

mezinárodní kolektivní monografie

§6.2 ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ АКТИВНОГО МУЛУ ОЧИСНИХ СПОРУД М. ЖИТОМИРА (Циганенко Дзюбенко І.Ю., Державний університет «Житомирська політехніка», Гандзюра В.П., Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Демчук Л.І., Державний університет «Житомирська політехніка», Алпатова О.М., Державний університет «Житомирська політехніка», Вовк В.М., громадська організація «Фонд сталого розвитку України»)

Вступ. Вода – найцінніший природний ресурс. Вона відіграє особливу роль в метаболічному процесі, яка є основою життя. Вода має велике значення в промисловому та сільськогосподарському виробництві. Загальновідомо, що вона необхідна для щоденних потреб людини, всіх рослин та тварин.

Зростання міст, бурхливий розвиток промисловості, інтенсифікація землеробства, масове розширення зрошуваних земель, поліпшення культурно-побутових умов і багато інших факторів робили проблем у водопостачання все більш складною. Дефіцит прісної води вже є глобальною проблемою. Зростаючі потреби рибальства та сільського господарства змушують усі країни та вчених у всьому світі шукати різні способи вирішення цієї проблеми.

На цьому етапі визначаються наступні напрями оптимального використання водних ресурсів. Більш повне використання та розширене відновлення ресурсів прісної води. Розробка нових технологічних процесів, що запобігають забрудненню водою мінімізують споживання прісної води.

В умовах екологічної кризи одним із найважливіших питань є очищення стічних вод і відновлення місцевих водних ресурсів. Серед існуючих методів очищення води найбільш ефективним є біологічний спосіб очищення, який

здійснюється в аеротенку з використанням активного мулу за тим же принципом, що і природна водойма.

Виклад основного матеріалу. Водна біооцінка активного мулу та біоплівки є одним із найефективніших способів контролю роботи біологічних очисних споруд, таких як біофільтри та аератори.

З огляду на вищезазначене, метою роботи є дослідження біологічних компонентів екосистеми очисних споруд та зміни її складу в процесі експлуатації. Відповідно до мети завдання нами було поставлено ряд завдань: 1. Дослідити плани розміщення очисних споруд спеціалізованих для очищення побутових стічних вод. 2. Оволодіти водними біоаналітичними методами активного мулу. 3. Вивчення видового складу біологічних складових екосистем очисних споруд та можливості їх використання для більш повного очищення стічних вод. 4. Оцінити ефективність використання активного мулу в умовах м.Житомира та оцінити ступінь очищення стічних вод, що скидаються в річку Тетерів.

Так як дослідження проводились у м. Житомирі. Житомир — місто на півночі України, розташоване на річці Тетерів. Адміністративний центр Житомирської області та Житомирського району, центр Житомирської міської об'єднаної територіальної громади. Населення міста — 261,6 тис. осіб, територія — 6500 га⁸. Майже з усіх боків місто оточене лісовими масивами, через місто протікають річки Тетерів (район Старий Житомир), Кам'янка, Лісна, Крошенка, Польова Кам'янка, Путятинка, Довжик. Також частково збереглися невеликі русла Великої Путятинки, Видумки, Вошивиці, Коденки, Кокарчанки, Поповки, Рудаки, Рудні, Ставровки, Щенявки, частина з яких зараз протікає в трубах під землею.

MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII

mezinárodní kolektivní monografie

Під забрудненням водних ресурсів розуміється зміна фізичних, хімічних і біологічних властивостей води у водоймах внаслідок надходження у водойми рідких, твердих і газоподібних речовин, що робить воду з цих водойм небезпечною для використання⁹. Шкодити національній економіці, здоров'ю та безпеці населення.

Основними причинами забруднення і засмічення водойм є погано очищені стічні води промислових і комунальних підприємств, великих тваринницьких комплексів, відходи виробництва при розробці руди; деревообробка та легування; перезавантаження водного та залізничного транспорту; відходи первинної переробки, такі як льон, пестициди та ін. Забруднювачі, які потрапляють у природні водойми, призводять до зміни якості води. В основному це проявляється в зміні фізичних властивостей води, особливо в появі неприємних запахів і присмаків. Зміна хімічного складу води, особливо поява в ній шкідливих речовин, наявність завислих речовин на поверхні води та їх відкладення на дні водойм.

Промислові стічні води в основному забруднюються відходами та виробничими стоками. Їх кількісний та якісний склад різноманітний і залежить від галузі та технологічних процесів. Вони поділяються на дві основні групи¹⁰.

До першої групи належать стічні води збагачувальних фабрики соди, сульфатних, азотно-свинцевих, цинкових, нікелевих руд та ін., що містять іони кислот, лугів, важких металів тощо. Ця група стічних вод основному змінює фізичні властивості води.

Друга група стоків надходить від нафтопереробних, нафтохімічних заводів, підприємств органічного синтезу,

⁹ Айрапетян Т.С. Очищення стічних вод, Харків: «Металіка», 2014. 200 с.

¹⁰ Мацієвська О.О. Водовідвідні очисні споруди. К. 2015. 186 с.



MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII mezinárodní kolektivní monografie

коксахімічних заводів тощо. Стічні води містять різні нафтопродукти, аміак, альдегіди, смоли, феноли та інші шкідливі речовини. Згубна дія цієї групи стічних вод полягає в основному в процесах окислення, що призводять до зниження вмісту кисню у воді, підвищення біохімічної потреби в ньому та зниження органолептичних показників води.

Викликає серйозне занепокоєння забруднення водою отрутохімікатами та мінеральними добривами, які потрапляють разом із дощовою та талим снігом із сільськогосподарських угідь. Наприклад, дослідження показали, що пестицид у воді розчиняються в нафтопродуктах у вигляді суспензій, забруднюючи річки та озера. Ця взаємодія призводить до помітного ослаблення окисної функції водних рослин. Потрапляючи у воду, пестициди накопичуються в планктоні, донних організмах і рибах, по харчовому ланцюгу потрапляють в організм і негативно впливають на окремі органи та організм в цілому. У зв'язку з інтенсифікацією тваринництва все більше відчувається цей відтік підприємств аграрного сектора.

Стічні води, що містять рослинні волокна, тваринні та рослинні жири, фекалії, залишки фруктів та овочів, відходи шкіряної та целюлозно-паперової промисловості, цукрових та пивних заводів, м'ясо-молочної, консервної та кондитерської промисловості є органічними. Це є причиною забруднення.

У стічних водах приблизно 60% речовин мають

органічне походження, і ця категорія включає біологічне забруднення (бактерії, віруси, грибки) у громадських і побутових водах, медичних і санітарно-гігієнічних водах і відходах виробництва шкіри та вовни, водорості)¹¹.

Виходячи з класифікації джерел забруднення, у водних ресурсах міста виділяють механічні, біологічні та бактеріальні

¹¹ Бондар І.В., Гуляев В.М. Основи біотехнології. Монографія. Дніпродзержинськ: ДДТУ. 2009. 444 с.

MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII

mezinárodní kolektivní monografie

типи забруднення. Це зумовлено розвитком промисловості та екологічним благополуччям району.

На сучасному етапі розвитку суспільства дедалі гостріше постає проблема екологічно обґрунтованого розвитку урбанізованих територій. Процес урбанізації, головною характеристикою якого є порушення динамічної рівноваги та самоорганізації природних систем, набуває в сучасному світі глобального характеру.

Сьогодні екологічна ситуація характеризується багатьма негативними тенденціями, серед яких головними є постійно зростаючі обсяги техногенних навантажень на навколишнє середовище, а також, тривожне зниження екологічної ємності регіону. Повсюдно має місце зростання забруднення повітряного басейну і деградація річок, ставків і водосховищ, погіршується середовище існування водних тварин. Все це певною мірою негативно позначається на здоров'я людей.

Навколишнє природне середовище відчуває великий вплив з боку господарської діяльності, техногенних і антропогенних факторів. Розорюються схилі землі, засмічення і забруднення піддається ґрунт, тим самим порушується середовище проживання багатьох тварин і

птахів. На якісний стан повітря в області великий вплив мають не тільки природні фактори, такі як лісові пожежі і пилові бурі, а й техногенні, до яких відносяться викиди шкідливих речовин в атмосферу промисловими підприємствами області. Великі техногенні навантаження відчувають і водні об'єкти області, в які щорічно скидається понад 200 м³ стічних вод.

Проблема посилюється, тому що йде малоефективна робота очисних споруд, відсутність зливових каналізаційних систем у населених пунктах Житомира і по області. Багато підприємств сільського та комунального господарства, промисловості негативно впливають на стан підземних і поверхневих вод.



MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII mezinárodní kolektivní monografie

Викликає занепокоєння незадовільний стан і поверхневих вод, тобто того, без чого неможлива наше життя, господарська діяльність і функціонування всього живого. Основна частина гідросітки розташована в густонаселених районах з розвинутою сільськогосподарським виробництвом. Тут річки особливо сильно схильні до впливу промислових і побутових стічних вод.

Згідно державної статистичної звітності 67,5% водопровідних мереж в місті потребують заміни. Однак результати Держсанепіднагляду за об'єктами водопостачання свідчать про те, що до категорії зношених та аварійних слід віднести понад 50% водозабірних свердловин (близько 2,5 тис.), які пробурені в 70-ті і на початку 80-х років і з цієї причини мають поганий технічний стан. Водозабори потребують реконструкції, перебудови неефективних свердловин з подальшим тампонажем вийшли з ладу.

При виснаженні ресурсів підземних вод в результаті їх

інтенсивного відбору на господарські потреби та дренажні откачки, а також для збільшення продуктивності підземних водозаборів можуть бути використані технології штучного поповнення підземних вод. Для використання самопливної фільтрації головною умовою виступають хороші фільтраційні властивості відкладень зони аерації при відносно неглибокому (до 20 см) залягання підземних вод.

Спостереження на фільтруючих водоймах Житомирської області показали, що у весняний час під ними формуються інфільтраційні купола, розтікання яких відбувається протягом 6-10 місяців, що може сприяти помітному збільшенню відбору підземних вод з водоносних горизонтів регіону. Води та стоки, які забруднені різними відходами, називають стічними. За походженням і складом класифікують і розрізняють побутові, промислові і атмосферні стоки¹².

¹² Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води. К.: Вища школа. 2005. 671 с.

MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII

mezinárodní kolektivní monografie

Побутові - це каналізація, результати життєдіяльності людини. Промислові або виробничі є результатом діяльності підприємств. Атмосферні стічні води - це зливово каналізація, талі і дощові води, вода від поливу.

Очищення стічних вод - це серйозна екологічна проблема, яка вимагає постійного рішення і вжиття заходів. Стічні води очищають з метою видалити з них забруднюючі речовини або зруйнувати їх. В процесі очищення утворюється забруднюючі речовини у вигляді твердого відходу, придатного до поховання або утилізації, і очищена вода. Технології очищення стічних вод ключають поетапну механічну, біологічну та хімічну очистку, що виконується в камерах із

загальною назвою: колосникові дробарки, пісковловлювачі, первинні відстійники, аеротенки, регенератори, мінералізатори, вторинні відстійники. Технологія очищення стічних вод у контактній каналізації м. Житомира проводяться за загально прийнятими схемами (рис.1.)

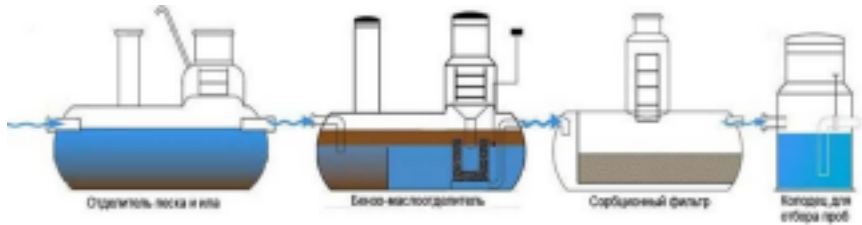


Рис. 1. *Схема пристрою механічної системи фільтрацією зливових стоків*

Найчастіше використовуються різні комбінації цих методів, так як один виявляється недостатньо ефективним. Вибір і застосування методу, за яким проводиться очищення стічних вод, визначається кожного разу індивідуально в зв'язку з характером забруднень і вимогами до якості очищеної води. Кожен з методів або їх комбінацій має свої переваги і недоліки. Після того як був застосований



MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII mezinárodní kolektivní monografie

будь-який спосіб очищення стічних вод або їх комбінація, необхідно проводити дезінфекцію води.

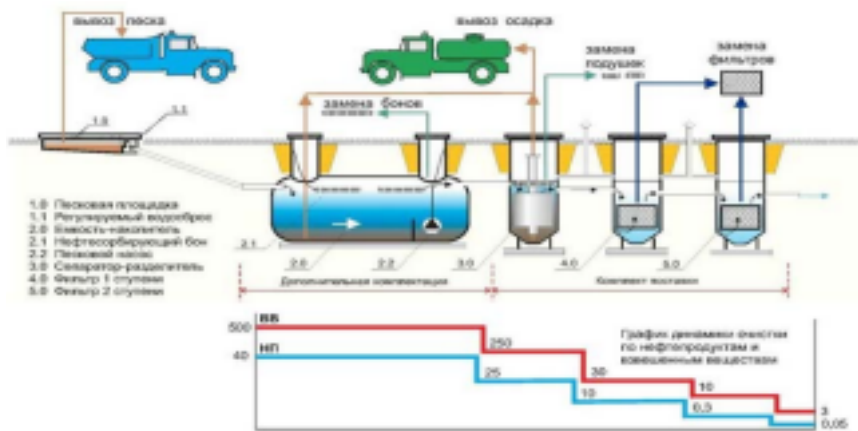


Рис. 2. Схема очищення зливних стоків

Поширеним і повсюдно використовується методом є хлорування освітлених стоків. Але крім цього існують і інші методи води, наприклад озонування або обробка бактерицидними променями, а також електроліз.

Механічне очищення стічних вод з побутових стоків виділяє 60-70 % нерозчинних домішок, а з промислових до 95%. Багато нерозчинні домішки з промислових вод використовуються потім при виробництві.

Стічні води м.Житомира, що перекачуються головною каналізаційною насосною станцією, подаються напірними самопливними колекторами в приймальну камеру очисних споруд. Крім того, стоки потрапляють на решітку-дробарку, проходять через водомірний лоток і потрапляють у піскоуловлювач. Там затримуються великі мінеральні домішки, переважно пісок. Пісок з пісковловлювача гідравлічним елеватором вивозиться в пісковий бункер, звідки вивозиться автомобілем.

Після пісочниці стоки потрапляють у первинний радіальний відстійник, де затримується основна маса завислих речовин. Освітлена вода з відстійника надходить в аеротенки, де відбувається біологічний процес очищення стічних вод. Активний мул, що утворюється в аеротенку, зберігається у вторинному відстійнику, а очищені стічні води надходять у контактний резервуар. Вони хлоруються в контактному резервуарі, а потім скидаються до місць загального користування через випускний колектор в річку Тетерів.

Циркуляційний активний мул з вторинного відстійників надходить в аеротенки, а надлишки мулу насосом, встановленим у виробничому корпусі, направляється в резервуар аеробної мінералізації і направляється на мулове поле. Висушений осад з мул очисної установки транспортується на автомобілях у визначене місце, компостується, а потім використовується як добриво для сільського господарства.

У біоценозах активного мулу присутні представники шести відділів мікрофлори (бактерії, гриби, діатомові, зелені, синьо-зелені, евгленові мікроводорості) та дев'яти таксономічних груп мікрофауни (жгутиконосці, саркодові, інфузорії, первиннопорожнинні та вториннопорожнинні черв'яки, війкові, коловратки, тихоходки, паковидні).

Для правильної характеристики біоценозу активного мулу в цілому необхідно охарактеризувати як стан бактеріальних популяцій, основних деструкторів забруднень, так і найпростіших, що становлять приблизно 5-10% від загальної біомаси та здійснюють активне доїдання диспергованих бактерій.

Активний мул— це складний екосистемний комплекс, який складається з різнотипних організмів на різних трофічних рівнях. Гетеротрофні бактерії, водорості,

сапрофіти і сапротозої—основний корм складають I трофічний рівень. Перизойні найпростіші представляють II трофічний рівень, а окремі види нематод, хижі коловертки, сисні інфузорії, пуголовки, хижі гриби - III трофічний рівень¹³.

Особливий інтерес в активному мулі представляють нитчасті хламідобактерії, що викликають його спухання при надмірному розвитку, коли вони займають “нішу” гелеутворюючої сапрофітної мікрофлори, витісненої, у свою чергу, несприятливими умовами (недолік кисню, наявність токсичних речовин, високі концентрації). До хламідобактерій відносяться безбарвні серобактерії (пологи *Beggiatorix*, *Leucothrix*, *Thiothrix*, та ін). Ковзаючі, рухливі *Thiothrix* і *Beggiatoa* розрізняються товщиною ниток, сегментацією та розташуванням у них гранул сірки. Серобактерії здатні окислювати мінеральні сполуки сірки.

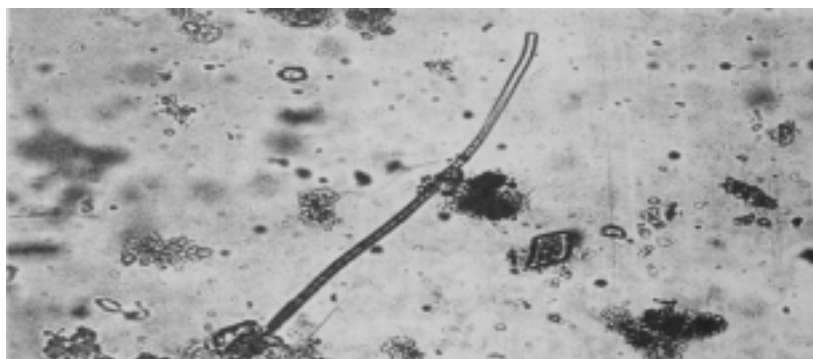


Рис.3. Ціанова бактерія

Нитчасті бактерії роду *Sphaerotillus* найчастіше зустрічаються в активному мулі і відносяться також до

¹³ Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. Навчальний посібник. – Рівне: ВАТ “Рівненська друкарня”. 2003. 616 с.

mezinárodní kolektivní monografie

хламідобактерій. Викликають спухання мулу при його перевантаженні по органіці, що легко окислюється. Біологічні очисні споруди виявляють мікро водорості чотирьох категорій: діатомові, зелені, синьо-зелені та евгленові.

Біоценоз активного мулу в аеротенках здебільшого гетеротрофні. Водорості в очисних спорудах слід вважати обов'язковим видом у вторинних відстійниках і необов'язковим видом в аеротенках.

Через високий вміст забруднюючих речовин у первинних відстійниках зазвичай зустрічаються лише представники вольвокс та синьо-зелених водоростей.

Особливої уваги заслуговують синьо-зелені водорості *Cyanophyta*. Ці водорості здатні перемикатися на фотосинтез, як бактерії, і мають високу стійкість до дії шкідливих факторів (температура, лужність середовища) і токсичних речовин, тому їх можна знайти в активному мулі в значній кількості. Викликає розширення аеротенків, як правило, викликають «цвітіння» водойм. Важко відокремити ормогонієві водорості *Tryporthrix* від роду *Sphaerochilus*. Синьо-зелені водорості родів *Anabaenai* *Microcystis* найчастіше зустрічаються в активному мулі.

В активному мулі зустрічаються гриби, оскільки вони здатні засвоювати специфічні забруднення стічних вод: клітковину, парафін, вуглеводні. Основними формами грибів активного мулу є сапрофітні та хижі.

Сапрофітні гриби, звичайні мешканці аеротенків, добре стійкі до зміни рН стічних вод у кислу сторону, їх відрізняє товстіший септований міцелій.

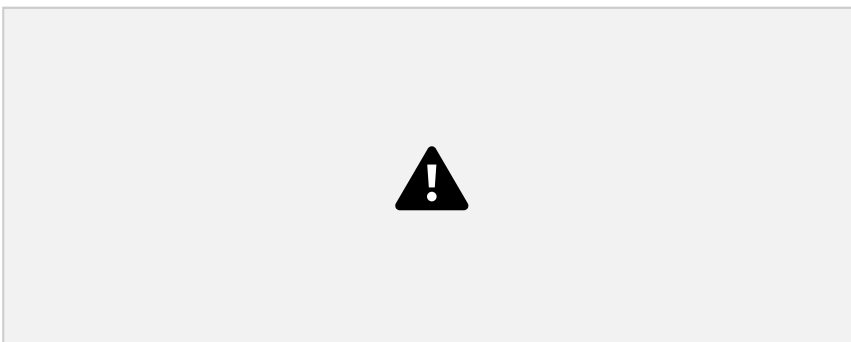


Рис. 4. Санрофітні гриби

При високому навантаженні в активному мулі розвиваються численні дрібні амеби, так званої групи "Limax", що мають подовжену форму з однією рухливою псевдоподією. Ця група, мабуть, є кілька видів амеб з різними циклами розвитку, стійкими до дії температур та хімічних факторів. Також зустрічається велика амеба *Pelomyxa palustris*. Не виключено попадання в аеротенки дрібних патогенних амеб особливо в спорудах, що штучно підігриваються. У нормально працюючих аеротенках зрідка зустрічається велика *Amoeba proteus*.

Дрібні амеби – показники порушення очищення, високого навантаження, незадовільної аерації, диспергування пластівців та високого вмісту в муловій суміші бактерій, не пов'язаних з пластівцями активного мулу.

Великі амеби - звичайні мешканці нормально функціонуючого мулу.

Раковинні кореніжки в активному мулі поділяються на дві екологічні групи: ширяючі та приурочені до пластівців активного мулу. Парячі, або планктонні кореніжки, при відстоюванні мулової суміші осідають значно повільніше за мулову масу, вони довгий час залишаються у зваженому стані через велику питому поверхню, що створюється численними



MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII

mezinárodní kolektivní monografie

довгими розвиненими філоподіями. До цієї групи входять *Gromia fluviatilis* та *Gromia neglecta*. Харчуються диспергованими бактеріями, найдрібнішими, тому розвиваються в масі при порушенні процесу очищення та дефлокуляції пластівців активного мулу.

Для характеристики роботи очисних споруд гідроекологічна оцінка має основне значення, оскільки характеризує склад, кількісний розподіл та своєрідність організмів активного мулу. Характерні зміни в біоценозі активного мулу найкраще відображають протікання процесу очищення, дозволяють швидко оцінити його якісний рівень і зробити висновки про основні несприятливі фактори, що погіршують ефективність очищення стічних вод.

Активний мул - це штучно вирощений біоценоз при аерації прояснених стічних вод, населений бактеріями, найпростішими і багатоклітинними тваринами, які трансформують забруднюючі речовини і очищують стічні води в результаті усмоктування, окислювання, поїдання¹⁴. Окислювання органічних забруднюючих речовин в аеротенках відбувається за рахунок життєдіяльності аеробних мікроорганізмів, що утворюють пластівчасті скупчення - активний мул.

Гідроекологічна оцінка активного мулу складається з наступних етапів: 1) візуальне дослідження мулу в скляному циліндрі; 2) визначення видів, підвидів організмів (для

дрібних джгутиконосців, колоній бактерій обмежуються більше високими систематичними рангами); 3) визначення чисельності кожного виду одним з методів кількісного рахунку залежно від необхідної точності висновків; 4) опис

¹⁴ Василенко О.А., Поліщук О.В. Аналіз схем біологічної очистки стічних вод від сполук азоту та фосфору в аеротенках. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки. К.:КНУБА. 2005. Вип. 4. С. 74–83.



MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII mezinárodní kolektivní monografie

функціонального стану, особливостей внутрішньої будови, морфологічних змін у індикаторних організмів; 5) визначення розмірів деяких характерних біоіндикаторів проводиться в тому випадку, якщо при мікроскопічному дослідженні виявляється їхнє помітне здрібнювання, а також для уточнення видової діагностики; 6) розподіл біоіндикаторів на характерні групи організмів, що є присутнім у даній пробі мулу (основні критерії розподілу - це харчові потреби біоіндикаторів, їхнє відношення до концентрації розчиненого кисню, екологічна пластичність, що розуміється як здатність існувати і пристосовуватися в широкому діапазоні змін навколишнього середовища, стійкість до впливу токсичних стічних вод); 7) підсумкова оцінка біоценозу, віднесення його до одного з певних типів, характеристика встановленого типу.

Гідроекологічна оцінка полягає в аналізі за допомогою мікроскопування, стану і структурних особливостей біоценозу активного мулу, організми якого мають здатність реагувати якісною зміною і кількісним розподілом окремих груп на склад і властивості стічних вод, що очищаються, а також на умови життєзабезпечення, регульовані режимом експлуатації споруд.

Виконані дії по кожній пробі процедури записують у робочому журналі, а якість активного мулу порівнюють із

даними гідрохімічної оцінки та технологічних розрахунків.

Перед дослідженням мулу під мікроскопом необхідно описати його особливості при візуальному спостереженні у скляному циліндрі. Вимірюють осад мулу за обсягом у циліндрі об'ємом 1 дм³ за 30 хв відстоювання, швидкість осадження, колір пластівців активного мулу. Нормальний колір мулу буро-коричневий, м'ясного густого бульйону. Темний, землистий мул із відтінком чорноти може бути наслідком поганого перемішування мулової суміші та нестачі



MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII

mezinárodní kolektivní monografie

кисню або поганої циркуляції та відкачування мулу (залежування, загнивання мулу). Запах мулу має бути болотистий, без переважаючого запаху будь-яких хімічних речовин. Відзначають процес пластів це утворення при ущільненні, відбувається осідання загальною масою з чіткою межею очищеної рідини або спостерігається розрив маси, швидко або повільно протікає флокуляція (компактні або диспергувані пластівці і чи забруднюють воду).

Після 30-хвилинного відстоювання описують зовнішній вигляд неділової води. Неділова вода має бути прозора, не забарвлена, не опалесцентна. Прозорість залежить від глибини окислення забруднюючих речовин, а також від наявності у воді дрібних пластів активного мулу, що не осідають за 2 години, і диспергованих бактерій. Будь-які, навіть незначні зміни у складі стічних вод і в технологічному режимі їх очищення мають наслідком присутність в очищеній воді дрібних пластівців і великої кількості бактерій, що вільно живуть, що призводить до падіння прозорості очищеної води. Прозорість води аналізується у пробі, відібраній наприкінці зони аерації або збірному каналі аеротенків. При прозорості 30 см і більше інші санітарні показники, як правило,

відповідають високому ступеню очищення.

Розраховується муловий індекс та використовує його значення для характеристики седиментаційних властивостей активного мулу. Умовно прийнято вважати для очисних споруд штучної біологічної очистки оптимальними значеннями мулового індексу від 90 до 130 см³/р. Однією з основних вимог до мулового індексу є стабільність його значень, яка вказує на задовільні умови експлуатації очисних споруд.

Для дослідження мікрофауни активного мулу найбільш широко використовується метод "живої" краплі під



MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII mezinárodní kolektivní monografie

покровним склом або в лічильних камерах за допомогою світлової, фазово-контрастної мікроскопії.

Після того, як бюкси в ексикаторі охолонуть до кімнатної температури, починають зважування мулу. Перед зважуванням слід ретельно перевірити відповідність номерів кришок та бюксів. Зважують, віднімаючи початкову масу бюкса, з фільтром. Доза мулу за вагою d розраховується за такою формулою:

$$d = \frac{a - b}{V} \cdot 1000, \text{ г/дм}^3$$

де 1000 – коефіцієнт перерахунку см³ в дм³;

a та b - вага бюкса з осадом і без осаду відповідно,

V - об'єм відфільтрованої проби, см³.

Доза мулу за обсягом характеризує седиментаційні властивості активного мулу, тобто. здатність до осадження за 30 хвилин відстоювання. Іловий індекс це обсяг 1 грама сухого мулу, який відстоюються 30 хвилин в 1 дм³ циліндрі. Іловий індекс також характеризує седиментаційні властивості

мулу, але вже з урахуванням його сухої маси.

Відібрана мулова суміш знаходиться в лабораторному приміщенні, поки її температура не зрівняється з кімнатною, після чого мулова суміш ретельно перемішується, наливається в 1 дм³ циліндр, який ставиться на горизонтальну поверхню столу, включається секундомір і через кожні 3 хв відзначають об'єм в см³, який займає осідає маса. активного мулу. Через 30 хв відстоювання записують остаточне значення дози мулу за обсягом, виражене см³. Результат заокруглюють до цілих см³.

Спостереження слід проводити в прохолодному приміщенні, далеко від джерел тепла, так як при температурі вище 25°C під час спостережень може статися спливання активного мулу, що осів, внаслідок денітрифікації. У жарку



MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII

mezinárodní kolektivní monografie

пору року пробу перед аналізом бажано охолодити до 18-20 °C в холодильнику.

Лювий індекс розраховується, після того, як отримані значення дози мулу по сухій вазі та об'єму. Результат, виходить від поділу чисельних значень дози мулу за обсягом V (см³/дм³) на дозу мулу по сухій речовині d (г/дм³):

$$l = \frac{V \cdot d}{V}, \text{ см}^3/\text{г}$$

Метод полягає у візуальному визначенні світло пропускання через стовп наділової води. Мірою прозорості служить висота стовпа води, виражена в см, коли можна читати шрифт певного розміру і типу.

Відібрану пробу мулової суміші доводять до кімнатної температури, ретельно перемішують, наливають у склянку ємністю 1-1,5 дм³ та відстоюють 2 години.

Прозорість визначається читанням стандартного

шрифту Снелена (висота букв 3,5 мм) через наповнений водою циліндр Снелена. Циліндр розташовується над шрифтом на відстані 2 см. Читання шрифту проводиться в добре освітленій кімнаті, але без потрапляння прямих сонячних променів. Стовп води регулюється за рахунок відведення, оскільки спочатку циліндр Снелена наповнюється до країв. За результатами трьох визначень обчислюють середню прозорість, виражену в сантиметрах. Точність визначення – $\pm 0,5$ см.

Складання гідроекологічного висновку відбувається за результатами гідробіологічного аналізу та кількісного рахунку організмів складається таблиця.

При характеристиці біоценозу не слід приділяти увагу окремим нечисленным видам, лише характеристика спільноти як єдиного цілого дозволить одержати правильні висновки. Особлива увага гідробіолога має заслуговувати на значний чисельний розвиток, придушення або зникнення з біоценозу того чи іншого виду. Остаточні висновки робляться щодо



MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII mezinárodní kolektivní monografie

домінування чи зникнення визначальних видів-індикаторів, індексу видового розмаїття.

При порівнянні висновків, отриманих на підставі гідроекологічної оцінки, з гідрохімічними даними слід пам'ятати, що вони можуть не збігатися, оскільки гідроекологічна оцінка виявляє порушення оперативніше. При несприятливому впливі стічних вод або порушенні технологічного режиму експлуатації очисних споруд якості очищення, що реєструється хімічними аналізами, може зберігатися задовільним, а гідробіологічне обстеження негайно виявить руйнування пластівців та зміни у складі біоценозу та фізіологічному стані організмів мулу. Таке запізнення погіршення якості очищення за гідрохімічними

даними пояснюється тим, що при руйнуванні пластифікаторів та окремих клітин організмів або очищення деякий час здійснюють їх внутрішні ферменти.

Усі свої спостереження гідробіолог регулярно заносить до робочого журналу. На початку робочого журналу вказують відомості щодо пунктів: 1) найменування та номер споруди (аеротенк, регенератор); 2) розташування точки відбору проб активного мулу; 3) дата, година відбору проб та дослідження, температура мулової суміші; 4) осад активного мулу за обсягом, $\text{см}^3/\text{дм}^3$; 5) доза мулу за вагою, $\text{г}/\text{дм}^3$; 6) муловий індекс, $\text{см}^3/\text{г}$; 7) зовнішній вигляд наділової води; 8) прозорість наділової води, см ; 9) результати якісного та кількісного гідробіологічного контролю; 10) індикаторна оцінка процесу біологічного очищення та рекомендації щодо усунення виявлених порушень.

Найважливіші фактори, що впливають на розвиток і життєздатність активного мулу і якість біологічного очищення: температура, наявність поживних речовин, вміст розчиненого кисню у муловій суміші, значення рН, присутність токсинів.



MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII

mezinárodní kolektivní monografie

Технологічний режим експлуатації очисних споруд залежить від: оптимального співвідношення між концентрацією забруднень у воді, що надходить, і робочою дозою активного мулу (при зменшенні дози мулу виникає ефект підвищення навантаження і зниження якості очищення, при збільшенні - ускладнюється ефективність відокремлення мулу від очищеної води у вторинних відстійниках); необхідного часу контакту забруднень з активним мулом; достатньої аеробності системи.

Надлишкові навантаження органічними забрудненнями:

мала розмаїтість видів найпростіших значної якісної переваги двох-трьох з них; зооглейні скупчення бактерій зникають, з'являється багато окремих бактеріальних клітин; розвиваються в значних кількостях нитчасті бактерії *Cladotrix*, *Sphaerotilus*, *Beggiatoa*. Такий мул дуже погано осідає чи взагалі не осідає, а спливає на поверхню.

Недостатній рівень концентрації розчиненого кисню: коловертки нерухомі у витягнутому відмираючому стані; з'являється багато дрібних жгутикових амеб, можуть у значній кількості розвиватися сисні інфузорії; інших інфузорій майже виняткове панування одержує *Paramecium caudatum*. пластівці мулу розпадаються, колір мулу стає білястим, він погано осідає. У застійних зонах в аеротенках і вторинних відстійниках розвиваються круглі хробаки *Nematoda*, *Paramecium caudatum*.

Вплив відхилень рН середовища від норми: зміна структури активного мулу: пластівці мулу витягуються в тяжі, мул подрібнюється, забарвлення його змінюється на більш світлі тони; МІ може підвищуватися до 200-500 см³/дм³; значно скорочується число найпростіших, при сильному закисанні середовища вони зникають зовсім, можливий інтенсивний розвиток гриба *Fusarium* (рН нижче 6,5), інтенсивний розвиток дріжджів (рН нижче 5), що приводить до зниження ефекту очищення стічних вод.



MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII mezinárodní
kolektivní monografie

Висновки. Сьогодні вже не потрібно нікого переконувати, що всі ми живемо в епоху глибокої екологічної кризи тоді, коли не завжди продумана господарська діяльність людини призводить до негативних екологічних наслідків. Визначений рівень сучасного водокористування Житомирської області дозволив нам з'ясувати, що область не стоїть на одному місці, а постійно модернізує, відновлює

водні об'єкти. Система децентралізації, яку запровадив уряд Гроймана, дає свої результати, адже кожна громада для поліпшення своєї території модернізує, удосконалює водопостачання та водовідведення.

Це пов'язано з порушенням природних процесів, і техногенним забрудненням шкідливими для людини викидами і скидами повітря, води, ґрунту, рослинного світу, і хижацьке експлуатація природних ресурсів. І тут дуже важливим повинен стати наступний принцип - кожному свою господарську діяльність треба будувати так, щоб спочатку не допускати ніяких негативних впливів на навколишнє середовище, від яких потім би довелося її «успішно охороняти».

Список використаних джерел:

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Житомирської області у 2020 році. Житомир. 187 с.

2. Айрапетян Т.С. Очищення стічних вод, Харків: «Металіка», 2014. 200 с.

3. Мацієвська О.О. Водовідвідні очисні споруди. К. 2015. 186 с.

4. Бондар І.В., Гуляєв В.М. Основи біотехнології. Монографія. Дніпродзержинськ: ДДТУ. 2009. 444 с. 5. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води. К.: Вища школа. 2005. 671 с.



MODERNÍ ASPEKTY VĚDY Svazek XXVIII

mezinárodní kolektivní monografie

6. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. Навчальний посібник. – Рівне: ВАТ ” Рівненська друкарня”. 2003. 616 с. 7. Василенко О.А., Поліщук О.В. Аналіз схем біологічної очистки стічних вод від сполук азоту та фосфору в

аеротенках. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. К.: КНУБА. 2005. Вип. 4. С. 74–83. 8. Запольський Д.К., Мішкова-Клименко Н.Д., Брик М.Т.

Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. К.: Лібра, 2000. 552с.

9. Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення: гідроекологічні аспекти. К.: ВПЦ "Київський університет", 1999. 319 с.

10. ДБН В.2.5–75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 214 с.

11. Корнієнко І.М. Захист водних об'єктів від біогенних елементів та завислих речовин: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к.т.н. Харків. 2007. 14 с.

12. Максименко І. Ю. Фіторемедіаційний потенціал антропогенно трансформованих біогідроценозів Малинської ОТГ // Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» 06 жовтня 2022 року. Житомир: Житомирська політехніка, 2022. 105 с. – 2022. – С. 53.

13. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В. та ін. Технологія захисту навколишнього середовища. Ч. 2. Методи очищення стічних вод. 2019. С.24-34.

14. Фірсова К. Ю. Системи захисту довкілля. Схеми, спорудні апарати для очищення газових викидів і стічних вод. Х. 2019. С.67-75.

15. Пляцук Л.Д. Математичне моделювання процесу знешкодження осаду стічних вод в біосульфідогенних умовах. Вісник НТУ «ХПІ». 2013. № 37. С. 148–160.



16. Мислива Т.М. Основи моніторингу довкілля.
Житомир: Державний агроекологічний ун-т. 2007. 380 с. 17.
Demchuk L. I., Alpatova O. M., Maksymenko I. Y.
Environmental security as a component of national sustainability:
worldview analysis //Publishing House “Baltija Publishing”.
2022. 288 с.