

DOI: 10.34132/ers.2023.01.01.05

Григор'єв Костянтин Володимирович

аспірант кафедри екології,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
Миколаїв, Україна
ORCID: 0000-0003-2804-2758

Макарова Олена Валеріївна

старший викладач кафедри екології,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
Миколаїв, Україна
ORCID: 0000-0001-8560-5145

Алексєєва Анна Олександрівна

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екології,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
Миколаїв, Україна
ORCID: 0000-0003-0345-8538

Григор'єва Людмила Іванівна

Професор, доктор біологічних наук,
завідувач кафедри екології Навчально-наукового медичного інституту
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
Миколаїв, Україна
ORCID: 0000-0001-9452-2982

УТИЛІЗАЦІЯ ЗАБРУДНЕНИХ МУЛІВ БУЗЬКОГО ЛИМАНУ ПРИ РЕМЕДІАЦІЇ ПОВЕРХОНЬ ТЕХНОГЕННИХ МАСИВІВ

Стаття присвячена дослідженню проблеми утилізації мулів Бузького лиману, які забруднені хімічними і радіонуклідними поллютантами внаслідок чималого антропогенного навантаження на його гідроекосистему: використання у транспортній логістиці та через скиди каналізаційних вод. Через те, що ці мули можуть бути цінним добривом для вирішення багатьох екологічних проблем, які потребують забезпечення/внесення органічних речовин/добрив, у статті досліджено можливість використання вилучених забруднених лиманних мулів при ремедіації поверхні шламосховищ ТОВ «Миколаївський глиноземний завод». Запропоновано спосіб одночасного вирішення двох відокремлених екологічних проблем м. Миколаєва (утилізація забруднених мулів Бузького лиману та дефляція токсикантів з поверхні шламосховищ червоних шламів).

Ключові слова: донні мули, ремедіація, Бузький лиман, шламосховище

DISPOSAL OF CONTAMINATED SLUDGE OF BUZKO LIMAN FOR REMEDIATION OF THE SURFACES OF TECHNOLOGICAL MASSIVES

The article is devoted to the study of the problem of utilisation of the Buzky estuary sludge contaminated with chemical and radionuclide pollutants due to a significant anthropogenic load on its hydro ecosystem: use in transport logistics and through sewage discharges. Since these sludges can be a valuable fertiliser for solving many environmental problems that require the provision/introduction of organic matter/fertilisers, the article investigates the possibility of using dredged contaminated estuarine sludges for remediation of the surface of sludge pits at Mykolaiv Alumina Plant LLC. A method of simultaneously solving two separate environmental problems of Mykolaiv (disposal of contaminated sludge from the Buzky estuary and deflation of toxicants from the surface of red sludge pits) is proposed.

Keywords: bottomsludge, remediation, Bugestuary, sludgepit

Вступ. Завдяки сприятливому географічному розташуванню Бузький лиман у довоєнні часи інтенсивно використовувався як транспортна магістраль. Розташовані на його узбережжі порти м. Миколаєва, Ольвії та приватні морські термінали утворюють портову галузь регіону, в якій у довоєнні часи працювала низка найбільших світових інвесторів: Bunge (США), Cofco Agri (КНР), Arcelor (ЄС) тощо. На першому місці виступав експорт зернових, олійних культур та продуктів їх переробки, будівельних матеріалів. Також на береговій лінії розташовані стивідорні компанії та морські перевантажувальні термінали, зокрема – ТОВ СП «НІБУЛОН» та ТОВ «Миколаївський спеціалізований порт НІКА-ТЕРА», який спеціалізується на перевалці мінеральних добрив. Розвиток Бузько-Дніпровського-лиманського каналу (БДЛК) – каналу державного значення (81,3 км, шириною 100 м, з

прохідним осіданням суден у 10,3 м), що сполучає Чорне море з портами, морськими терміналами, суднобудівними та судноремонтними заводами Миколаївської та Херсонської області, а також Дніпра – дозволяє використовувати канал для заходження багатотоннажних суден. Це свідчить, що темпи використання Бузького лиману для судноплавства у повоєнні часи будуть тільки зростати.

Одночасно широко розвинене у регіоні судноплавство і вантажні перевезення суднами несуть загрозу забруднення лиманських вод небезпечними речовинами: через скиди з суден при постанівці у док; скиди у причалах, включаючи бункерні операції; скиди з льяльними водами та відходами палива; побутові забруднення з суден тощо. За результатами вибіркового дослідження у р. Південний Буг у районі м. Миколаєва спостерігалося перевищення гранично-допустимих концентрацій за вмістом нафтопродуктів, фенолів, важких металів; реєструвалися амонійний азот, нітрати, поверхнево-активні речовини, які можуть створювати осадочні комплекси і накопичуватись на дні гірл річок Бузького лиману. Це створює небезпеку для водної біоти і може пригнічувати здатність екосистеми Бузького лиману до самоочищення.

У районі м. Миколаєва забруднення Бузького лиману відбувається також через винесення поллютантів із дощовими стоками: нафтопродуктів (більше 100 тон), заліза (300 тон), свинцю (7 тон), органічних сполук (5 тон), а також завислих речовин. Великі об'єми винесення завислих речовин з каналізаційними дощовими стоками призводять до того, що дощові каналізаційні стоки до Бузького лиману сприяють замуленню днища, а при зміні кислотного-лужного середовища води можуть відбуватися процеси десорбції поллютантів. Це вказує на необхідність очищення днища Бузького лиману від утвореного мулу (особливо у районі місць витоків стоків міської дощової каналізації). Також потрібно враховувати можливе перенесення до лиману радіонуклідних поллютантів через винесення останніх з рідкими скидами розташованої вище за течією Південно-Української АЕС.

Донні відкладення водою є своєрідним «підводним ґрунтом», який визначає особливості екології водних об'єктів. Вони відіграють роль своєрідних «депо», де відбувається накопичення хімічних і радіонуклідних поллютантів [1]. З одного боку, це сприяє самоочищенню водного середовища, оскільки акумулюються різні екоотоксиканти, а з іншого боку – є джерелом вторинного забруднення водою. Тому довготривалі перспективи комплексного використання гідроекосистеми гірла р. Південний Буг і Бузького лиману ймовірно потребуватимуть очищення днища лиману від забруднених мулів, хоча б у місцях постійного хронічного осадження поллютантів на днищі (у районах портів, стоків міської каналізації, дощової каналізації, інших несанкціонованих стоків). А через це виникне питання утилізації цих забруднених мулів.

Через те, що лиманні мули можуть бути цінним добривом для вирішення багатьох екологічних проблем, які потребують забезпечення/внесення органічних речовин/добрив [3], *метою статті* є вивчення можливості застосування вилучених забруднених лиманних мулів при ремедіації поверхні шламосховищ ТОВ «Миколаївський глиноземний завод».

Матеріали дослідження. Використано матеріали досліджень щодо розроблення технології пилопригнічення для шламосховища 1 МГЗ ТОВ «Миколаївський глиноземний завод» (МГЗ) [2, 4]

Результати дослідження. Хвостосховище червоних шламів є фактично приземним джерелом неорганізованого надходження пилу та аерозолів у навколишнє середовище. Для умов Південного Степу України, де преважують сильні вітри та доволі частими є пилові бурі, таке хвостосховище може виступати джерелом створення екологічно-небезпечної ситуації через інтенсивну дефляцію пилу, лугів та інших токсикантів. Так, для території хвостосховища Миколаївського глиноземного заводу (МГЗ), встановлено, що хвостосховища знаходяться в поясі сильно вираженої дефляції; критична швидкість вітру (швидкість вітру, при якій відбувається підйом пилових частинок) для таких грануляцій шламу складає 3,8 м/с, при якій переміщується 2,5±0,2 кг/(м·с) червоного шламу; при максимальній (за період спостережень) швидкості вітру 10 м/с зі шламосховища № 1 МГЗ, в середньому, переміщується 136±2 кг/(м·с) пилових частинок, що є показником утворення пилових бур, які неодноразово було зафіксовано на шламосховищах МГЗ; величина гранично-допустимої концентрації пилу у повітрі населених пунктів (0,5 мг/м³) може досягатися вже при швидкості вітру 6 м/с. Відмінною рисою хвостосховищ глиноземних заводів є висока лужність червоних шламів (рН=10÷12) та присутність в них великої кількості токсичних поллютантів, їх сумішей та токсичних солей (NaCl, CaCl₂, CaF₂, Na₂SO₄, NaHCO₃, Na₂CO₃). При цьому відомо, що при вмісті токсичних солей 0,8–1,5 % та при рН більше 9 і вище рослини гинуть.

Поряд з цим відомі способи пилопригнічення: зрошення поверхні хвостосховища водою з доданням різних хімічних речовин, закріплення бітумною емульсією, латексом, озеленення неробочих площ, гідропосів трав'яної суміші та інші, не завжди характеризуються високою стійкістю до специфічних метеорологічних умов (сильно виражена дефляція, різкі зміни температури, чимала швидкість вітру, обледеніння) і агресивних умов середовища хвостосховищ (рН=10÷12). Тобто, звичайна рекультивация шламосховищ неможлива. А при повній біологічній рекультивации ускладнюється необхідність вибіркового розкриття поверхні шламосховищ глиноземного виробництва для реалізації відходів: червоні шлами містять багато цінних компонентів (заліза до 60%, алюмінію до 16%, а також кальцій, титан, цирконій, галій, золото).

Тому для шламосховищ МГЗ необхідна технологія рекультивации засобами фітореємедіації, з використанням екологічно безпечних матеріалів, стійких до метеоумов та агресивних умов середовища хвостосховища, котрі також дозволяють, при необхідності, виймати шлами на реалізацію, не порушуючи загальний режим пилопригнічення.

Науковцями НІРТЕБ ЧНУ імені Петра Могили і КНУ імені Тараса Шевченка розроблена технологія фіторе-медіації з використанням підібраної трав'яної рослинності для формування дернинного настилу на поверхні шламосховища. Так, для формування шару дернини запропоновано використовувати регіональні трав'яні рослини: пирій повзучий (*Agropyrum repens*), куколиця біла (*Melandrium album*), берізка польова (*Convolvulus arvensis*), бекманія лучна (*Beckmania eruciformis*), китник лучний (*Alopecurus pratensis*), тонконіг лучний (*Poa pratensis*), пожитниця багаторічна (*Lolium perenne*), костриця лужна (*Festuca pratensis* L. var. *Arundinacea*), лядвинець звичайний (*Lotus corniculatus*), буркун білий (*Melilotus albus*).

Однак для повної реалізації цієї технології потрібно на поверхні шламосховища прошарок, який би: 1) покрив залужене середовище, в якому нездатні розвиватися рослини, 2) гальмував перехід токсичних солей до кореневої системи рослин, 3) створив нормальне, придатне для росту рослини поживне середовище.

На наш погляд, саме цю задачу можуть виконати мули, які як показано вище, містять багато органічних речовин. Ми вважаємо, що для цих цілей можна використати саме забруднені мули каналізаційної мережі (рис. 1).

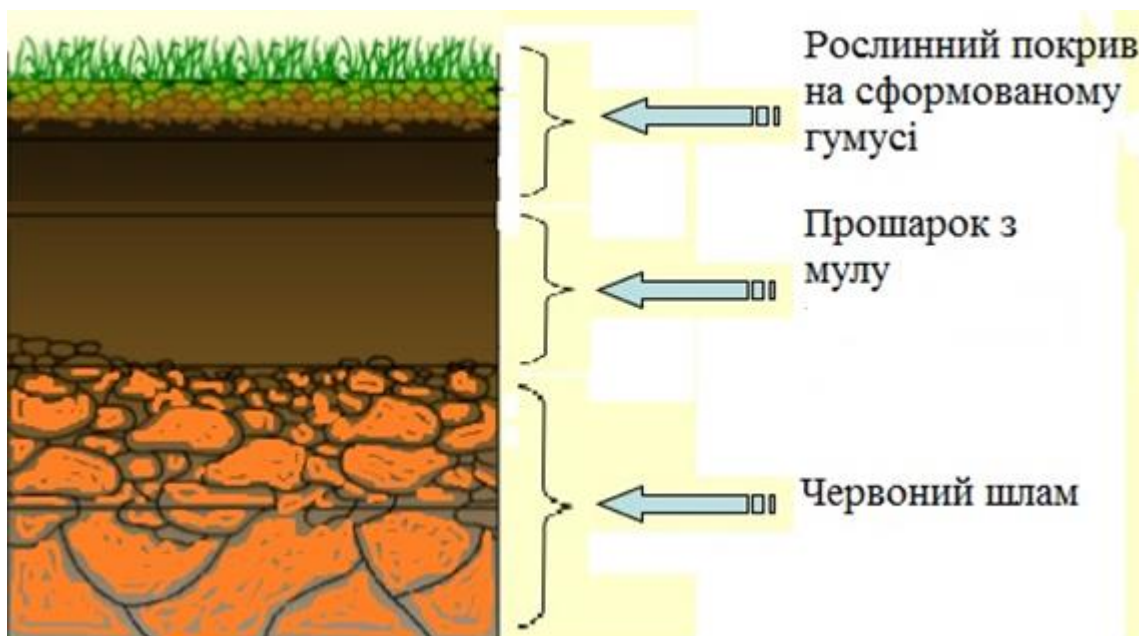


Рис. 1. Схема формування захисного бар'єру на агресивній поверхні техногенного масиву

Як відомо, мули можуть сформувати родючий шар на піщаних, глинистих і сильно виснажених ґрунтах. Завдяки унікальному складу природне добриво запускає процеси життєдіяльності городньої землі. У ґрунті швидко утворюється гумус, підвищуються його вологоємність і повітропроникність. Мікрофлора і кислоти сапропелю нейтралізують накопичені в ґрунті нітрати, збудників хвороб і інші шкідливі мікроорганізми.

Всі види рослин позитивно реагують на внесення мулу: активується зростання кореневої системи; саджанці приживаються краще; прискорюються ріст і розвиток; подовжується тривалість цвітіння; плоди накопичують більше крохмалю, цукру, вітамінів; підвищується стійкість до хвороб, холодів, посухи. Сапропель протягом вегетації активно живить рослини макро- і мікроелементами, гарантовано підвищує врожайність городніх культур. Мул діє довго, після його внесення родючість ґрунту гарантовано підвищується протягом 3-5 років. Деякі агрономи стверджують, що дія природного добрива триває до 10 років.

Витриманий мул за корисними властивостями не поступається гною, обходиться дешевше. Гній доступний лише для деяких господарств, а запаси мулу в ділянках біля водойм величезні. Донний осад нешкідливий для рослин, тому не варто боятися передозування. На відміну від гною в ньому не міститься насіння бур'янів і збудники небезпечних інфекцій.

Використання мулів у системі ремедіації поверхні шламосховищ МГЗ має переваги перед іншими технологіями:

- екологічна безпечність, безвідходність: дернина можуть бути використані як міцна пориста органічна підстилка для ґрунту і трав'янистих рослин, на якій осідатимуть і затримуватимуться насіння дикорослих трав, а також дощова та снігова вода;
- висока здатність зниження рівня дефляції при різних (екстремальних) метеороумовах;
- відносна простота і дешевизна впровадження;
- можливість розкриття окремих ділянок хвостосховища для реалізації відходів і, в подальшому, до відновлення пилопригнічувальної здатності покриття.

Таким чином, забруднені мули Бузького лиману можуть виступити добрим захисним і поживним середовищем при рекультивативації техногенних масивів і, в першу чергу, з агресивним середовищем, яке характерно, наприклад, для шламосховищ червоних шламів. Доповнена нами технологія фіторемедіації забруднених поліюгантами поверхонь за допомогою забруднених річкових мулів може бути з успіхом використана на МГЗ та на інших хвостосховищах.

Висновки

1. Запропоновано спосіб одночасного вирішення двох відокремлених екологічних проблем м. Миколаєва (утилізація забруднених мулів Бузького лиману та дефляція токсикантів з поверхні шламосховищ червоних шламів).
2. Забруднені мули Бузького лиману можуть виступити добрим захисним і поживним середовищем при рекультивативації техногенних масивів і, в першу чергу, з агресивним середовищем, яке характерно, наприклад, для шламосховищ червоних шламів.
3. Доповнена технологія фіторемедіації забруднених поліюгантами поверхонь за допомогою забруднених річкових мулів може бути з успіхом використана на МГЗ та на інших хвостосховищах.

Список використаних джерел

1. Архипова Л. М. Природно-техногенна безпека гідроекосистем: монографія. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2011. 366 с.
2. Григор'єва Л. І. та ін. Управління ризиком дефляційних явищ на хвостосховищах у системі ризик-менеджменту. Монографія. М., 2016. 315 с.
3. Мірошніченко О. П., Васенко О. Г. Роль біологічної складової водних екосистем при формуванні донних відкладів. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2012, 1-2, С. 51-54.
4. Спосіб пилопригнічення та закріплення поверхні шламосховища червоних шламів». Патент України на винахід №81157, 2012.