоконвеєр в очищенні стічних вод від сполук азоту»; розроблена лабораторна робота «Анаеробно-аеробне очищення стічної води від органічних сполук та сполук азоту»; - дисципліни «Гідроекологія» в розділі 3. Абіотичні фактори водних систем, тема «Азот та фосфор у водних екосистемах»; лабораторна робота «Аналіз сапробності водойм за видовим складом гідробіонтів»; - дисципліни Біологічні та хімічні сенсорні системи, тема «Іммобілізація біологічних компонентів в біосенсорах»; лабораторна робота «Іммобілізація біологічного матеріалу»; - дисципліни «Біофізика», тема «Іонні властивості водних розчинів електролітів. Біоелектрохімічні процеси в мікробному паливному елементі».

За матеріалами роботи завершується підготовка докторської дисертації за темою «Фізико – хімічне та біологічне очищення стічних вод від високомолекулярних неорганічних і органічних сполук» (докторант кафедри доц. Саблій Л.А., науковий керівник проф. Кузьмінський Є.В.).

10. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ «КПІ», факультет біотехнології і біотехніки, кафедра екобіотехнології та біоенергетики, Тел. 406-81-84(офіс), 050-380-16-69(моб.), Kuzminskiy@fbt.ntu-kpi.kiev.ua



Дослідно – промислова установка біологічного очищення стічних вод на ВАТ «Славутський солодовий завод» м. Славута, Хмельницька область



а)

б)

Біореактори дослідно – промислової установки, що працюють в різних кисневих режимах: а) анаеробному; б) аеробному

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Sabliy L., Kuzminskiy Ye., Gvozdyak P., Lagod G. Anaerobic and aerobic treatment of wastewater of milk plants // Proceedings of ECOpole, 2009.- Vol. 3- No. 2.- P. 373-378.
2. Кузьмінський Є.В., Гвоздяк П.І., Голуб Н.Б. Біопаливні елементи проблеми і перспективи розвитку. 2. Мікробні паливні елементи // Мікробіологія і біотехнологія, 2009.-№3.-С.15-30.
3. Саблій Л.А., Кравченко В.С., Давидчук В.І., Кравченко Н.В. Інженерне обладнання: Підручник. - К.: «Видавничий дім «Професіонал», 2008.- 480 с.
4. Саблій Л.А. Ефективна маловідходна технологія біологічного очищення стічних вод молокозаводів // Зб. наук. праць Вісник НУВГП, Рівне, 2009.-т.47.-№3.-ч.2.- С. 283-290.
5. Щурська К.О., Саблій Л.А. Очищення стічних вод молокозаводів біотехнологічним шляхом //12 міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія. Людина. Суспільство», Київ, 13 - 17 травня 2009 р. – С.256.

6. Саблій Л.А., Гвоздяк П.І., Міхайловська М.В., Глоба Л.І., Щурська К.О., Сапура О.В. Нові привабливі біотехнології очищення води від амонійного азоту //Тез. доп. 13 з'їзд товариства мікробіологів України ім. Виноградського, Ужгород, 25-30 травня, 2009р. – С.9.
7. Жукова В.С., Саблій Л.А. Сучасні технології видалення азоту// Збірник наукових праць «Вісник НУВГП», 2009 р.- №4(48).-С.185-190.
8. Голуб Н.Б., Жураховська Д.І., Нікуліна К.В., Нікуліна Н.В. Одержання біоводню в анаеробних процесах // Відновлювальна енергетика, 2009.-т.17.-№2.-С.65-73.
9. Самаруха І.А., Голуб Н.Б., Кузьмінський Є.В. Використання металовідновлюючих мікроорганізмів у прямому безмедіаторному мікробному паливному елементі // 10 міжнародна науково-практична конференція «Відновлювальна енергетика 21 століття», Крим, 14 - 18 вересня 2009 р. – С.381-383.
10. Голуб Н.Б., Нікуліна Н.В., Нікуліна К.В. Технологія отримання водню при очищенні стічних вод молокозаводів // 10 міжнародна науково-практична конференція «Відновлювальна енергетика 21 століття», Крим, 14 - 18 вересня 2009 р. – С.359-361.
11. Саблій Л.А., Жукова В.С. Анаеробна-аеробна технологія очищення промислових стічних вод // Зб. наук. праць Вісник НУВГП, Рівне, 2009.-т.47.-№3.-ч.2.- С. 291-296.
12. Саблій Л.А., Россінський В.М. Про перехід від «жорсткої до м'якої» моделі при математичному описі очистки шахтних вод електрохімічним методом // Зб. наук. праць Вісник НУВГП, Рівне, 2009.-т.47.-№3.-ч.2.- С. 297-302.
13. Yevgenij Kuzminskiy, Kateryna Shchurska, Iryna Samarukha, Grzegorz Łagód Sposoby konwersji energii dla produkcji wodoru z wykorzystaniem procesów biochemicznych // Тези доп. міжн. конф. «Srodkowoeuropejska Konferencja ESOpole», Люблін, 8-10 вересня 2010. – С.18.
14. Кузьмінський Є.В., Щурська К.О. Біоелектрохімічне генерування водню в мікробному паливному елементі // Відновлювальна енергетика. - 2010.- №4. - С.65-75.
15. Самаруха І.А., Щурська К.О. біотехнологічне отримання електричної енергії та водню в мікробному паливному елементі// Міжнародна науково-практична конференція «Новітні досягнення біотехнології», Київ, 20-23 жовтня 2010.- С.18.
16. Щурська К.О., Самаруха І.А., Кузьмінський Є.В. Фактори, що визначають продукування водню в мікробному паливному елементі //11 Міжнародна науково-практична конференція «Відновлювальна енергетика 21 століття», Крим, 13 – 17 вересня 2010.- С.340-342.
17. Самаруха І.А., Щурська К.О., Кузьмінський Є.В. Оптимізація конструкції мікробного паливного елемента для виробництва електричної енергії //11 Міжнародна науково-практична конференція «Відновлювальна енергетика 21 століття», Крим, 13 – 17 вересня 2010.- С.343-345.
18. Саблій Л.А., Бунчак О.М., Гвоздяк П.І. Дослідження кінетики процесів біологічного очищення висококонцентрованих стічних вод шкір заводів // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну, 2010.- т. 3.- № 5.- С. 36-42.
19. Саблій Л.А., Жукова В.С., Бунчак О.М., Біологічне очищення промислових стічних вод // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну, 2010.- № 5.- т. 3.- С. 36-42.
20. Жукова В.С., Саблій Л.А. Анаэробно–аэробная технология очистки сточных вод. Проекты развития инфраструктуры города: сб. науч. тр./ Вып.10: Проектирование городских инженерных систем./ ОАО «МосводоканалНИИпроект». – Издательство «Прима-Пресс Экспо». – 2010 [Электронный ресурс].

21. Жукова В.С., Саблій Л.А. Біотехнологія очищення стічних вод підприємств харчової промисловості від сполук азоту // Збірник тез дев'ятої міжнародної науково-практичної конференції «Ресурси природних вод Карпатського регіону», Львів, 27-28 травня 2010 р.- С.131-133.
22. Жукова В.С., Саблій Л.А. Анаеробно-аеробна технологія очищення стічних вод // XIII Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія. Людина. Суспільство», Київ, 19-23 травня 2010р.), С. 318-319.
23. Саблій Л.А., Кузьмінський Є.В., Бунчак О.М. Технологія очищення стічних вод шкіряних заводів з використанням відходів виробництва // Збірник наукових праць III-ї Міжнародної науково-практ.конф. «Сучасні екологічно безпечні технології виробництва шкіри і хутра», Київ КНУТД, 27-28 квітня 2010. – С. 114-115.
24. Голуб Н.Б., Андруховець В.М., Самаруха І.А., Щурська К.О. Одержання водню в мікробному паливному елементі // Укр. Біохімічний Ж.- т.82.- №4 .- С.202-203.
25. Голуб Н.Б., Кузьмінський Є.В., Андруховець В.М. Альтернативні джерела енергії: біодизель, біоводень, Міжнародна науково-практична конференція «Новітні досягнення біотехнології», Київ, 20-23 жовтня 2010.- С. 114-115.
26. Голуб Н.Б., Андруховець В.М. Вдосконалення анодного простору прямого безмедіаторного мікробного паливного елемента // 11 Міжнародна науково-практична конференція «Відновлювальна енергетика 21 століття», Крим, 13 – 17 вересня 2010.- С.352-354.
27. Жураховская Д.И., Голуб Н.Б. Получение водорода при утилизации отходов древесины // Тезисы докладов VI всероссийской конференции «Химия и технология растительных веществ». Санкт – Петербург, 14 – 18 июня 2010.- С. 35-36.
28. Жураховська Д.І., Голуб Н.Б. Отримання водню при анаеробній ферментації целюлозних відходів // Матеріали 11-ї міжнародної науково-практичної конференції «Відновлювана енергетика XXI століття», Крим, 13 – 17 вересня 2010.- С.348-350.
29. Саблій Л.А., Бунчак О.М., Гвоздяк П.І. Нова ефективна та маловідходна технологія біологічного очищення стічних вод шкіряних заводів// Збірник наукових праць III Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 80-річчю кафедри технології шкіри та хутра «Сучасні екологічно безпечні технології виробництва шкіри та хутра», Київ, КНУТД, 27-28 квітня 2010.- С. 74-75.
30. Саблій Л.А., Бляшина М.В. Інтенсифікація роботи споруд біологічного очищення стічних вод з використанням іммобілізованих організмів// Збірник матеріалів 9-ої Міжнародної наук.-практ. конф. «Ресурси природних вод Карпатського регіону» (Проблеми охорони та раціонального використання), Львів, 2010.- С. 151- 152.
31. Саблій Л.А., Бляшина М.В. Біотехнологія очищення стічних вод в біореакторах з прикріпленими носіями // XIII Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія. Людина. Суспільство», Київ, 19-23 травня 2010р.)- С. 110-112.
32. Саблій Л.А., Чайка В.В. Використання методів флотації та біокоагуляції для інтенсифікації первинного очищення суміші стічних вод міста та суконної фабрики //«Екологічні проблеми регіонів України». Матеріали XII Всеукраїнської наук. конф. студ., магістрантів і аспірантів, Одеса: ОДЕКУ, 2010.- С. 105-106.
33. Кузьмінський Є.В., Щурська К.О. Біоелектрохімія як невід'ємна складова нового технологічного укладу // Науковий вісник Чернівецького університету, Вип. 455, Чернівці, 2010. – С.70-80.

34. Кузьмінський Є.В., Гвоздяк П.І., Саблій Л.А., Жукова В.С. Спосіб біологічного очищення стічних вод // Заявка на патент на винахід № 201006126 від 20.05.10р.
35. Голуб Н.Б., Кузьмінський Є.В., Андруховець В.М. Спосіб отримання електричної енергії за допомогою мікробного паливного елемента // Заявка на корисну модель №201006778 від 01.06.2010. Видано позитивне рішення щодо видачі декларативного патенту України від 01.11.2010р.
36. Голуб Н.Б, Андруховець В.М., Гурбіч О.В. Проточний мікробний паливний елемент // Заявка на корисну модель № 201007696 від 18.06.2010р. Видано позитивне рішення щодо видачі декларативного патенту України від 10.11.2010р.
37. Експонат «Біоконвеєр», автори Кузьмінський Є.В., Голуб Н.Б., Гвоздяк П.І. з 2007 р. знаходиться на постійно-діючій виставці Наукового парку «Київська політехніка» (Каталог інвестиційних пропозицій Наукового парку «Київська політехніка» НТУУ «КПІ», шосте видання. - С.132-133).
38. Технологія біологічного очищення стічних вод молокозаводів, автори Саблій Л.А., Щурська К.О., Гвоздяк П.І., Кузьмінський Є.В. представлялась на Міжнародному форумі «Зелений тиждень в Україні», Київ, 16-22 березня, 2009р., (модуль 4).