

М.Т. Картель, С.С. Ставицька, Т.П. Петренко; заявка 20041008781 від 27.10.2004, опубл. 25.09.2007, бюл. №15/2007.

92. Патент на корисну модель UA 95312, МПК A23K 1/18, A23K 1/175. Комбікорм для нутрій з вмістом природного мінералу сапоніт / О.Ф. Гончар, О.М. Гавриш; заявка а200904422 від 05.05.2009, опубл. 25.07.2011, бюл. №14/2011.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ, ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИХ, ЭКОСОРБЦИОННЫХ, ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГЛАУКОНИТА (ГЛАУКОНИТОЛИТ) (патентный обзор)

Хопьяк Н.А., Маненко А.К., Степанов О.К., Ванюрский М.Ю.

В работе охарактеризованы патенты, касающиеся методов получения обогащенного глауконита, комплексных органо-минеральных удобрений, методов очищения воды от ксенобиотиков с помощью экосорбента глауконита, способов детоксикации почв загрязненных нефтепродуктами, применение глауконита в сельском хозяйстве, ветеринарии, очистке газовых выбросов в атмосферу, применения глауконита в качестве средства пожаротушения. Кроме того, проведен анализ патентов, касающихся применения глауконита и других алюмосиликатов, которые проявляют сорбционные, катионообменные и фильтрационные свойства.

HYGIENIC EVALUATION OF MINERALOGICAL, GRAIN, ECO SORPTION, FILTRATION PROPERTIES OF GLAUCONITE (GLAUCONITOLIT) (patent review)

N. Hopyak, A. Manenko, A. Stepanov, N. Vanyursky

The paper shows the patents on methods of obtaining enriched glauconite, complex organic fertilizers that are composed of glauconite, methods of water purification from kysnebiotykyiv using ekosorbentu glauconite, how to detoxify soils contaminated by petroleum ekosorbentom, the use of glauconite in agriculture, animal husbandry, cleaning of gas emissions the atmosphere, the use of glauconite as a means of fire. Besides the analysis of patents relating to the application of glauconite as other amonosylikativ, showing sorbitsiyni, ion exchange, cotion exchange filtration properties.

УДК 504.4:628.35

ВИКОРИСТАННЯ БІОПЛАТО ДЛЯ ДООЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД МАЛИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Станкевич В.В., Тарабарова С.Б., Береза А.Ю.

*ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України»
Національний Технічний Університет України «Київський Політехнічний Інститут»*

Захист водних об'єктів від забруднення включає комплекс водоохоронних заходів, що розробляються для забезпечення нормативної якості води в водоприймачах. При їх здійсненні першорядне значення відводиться застосуванню ефективних технологій очищення забруднених вод. В теперішній час

технології інтенсивного очищення стічних вод у застосуванні до малодебетних джерел поступово втрачають свою популярність внаслідок значних капітальних та експлуатаційних витрат, кліматичних обмежень використання, а також складності в обслуговуванні. Таким чином, нині у світі починається

розвиток і використання альтернативних, маломасштабних, екологічно та економічно прийнятних технологій очищення стічних вод.

Найбільш перспективним і економічно вигідним є використання біоінженерних споруд з вищою водною і вологолюбною рослинністю, принцип роботи яких заснований на природних біологічних процесах, що протікають в гідро екосистемі [1]. На даний час відомо більше 2500 систем біологічного очищення стоків, які експлуатуються в різних країнах світу, в тому числі і в Україні. Такі біосистеми широко розповсюджені в Європі і Америці. В Данії, Германії, Англії діють більше 200 біоочисних споруд [2].

Якщо спочатку методи біологічного очищення застосовувалися тільки для господарсько-побутових стоків, то зараз ця технологія являє собою приклад ефективного використання керованого природного процесу самоочищення і знайшли застосування для рішення таких задач:

- очищення та доочищення побутових і виробничих стічних вод невеликих населених пунктів, окремих об'єктів сільськогосподарської і харчової промисловості (птахофабрик, рибопереробних підприємств, масло- і молокозаводів, тваринницьких комплексів), лікарень, баз відпочинку та ін.;
- очищення поверхневого стоку з території промпідприємств і житлових масивів;
- підготовки природних і стічних вод в оборотних системах водопостачання підприємств, у системах краплинного зрошення;
- для штучного поповнення водоносних горизонтів [3].

У біоінженерних спорудах активізовані процеси самоочищення за рахунок природної здатності ряду живих організмів і рослин поглинати, розкласти і переробляти забруднюючі речовини. Очищення від забруднень відбувається за рахунок самоочищення в процесі кругообігу води, виносу біогенних і забруднюючих речовин та трансформації їх мікроорганізмами і рослинами. Біоінженерні споруди використовують здебільшого на територіях, де природно-кліматичні умови та екологічні фактори забезпечують оптимальні умови для проростання водних рослин. Їх застосовують як са-

мостійний водоочисний об'єкт, в системі споруд природного біологічного очищення або в комплексі з індустріальними спорудами.

Можливостями гідроботанічного методу очищення забруднених вод на біоінженерних спорудах є: вилучення стійких токсикантів без порушення гідроботанічних зв'язків; зв'язування токсикантів на тривалий період, що виключає їх залучення в трофічний ланцюг гідробіонтів; прискорення розпаду стійких з'єднань за рахунок внутрішньоклітинних фізіологічних процесів; фільтрація заростями водної рослинності дрібнодисперсних частинок органоминеральної суспензії зі зв'язаними токсикантами, а також пліткових утворень; утилізація біогенних елементів, в першу чергу азоту і фосфору; здатність знешкодження багатьох сполук промислових стічних вод; можливість виготовлення добрив і застосування їх у вигляді зеленої маси, змішаної з ґрунтом, екскрементами тварин і птахів, прокомпостований близько двох місяців; застосування в зеленому вигляді як висококалорійної, багатої каротином добавки в кормових раціонах худоби, птахів або заготівлі зневоднених кормів; застосування в рибницьких господарствах [4].

Перевагами біоінженерних споруд перед традиційними методами очищення є:

- для розміщення і будівництва даних споруд можна використовувати землі, які не придатні для іншого використання – колишні звалища, пустирі, балки, заболочені місця, складові частини рельєфу тощо;
- капітальні витрати – становлять 1400-2500 грн./м³ стоку;
- експлуатаційні витрати мінімальні – 300-800 грн./міс.;
- експлуатація не потребує витрат електроенергії, хімікатів та ін.;
- строк роботи споруд без капітального ремонту сягає 30 років і більше, так як це – самовідновлююча система;
- в період експлуатації споруд нагляд за ними може виконувати 1 працівник з середнім рівнем кваліфікації;
- термін введення в дію біоінженерних споруд через 2-4 місяці з початку будівництва [3].

Одним із ефективних та екологічно чистих методів очищення стічних вод є метод

біоплато із застосуванням вищої водної рослинності (ВВР). Біоплато – це біоінженерна споруда, яка у світовій практиці має назву *constructed wetlands*, являє собою мілководну територію довільної конфігурації з заростями вищої водної рослинності, створену в існуючих пониженнях рельєфу або на спеціально обладнаних майданчиках [5].

Технологія біоплато – це технологія очищення стічних вод селищ міського типу, яка практично не вимагає витрат на енергопостачання, придбання реагентів, технологічне обслуговування, оскільки базується на використанні природних механізмів самоочищення. Ця технологія використовує процеси седиментації, фільтрації та природного самоочищення водних об'єктів, заснованого на здатності вищої водної рослинності, водної мікрофлори і мікроорганізмів здійснювати деструкцію, трансформацію та акумуляцію органічних, мінеральних і зважених речовин, нафтопродуктів, іонів важких металів і бактеріального забруднення [2]. Мікроорганізми біоплівки завантаження та перифітону забезпечують деструкцію органічних сполук. Водорості та коренева система вищої водної рослинності частково поглинає сполуки азоту та фосфору, розчинні мінеральні речовини. При очищенні стічних вод з використанням очерету видаляються окремі умовно-патогенні бактерії, що відносяться до колібацил, ентерококів, сальмонел тощо.

У даний час набули поширення різні конструкції біоплато: фільтраційні, поверхневі і наплавні. В геологічних і ландшафтних умовах України доцільне застосування комбінованого типу біоплато – поверхнево-фільтраційного. Як фільтруючий матеріал може використовуватися пісок (місцевий середньозернистий), гравій, керамзит тощо. Фільтрацію рідини, що очищається, можна спрямувати як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках [6]. Якщо рідина рухається в горизонтальному напрямку, проходячи через густі зарості вищої водної рослинності, то в цьому випадку очистка основана на ефекті відстоювання та біохімічній очистці під дією вищої водної рослинності, а також макрофітів мікроорганізмів біоплівки, які знаходяться на їх стеблах.

Велику ефективність мають біоплато з вертикальним рухом води, де стоки, які

очищаються, рухаються через фільтруючу загрузку і ризосферу рослин, яка знаходиться в ній. В процесі проходження води через шар фільтруючого матеріалу під впливом ферментів мікроорганізмів органічні речовини, які знаходяться у воді, засвоюються корінням водних рослин. Поглинаюча поверхня коріння в 10-15 раз більша площі, яка зайнята рослинами, а поглинаюча здатність їх в 5-8 раз вища, ніж у водно-повітряній частині рослин [5].

У фільтраційних біоплато на поверхнях фільтрів висаджуються вищі водні рослини, характерні для даної місцевості, а саме: очерет, рогіз, осока та ін. Таких фітонасичених споруд повинно бути, як правило, не менше двох. Очищення стічних вод в біоплато забезпечується життєдіяльністю макрофітів, водоростей, а також іммобілізованого бактеріального середовища, розташованого як на поверхні ВВР, так і в фільтруючому шарі.

Поверхневий блок біоплато створюється для доочищення стічних вод і є спорудою з вільним натиском води в горизонтальному напрямку через середовище ВВР, висаджених у рослинний ґрунт. Доочищення води забезпечується гідробіонтами, що формуються в біоценозі вищих водних рослин. Ступінь очищення стічних вод на спорудах біоплато досягає 90-95% від загальної кількості домішок (табл. 1).

При проектуванні системи очисних споруд основною метою є видалення забруднюючих частинок з води з таким розрахунком, щоб в результаті отримати якість води, яка відповідає діючим нормативним документам. Одним з важливих компонентів забруднення є завислі речовини, тобто речовини, які видаляються при фільтрації води через дрібнодисперсне середовище (пісок). При цьому завислі речовини діляться на неорганічні, представлені, головним чином, інертними матеріалами, і органічні, які підлягають біодеградації.

Завислі речовини, які залишилися у воді після механічного очищення у септику або відстійнику, ефективно відділяються за допомогою фільтрації та відстоювання в блоках біоплато.

Відстоювання відбувається в зонах біоплато з відкритою водною поверхнею.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика господарсько-побутових стічних вод до і після очищення.

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	Концентрація забруднень		
			До очищення	Після очищення	Норматив на викид
1.	Температура	°С	18-25	в межах норми	–
2.	Прозорість	см	0,5	до 30	30
3.	Зважені речовини	мг/дм ³	858	до 15	15
4.	Запах	бали	5	0	0
5.	рН	–	6,5-8,5	7,0-8,5	6,5-8,5
6.	ХСК	мг/дм ³	560	30	80
7.	БСК _п	мг/дм ³	377	6	15
8.	Колі-форма (індекс ЛКП)	КУО/дм ³	5×10 ⁶	до 1000	1000

Процес фільтрування відбувається при проходженні води через фільтруючий шар у фільтраційних блоках. Біомаса та детрит вищих водних рослин також сприяють затриманню і осадженню зважених речовин. Враховуючи різноманітність і складність фізико-хімічних процесів, які визначають сорбцію забруднюючих речовин при фільтрації, доцільно регламентувати швидкість сорбційних явищ швидкістю фільтрації (або часом знаходження води в блоках).

Завдяки штучно створеному природному механізму самоочищення в біоплато одночасно видаляються такі забруднюючі речовини, як азотні і фосфорні сполуки, жири та нафтопродукти, сполуки металів та їхніх солей. Патогенні сполуки видаляються на біоплато при проходженні води через систему за рахунок комплексу фізичних, хімічних і біологічних факторів. Фізичні фактори включають опромінення природним ультрафіолетом, механічну фільтрацію і седиментацію; хімічні фактори – дію кисню, вплив фітонцидів, що виробляються деякими рослинами. Механізми біологічного видалення шкідливих органічних сполук включають бактеріальний антагонізм, поїдання найпростішими, а також природне відмирання [2].

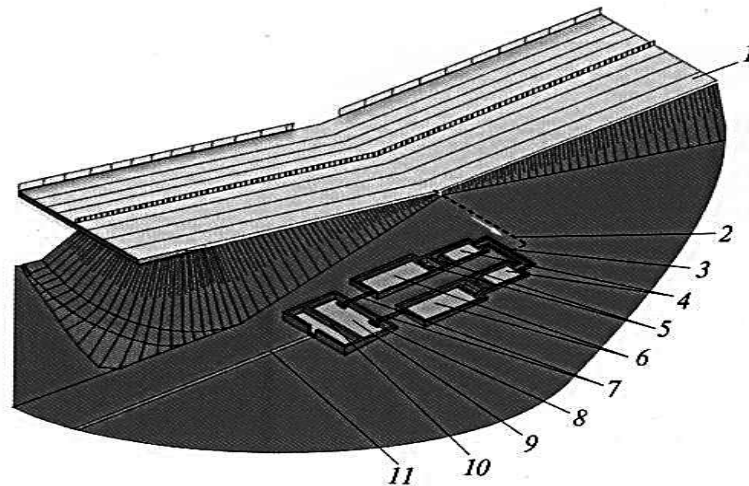
Також слід відмітити, що можливі одно-, дво- і багатосекційні (до семи послідовних ставків) варіанти біоплато. Збільшення числа секцій робить спорудження більш складним і дорогим, але збільшує його ефективність. Велике число секцій застосовується при дуже сильному початковому забрудненні (1-2 секціях нормальне співтовариство не функціонує, але відбувається первинне відс-

тоювання); необхідності глибокого очищення вод (зниження концентрації основних забруднювачів більш ніж на 90%); необхідності первинного або вторинного накопичення води.

На рисунку показана схема пристрою 2-х секційного біоплато для очищення стоків, які містять нафту, з дорожнього покриття.

При експлуатації біоплато обов'язкове його обслуговування: для підвищення ефективності очистки ВВР періодично скошується (приблизно 1 раз в місяць) і знаходиться у стадії активного росту на протязі вегетативного періоду. Особливу увагу приділяють скошуванню у зимовий період (по льоду), щоб видалити біомасу макрофітів для запобігання вторинного забруднення води при їх розкладанні. При відсутності стійкого крижаного покриву необхідно скошування макрофітів на рівні 5-10 см вище рівня води в кінці вегетаційного періоду [1].

Таким чином, біоінженерні споруди для очищення стічних вод малої продуктивності за типом біоплато можна застосовувати в різних кліматичних умовах України, на територіях, багатих на вищу водну рослинність. Робота таких очисних споруд в період експлуатації не потребує великих витрат енергоносіїв, оскільки очищення стічних вод відбувається природним шляхом до визначеної санітарними нормами якості. В умовах зимового періоду експлуатація біоплато не вимагає значних технологічних змін. Тобто використання біоінженерних споруд ефективно сприяє захисту водних об'єктів від забруднення.



1 – дорожнє полотно, 2 – організований водозбір, 3 – розподіляючий лоток, 4 – відстійник з напівзатопленою нафтоуловлюючою перегородкою, 5 – сорбційний фільтр, 6 – первинне біоплато з ВВР, 7 – труба, 8 – перегородка для зниження швидкості потоку, 9 – вторинне біоплато з посадкою *Eichornia crassipes*, 10 – напівпроникний бар'єр-фільтр, 11 – лоток.

Рисунок. Схема 2-х секційного біоплато для очищення стоків, які містять нафту, з дорожньо-го покриття.

ЛІТЕРАТУРА

1. Локшин Э.И. Применение биоинженерных сооружений для защиты водных объектов от загрязнения / Э.И. Локшин, Т.А. Михалева // Всероссийский конгресс работников водного хозяйства: Тез. докл. – М., 2003. – 308 с.
2. Завацький С.В. Біоінженерні споруди для очищення стічних вод малої продуктивності / С.В. Завацький, Л.С. Котельчук, А.Л. Котельчук // Чернігівський науковий часопис. Серія 2, Техніка і природа. 2012. – №1 (3). – С. 57-63.
3. Захарченко М.А. Очищення стічних вод та забруднених ґрунтів за допомогою екофітотехнологій / М.А. Захарченко, І.А. Рижикова // Мат. наук.-практ. Конференції III міжнародного водного форуму «Аква Україна-2005». 2005. – С. 144-147.
4. Бойкова И.Г. Эксплуатация, реконструкция и охрана водных объектов в городе / И.Г. Бойкова и др. – М.: АСВ, 2008. – 256 с.
5. Мелехин А.Г. Анализ существующих биоинженерных сооружений очистки поверхностного стока и возможности их применения в условиях Западного Урала / А.Г. Мелехин, И.С. Щукин // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура – 2013. №2. – С. 40-51.
6. Диренко А.А. Использование высших водных растений в практике очистки сточных вод и поверхностного стока / А.А. Диренко, Е.М. Козарь // СОК. 2006. – №4. – С.12-15.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОПЛАТО ДЛЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Станкевич В.В., Тарабарова С.Б., Береза А.Ю.

Рассмотрена технология очистки сточных вод от малых населенных пунктов, используя биоплато с высшей водной растительностью, и ее преимущества перед традиционными методами очистки. Исследованы процессы, которые проходят во время доочистки сточных вод. Доказано эффективность использования биоинженерных сооружений для защиты водных объектов от загрязнения.

BIOPLATO USE FOR SEWAGE TREATMENT FROM SMALL SETTLEMENTS

V.V. Stankevich, S.B. Tarabarova, A.Y. Bereza

Technology of wastewater treatment of small settlements using bioplato with higher aquatic vegetation and its advantages over traditional cleaning methods are considered. The processes that take place during the purification of wastewater are investigated. The effectiveness of the use of bioengineered plants to protect groundwater from contamination are proved.

Куратор розділу – д. мед. наук, проф. Прокопов В.А.