

Афанасьєва Юлія Олексіївна

Аспірант кафедри промислового та цивільного будівництва, orcid.org/0000-0002-8072-9939
Інженерний інститут Запорізького національного університету, Запоріжжя

Мальований Ілля Вікторович

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри промислового та цивільного будівництва, orcid.org/0000-0002-1480-8372
Інженерний інститут Запорізького національного університету, Запоріжжя

Афанасьєв Віктор Валерійович

Аспірант кафедри промислового та цивільного будівництва, orcid.org/0000-0002-8301-1981
Інженерний інститут Запорізького національного університету, Запоріжжя

**РОЗРОБЛЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПОСОБІВ
РОЗЧИЩЕННЯ МІСЬКИХ ВОДОЙМ**

***Анотація.** Екологічний стан міських водойм стрімко погіршується. Забруднення водоймищ відбувається внаслідок природних процесів та антропогенного впливу людини. Порушення функціонування екосистеми водойми призводить до погіршення водообміну, цвітіння води, зменшення прозорості, утворенню неприємних запахів, заростанню та обміління. Нині зневоднення донних відкладень здійснюється апаратними методами (використання центрифуг та прес-фільтрів) або за допомогою природної сушки на наливних картах. Апаратний метод зневоднення дає змогу на виході отримати матеріал, який придатний для транспортування. Але самі апарати чутливі до механічних включень, що містяться в пульпі, схильні до абразивного зносу і, як наслідок, частим простоям. Зневоднення на картах потребує виокремлення значних територій, що в тісній міській забудові неможливо. Окрім того, на картах неможливо зневоднити донні відкладення в короткий термін. Тому для міської забудови необхідно шукати краю альтернативну технологію зневоднення донних відкладень. Достойною заміною таким методам зневоднення є технології Georool і Geotube. Їх застосування не потребує значного відчуження прибережних територій під виконання робіт і не забруднює навколишнє середовище попутними продуктами виробництва.*

***Ключові слова:** технологічні процеси; розчищення водойм; донні відкладення; технологія Georool; екосистема; апаратний метод зневоднення; сушка на картах наливу*

Вступ

Для всіх розвинених країн світу екологічна ситуація, що складається у містах, є предметом особливої уваги. Зі зростанням міста, розвитком його промисловості, стає все більш складною проблема охорони навколишнього середовища. В останні десятиліття посилюється негативний вплив людини на навколишнє середовище і, зокрема на зелені насадження та водойми. Проблема зелених масивів і чистоти водойм – одна з найважливіших екологічних проблем сучасності.

Екологічний стан міських водойм стрімко погіршується. Забруднення водоймищ відбувається внаслідок природних процесів та антропогенного впливу людини. Порушення функціонування екосистеми водойми призводить до цвітіння води, зменшення прозорості, утворенню неприємних запахів, заростанню та обміління.

Очищення водойм від техногенних і природних відкладень проводиться механічним або гідро-

механічним методом. Механічний метод являє собою повне спорожнення водойми і очищення дна екскаватором. Такий метод не доступний для тісної міської забудови і призводить до загибелі всієї екосистеми водойми. При гідромеханічній розробці донних відкладень використовується земснаряд. Осушення водойми не потребується, сама водойма і прибережна територія не втрачає власну екосистему. Але об'єм викачаних донних відкладень збільшується в 2 – 5 разів у порівнянні з природним заляганням. Вміст сухих речовин в пульпі органічних донних відкладень складає до 10%. Для зменшення об'єму вийнятого ґрунту з водою та надання йому стану, придатного для транспортування по місцевості, виникає задача зневоднення донних відкладень.

Нині зневоднення донних відкладень здійснюється апаратними методами (використання центрифуг і прес-фільтрів) або за допомогою природної сушки на наливних картах [1]. Ці методи застаріли і мають пройти ряд інновацій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для визначення недоліків конструктивних і організаційно-технологічних систем реновації водойм в умовах тісної міської забудови було проведено аналіз наявних технологічних рішень проведення розчищення водойм традиційними методами в типових технологічних картах [2], в літературних статтях та інтернет-джерелах [3;4], що допомогло встановити напрями дослідження.

Було розглянуто інноваційні розробки зарубіжних вчених, які вже дуже широко намагаються інтегрувати технологію Geotube в берегозакріплюючі роботи, в технологію фільтрації донних ґрунтів, а також досліджено основні організаційно-технологічні рішення та прийоми, які використовуються при проведенні цих робіт [5].

Для міської забудови основним фактором є зменшення відчужених територій під час реконструкції водойм, тому напрям нашого дослідження буде спрямовано на мінімізацію використаних прибережних територій для відновлення екосистеми водойм [6].

Мета статті

Метою роботи є виявлення основних недоліків наявних технологій розчищення водойм та розроблення технологічних процесів, що допоможуть мінімізувати прибережні території за рахунок використання геотекстильних басейнів для фільтрації та зневоднення донних відкладень.

Завданням роботи є удосконалення технології очищення водойм в умовах тісної міської забудови.

Об'єкт дослідження – технологічні прийоми очищення водойм з використанням фільтрувальних басейнів.

Методи дослідження: метод наукового узагальнення і аналізу теоретичних та експериментальних даних.

Виклад основного матеріалу

Очищення природних і штучних водойм

Очищення природних і штучних водойм процес вельми складний і трудомісткий – їхнє повне і якісне очищення може бути проведено виключно з використанням спецтехніки. При цьому важливо не забувати, що природні, штучні і декоративні водойми – це складна, населена певними мікроорганізмами екосистема, механічний вплив на яку може призвести до негативних наслідків. Тому організацію цього процесу і проведення робіт з очищення та поглиблення дна все ж краще довірити професіоналам. Найчастіше утворення на дні водойми осаду у вигляді мінеральних і органічних

відкладень – мулу, призводить до заболочування місцевості, утворення мілин і цвітіння водойми, що погано впливає не тільки на фізико-хімічні показники якості води, але і на естетичне сприйняття самої водойми.

Перш ніж приступити до робіт з очищення водних об'єктів від донних відкладень і інших видів забруднень, необхідно врахувати ряд факторів:

- походження водойми (природний, штучний, декоративний, технічний);
- характер забруднень (мул, листя і гілки дерев, пні, корчі, продукти життєдіяльності риб і залишки кормів, будівельне сміття, побутові забруднення, коренева система латаття, очерету, рогозу та іншої водної рослинності);
- площа (об'єм) і глибина ділянок, які очищаються;
- наявність (відсутність) берегових підступів і площ.

Розглянемо очищення природних водойм

Оскільки природні водойми (озера, річки, ставки) часто відрізняються значною площею, наявністю глибоких, важкодоступних ділянок, і при цьому роками здатні накопичувати різні види забруднень, такі як:

- відкладення мулу (іноді, що досягають 3-х метрів);
- корчі, пеньки, стовбури, уламки та гілки дерев;
- забруднення у вигляді різного будівельного і побутового сміття (скло, метал, пластик і т.д.);
- обростання заростями очерету, рогозу, латаття (росте на глибині до 2 м) і іншої водною рослинністю;
- цвітіння води, бурхливе розростання рослин, що плавають в товщі і на поверхні води; очищення дна вимагає правильної організації процесу з урахуванням всіх наведених вище факторів.

Таке накопичення найчастіше утворюють мілини, що перешкоджають нормальному потоку води, тому під час очищення водних об'єктів можна одночасно провести роботи з поглиблення дна.

Вибір техніки для очищення дна природних водойм передусім залежить від:

- віддаленості забрудненої ділянки від лінії берега;
- глибин водойми;
- наявності підступу до області, що очищається;
- площі (обсягу) очищуваної ділянки;
- характеру забруднень.

Існує кілька способів очищення та благоустрою природних водойм:

- механічний ручний (ручне очищення дна від великих предметів різного походження, а також видалення великих скупчень донних і плаваючих видів водних рослин);

- гідромеханічний (для здійснення такого способу використовується мініземснаряд або промисловий земснаряд);
- механізований (очищення проводиться гусеничним екскаватором з подовженою стрілою, або екскаватором типу драглайн) [7].



Рисунок 1 – Принципова будова та складові частини мініземснаряду

Механічне ручне очищення застосовується у водоймах з дном, дуже забруднених побутовим і будівельним сміттям, наявністю великої кількості пнів, корчів, гілок і стовбурів повалених дерев, сильно зарослим водною рослинністю. У таких випадках для нормальної роботи мініземснаряду потрібне попереднє ручне розчищення дна (за відсутності можливості зробити це екскаватором). У деяких випадках потрібне залучення водолазів.

Мініземснаряд (рис. 1) являє собою модульний понтон, зі встановленим на ньому насосним обладнанням та системою трубопроводів для розмиву і забору ґрунту (у т.ч. мулистого осаду) і його подальшого транспортування по пульпопроводу на значні відстані. З його допомогою можна очищати невеликі площі, досить глибокі і важкодоступні ділянки, а також робити поглиблення дна. Мініземснаряд ідеально підходить для очищення дна водойми від мулу і дрібних твердих частинок ґрунту.

Механізований спосіб очищення водойм за допомогою екскаватора типу драглайн (рис. 2) застосовується на ділянках, наближених до лінії берега (з урахуванням наявності підступів і площ для маневрування) або об'єктах зі зниженим рівнем води. Драглайн часто застосовують для:

- поглиблення дна (екскаватор зачерпує ковшем донний ґрунт з невеликим вмістом мулу);

- видалення будівельного сміття, побутових забруднень, корчів, стовбурів і гілок дерев;
- чищення прибережних ділянок від кореневої системи осоки, очерету, латаття та іншої водної рослинності;
- корчування дерев у прибережній смузі.



Рисунок 2 – Розчищення дна водойми з використанням екскаватора типу драглайн

Механічний спосіб розчищення дна водойм з використанням екскаватора можна застосовувати для невеликої глибини водойми, за можливості розкласти вийнятий мул на березі водойми, за наявності під'їзду та можливості завантаження вийнятого мулу у вантажний автомобіль (рис. 3).



Рисунок 3 – Розчищення дна водойми з використанням екскаватора і вивантаженням донних відкладень на берег водойми

У разі стиснених умов, таких як, наприклад, віддаленість водойми, неможливість під'їзду, наявність високих крутих берегів та в умовах тісної міської забудови екскаватор завантажується на понтон разом з ємністю для мулу і проводяться роботи з розчищення водойми (рис. 4, а, б).

Очищення штучних і технічних водойм

Оскільки принцип побудови штучних водойм для благоустрою присадибних територій, розведення і утримання риби, технічних, пожежних водойм та накопичувальних резервуарів для використання води в технічних цілях заснований на ізоляції води з допомогою бар'єрної мембрани (ПВХ, ЕрDM або бутилкаучукової плівки) – технологія очищення таких водойм буде істотно відрізнятися від природних.



а



б

Рисунок 4 – Розчищення дна водойми з використанням екскаватора з пантону

Очищення таких водойм, яке має проводитися регулярно, і зазвичай зводиться до очищення самої плівки, здійснюють в кілька етапів:

- вилов і тимчасове переселення живих організмів, а також рослин (за наявності таких) в спеціальні ємності з аерацією;
- зниження рівня або повне відкачування води з резервуара за допомогою мотопомп або міні-земснаряд;
- повне видалення органічних забруднень з поверхні бар'єрної плівки і каменів (за допомогою професійного апарату високого тиску);
- наповнення резервуара чистою водою з відповідними показниками;
- заселення риб і рослин в очищену водойму.

Так само відбувається очищення декоративних і технічних водойм, очисних, дренажних споруд, резервуарів для накопичення і зберігання води та ін. [8].

Залежно від масштабу і специфіки майбутніх робіт очищення водойм можна робити відразу трьома способами або будь-якими їхніми комбінаціями.

Альтернативна методика проведення робіт з очищення водойм в умовах міської забудови

Очищення водойм від техногенних та природних відкладень проводиться механічним або гідромеханічним методами. Механічний метод являє собою повне або часткове спорожнення водойми і очищення дна екскаватором. При цьому має бути забезпечено прохід екскаватора, місць складування донних відкладень або проїзд транспорту для їх вивезення. Такий метод не доступний для тісної

міської забудови та приводить до загибелі всієї екосистеми водойми. При гідромеханічній розробці донних відкладень використовується земснаряд. Осушення водойми або зниження рівня води не потребується, сама водойма і прибережна територія не втрачає власну екосистему. Але об'єм викачаної пульпи збільшується в 2 – 5 разів у порівнянні з природним заляганням донних відкладень. Вміст сухих речовин у пульпі органігенних донних відкладень складає до 10%. Для зменшення об'єму водоґрунтової суміші та надання їй стану, придатного для транспортування по місцевості, виникає задача зневоднення донних відкладень.

На сьогодні зневоднення донних відкладень здійснюється апаратними методами (використання центрифуг та прес-фільтрів) або за допомогою природної сушки на наливних картах.

Апаратний метод зневоднення дає змогу на виході отримати матеріал, який придатний для транспортування. Але самі апарати чутливі до механічних включень, що містяться в пульпі, схильні до абразивного зносу і, як наслідок, частим простоям. Для покращення водовіддачі мулу треба використовувати спеціальні реагенти. Своєю чергою нестабільні витрати і концентрація пульпи призводить до порушення режиму обробки реагентами, що призводить до перевитрат реагентів у випадку передозування і до недостатнього просушування у випадку недостатнього дозування.

Зневоднення на картах потребує виділення значних територій, що в тісній міській забудові неможливо. Окрім того, на картах неможливо зневоднити донні відкладення в короткий термін до стану, що придатний для транспортування, а вода, що відводиться назад до водойми містить значну кількість завислих речовин, що призводить до повторного забруднення об'єкта реновації.

Тому для міської забудови необхідно шукати кращу альтернативну технологію зневоднення донних відкладень [9].

Достойною заміною таким методам зневоднення є фільтрувальні басейни та геотекстильні контейнери. Їх застосування не потребує значного відчуження прибережних територій під виконання робіт і не забруднює навколишнє середовище попутними продуктами виробництва. Основною перевагою цих технологій над технологією наливу та природної сушки на мулових картах є набагато вищий рівень санітарної гігієни та естетики виконання робіт, а над апаратними методами – низькі капітальні витрати та мала енергоємність.

Технологічні комплекси фільтрувальних басейнів та геотекстильних контейнерів легко розгортаються і збираються на місцевості, не залишаючи порушень екосистеми, а обладнання,

що необхідне для виконання роботи, не потребує громіздких та енергоємних механізмів, дає змогу застосовувати ці технології в тісній міській забудові.

Принцип дії комплексу фільтрувального басейну оснований на використанні сил гравітації та фільтрувальної здатності полімерних тканин. Основні конструктивні частини комплексу для очищення дна водойм "Геопул" наведено на рис. 5. Наповнення ємностей "Геопул" (2) відбувається за допомогою рефулерних станцій – земснаряду (3). Ця технологія є універсальною і може застосовуватися для зневоднення як органічних, так і неорганічних дрібнодисперсних з'єднань, а також агресивного середовища, до якого стійкий матеріал тканини.

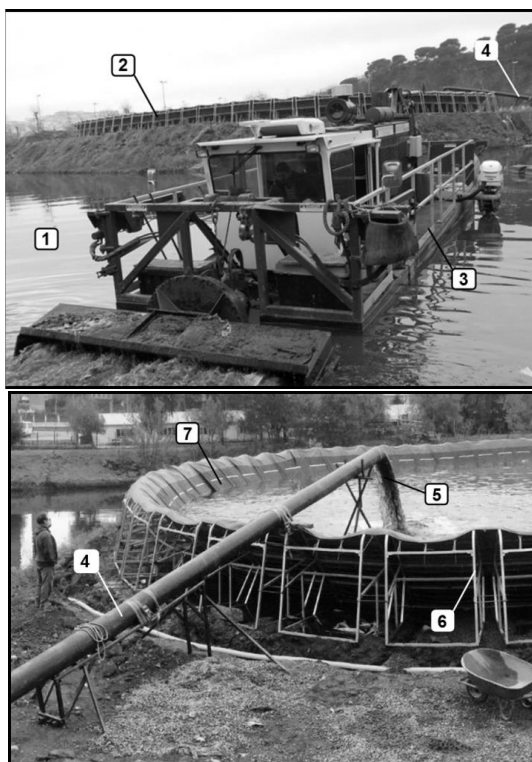


Рисунок 5 – Основні конструктивні частини комплексу для очищення дна водойм за допомогою фільтрувального басейну: 1 – водойма, яка підлягає розчищенню від замулення; 2 – фільтрувальний басейн; 3 – земснаряд; 4 – наземний пульпопровід; 5 – пульпа; 6 – металевий каркас; 7 – фільтрувальна геотекстильна тканина [10]

Земснаряд (3) робочим органом піднімає донні відкладення (5), які за допомогою насоса перекачуються пульпопроводом (4) до басейну (2), який складається з фільтрувальної тканини (7) та металевого каркасу (6).

Для пришвидшення процесів зневоднення в цій технології використовують флокулянти. Ці реагенти викликають в рідкодисперсних системах флокуляцію – утворення рихлих речовин із дрібних частинок дисперсної фази системи. За допомогою флокулянтів процеси зневоднення пришвидшуються в 3 рази.

Конструктивно геопул може бути стаціонарним і розбірним. Багатократність наповнення такої конструкції дає перевагу над технологією "GeoTube".

Ця конструкція дуже проста в монтажі, демонтажі, а також має високу швидкість зневоднення. Завдяки цьому традиційні методи зневоднення сильно відстають від альтернативних – геотуб та геопул. Основним фільтрувальним елементом є геотекстильна тканина, яка спеціально підібрана під технологічну задачу і конструктив GeoPool. Також до комплексу геопул входять такі компоненти, як каркас, флокулянт, обладнання, що подає ріднину.

У випадку разового використання, по завершенні процесу зневоднення GeoPool легко демонтується. При багаторазовому використанні на одному місці конструктивно в басейні GeoPool влаштовується шлюз для заїзду важкої техніки, яка проводить виїмку сухого залишку. Вилучення ґрунту відбувається екскаватором з вивезенням автотранспортом та складуванням на узгоджену територію. Зневоднений ґрунт можливо використати на вирівнювання прилеглої території, засипання виїмок та понижень. Ця конструкція розрахована на проходження до 50 циклів – наповнення, осушення та вилучення ґрунту [2].

Актуальність альтернативної методики очищення водойм від донних відкладень обумовлена ще й тим, що реновація водойм в тісній міській забудові та озеленіння є найважливішою сферою діяльності муніципального господарства. Саме в цій сфері створюються ті умови для населення, які забезпечують високий рівень життя та відпочинку. Сучасний етап розвитку реновації водойм ставить ряд нових завдань, які неможливо вирішити без використання досягнень науково-технічного прогресу та передового практичного досвіду. Саме за допомогою таких переваг над застарілими технологіями, як багаторазовість використання, модульність, відносно невисока ціна, швидке зневоднення, різносторонність використання, мінімізація механізації, низькі витрати робочої сили, простота налаштування, чистота виконання робіт, малі площі, які відводяться під виконання робіт, та інші, технологія GeoPool заслуговує на широке впровадження в будівельну сферу України.

Висновки

1. Проведено аналіз наявних технологічних рішень проведення розчищення водойм традиційними методами, що допомогло встановити основні недоліки і шляхи їх подолання.

2. Досліджено способи проведення розчищення водойм механічними та гідромеханічними методами і приведено практичні фотографії їх виконання.

3. Встановлено фактори впливу на вибір способу розчищення різних водойм.

Запропоновано альтернативну методику фільтрувального басейну для водойм, що розташовані в тісній міській забудові, що дасть змогу значно зменшити берегові площі, які задіюються в розчищенні.

Список літератури

1. Ярыгина, А.А. Очистка водных объектов от донных отложений [Текст] / А.А. Ярыгина, С.В. Ермолаев, О.В. Орлова // Экология производства. – Москва. – 2010. – №12. – С.30 – 31.
2. Рублевская, О.Н. Опыт внедрения современных технологий и методов обработки осадка сточных вод [Текст] / О.Н. Рублевская, А.Л. Краснопеев // Водоснабжение и санитарная техника. Москва. – 2011. – № 4. – С. 65 – 69.
3. Яковлев, С.В. Водоотведение и очистка сточных вод [Текст] / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 704 с.
4. Юфин, А.П. Гидромеханизация [Текст] / А.П. Юфин. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1965. – 496 с.
5. Намывные гидротехнические сооружения (основы расчета и проектирования) [Текст] / В.А. Мелентьев, Н.П. Колпашиников, Б.А. Волнин, – М.: Энергия, 1973. – 248 с.
6. Сметанин, В.И. Восстановление и очистка водных объектов [Текст]. – М.: Колос, 2003. – 157 с.
7. Меламут, Д.Л. Гидромеханизация в мелиоративном и водохозяйственном строительстве [Текст]. – М.: Стройиздат, 1981. – 304 с.
8. Похил, Ю.Н. Ускоренное обезвоживание осадков сточных вод на иловых площадках [Текст] / Ю.Н. Похил, Ю.Г. Багаев, В.М. Венекурцев // Водоснабжение и санитарная техника. – 2004. – № 3. – С. 14.
9. Григорьева, Ж.Л. Опыт обезвоживания осадков сточных вод на центрифугах в Санкт-Петербурге. – М.: ЭКВА-ТЭК, 2006. – 793 с.
10. Мальований, І.В. Альтернативна методика очистки водойм від донних відкладень в умовах тісної міської забудови [Текст] / І.В. Мальований, Ю.О. Ярова, В.В. Афанасьев // Збірник тез доповідей II спеціалізованого міжнародного Запорізького екологічного форуму "ЕКО ФОРУМ – 2018". – 2018. – С. – 36 – 38.

Стаття надійшла до редколегії 26.10.2019

Афанасьева Юлия Алексеевна

Аспирант кафедры промышленного и гражданского строительства, orcid.org/0000-0002-8072-9939

Инженерный институт Запорожского национального университета, Запорожье

Малеваний Илья Викторович

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры промышленного и гражданского строительства,

orcid.org/0000-0002-1480-8372

Инженерный институт Запорожского национального университета, Запорожье

Афанасьев Виктор Валериевич

Аспирант кафедры промышленного и гражданского строительства, orcid.org/0000-0002-8301-1981

Инженерный институт Запорожского национального университета, Запорожье

**РАЗРАБОТКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СПОСОБОВ
РАСЧИСТКИ ГОРОДСКИХ ВОДОЕМОВ**

Аннотация. Экологическое состояние городских водоемов стремительно ухудшается. Загрязнение водоемов происходит за счет естественных процессов и антропогенного воздействия человека. Нарушение функционирования экосистемы водоема приводит к ухудшению водообмена, цветению воды, уменьшению прозрачности, образованию неприятных запахов, зарастанию и обмелению. В настоящее время обезвоживания донных отложений осуществляется аппаратными методами (использование центрифуг и пресс-фильтров) или с помощью естественной сушки на наливных картах. Аппаратный метод обезвоживания позволяет на выходе получить материал, который пригоден для транспортировки. Но сами аппараты чувствительны к механическим включениям, содержащихся в пульпе, склонны к абразивному износу и, как следствие, частым простоям. Обезвоживания на картах требует выделения значительных территорий, что в тесной городской застройке невозможно. Кроме того, на картах невозможно обезвоживать донные отложения в короткий срок. Поэтому для городской застройки необходимо искать лучшую альтернативную технологию обезвоживания донных отложений. Достойной заменой данным методам обезвоживания есть технологии Georool и Geotube. Их применение не требует значительного отчуждения прибрежных территорий под выполнение работ и не загрязняет окружающую среду попутными продуктами производства.

Ключевые слова: технологические процессы; расчистка водоемов; донные отложения; технология Georool; экосистема; аппаратный метод обезвоживания; сушка на картах намыва

Afanasieva Yuliia

Postgraduate student of industrial and civil construction department, orcid.org/0000-0002-8072-9939
Engineering Institute of Zaporizhzhya National University, Zaporizhzhia

Malovanyi Illia

PhD, Associate Professor of industrial and civil construction department, orcid.org/0000-0002-1480-8372
Engineering Institute of Zaporizhzhya National University, Zaporizhzhia

Afanasiev Victor

Postgraduate student of industrial and civil construction department, orcid.org/0000-0002-8301-1981
Engineering Institute of Zaporizhzhya National University, Zaporizhzhia

DEVELOPMENT OF ALTERNATIVE TECHNOLOGICAL METHODS OF CLEANING OF CITY WATER

Abstract. The ecological condition of urban water bodies is rapidly deteriorating. Pollution of reservoirs occurs due to natural processes and anthropogenic human influence. Violation of the functioning of the ecosystem of the reservoir leads to a deterioration of water exchange, water bloom, reduced transparency, the appearance of unpleasant odors, burrowing and bumping. In our time, dewatering of bottom sediments is carried out by hardware methods (using centrifuges and press filters) or by natural drying on bulk charts. The hardware dehydration method allows you to get material that is suitable for transportation on the output. But the devices themselves are sensitive to mechanical inclusions contained in the pulp, are prone to abrasive wear and, as a consequence, frequent downtime. Dehydration on maps requires the allocation of large areas that are not possible in close urban development. In addition, it is impossible to dewater the bottom sediments in the short-term maps on the maps. Therefore, for urban development, it is necessary to look for the best alternate technology of dewatering bottom sediments. A decent substitute for these methods of dehydration is Geopool and Geotube technology. Their application does not require significant alienation of coastal areas under the works and does not pollute the environment with associated products of production.

Keywords: technological processes; reservoirs clearing, bottom sediments, Geopool technology; ecosystem; the hardware method of dehydration, drying on the maps of infusion

References

1. Yarygina, A.A., Ermolaev, S.V., & Orlova, O.N., (2010). Purification of water bodies from bottom sediments. *Ecology of production*, 12, 30-31.
2. Rublevskaia, O.N., & Krasnopeiev, A.L., (2011). Experience in introducing modern technologies and methods for treatment of sewage sludge. *Water supply and sanitary engineering*, 4, 65-69.
3. Yakovlev, S.V., & Voronov, Yu.V., (2004). *Water drainage and wastewater treatment*. Publishing house of the ASV, 704.
4. Yufin, A.P., (1965). *Hydromechanization*. Moscow, Russia: Publishing House of Literature on Construction, 496.
5. Melentiev, V.A., Kolpashnikov, N.P., & Volnin, B.A., (1973). *Skidding hydrotechnical constructions (bases of calculation and designing)*. Moscow, Russia: Energiya, 248.
6. Smetanin, V.I. (2003). *Restoration and purification of water objects*. Moscow, Russia: Kolos, 157.
7. Melamut, D.L. (1981). *Hydromechanization in land reclamation and water management*. Moscow, Russia: Stroyizdat, 304.
8. Pohyl, Y.N., Bagaev, Yu.G., & Venekurtsev, V.M., (2004). Accelerated dewatering of sediments of sewage at the sludge sites. *Water supply and sanitary engineering*, 3, 14.
9. Grigoryeva, Zh.L., (2006). *Experience in dewatering of sewage sludge at centrifuges in St. Petersburg*. Moscow, Russia: EKVA-TEK, 793.
10. Malovanyi, I.V., Yarova, Yu.O., & Afanasiev, V.V., (2018). *Alternative method of cleaning reservoirs from bottom sediments in close urban development*. Collection of abstracts of the second specialized international Zaporozhye ecological forum "ECO FORUM – 2018". Zaporizhzhia, Ukraine, 36-38.

Посилання на публікацію

APA Afanasieva, Yu.O., Malovanyi, I.V., & Afanasiev, V.V., (2019). Development of alternative technological methods of cleaning of city wate. *Management of Development of Complex Systems*, 40, 209 – 215, [in Ukrainian]; [dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.11970417](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11970417).

ДСТУ Афанасьєва, Ю.О. Розроблення альтернативних технологічних способів розчищення міських водойм [Текст] / Ю.О. Афанасьєва, І.В. Мальований, В.В. Афанасьєв // Управління розвитком складних систем. – 2019. – № 00. – С. 209 – 215; [dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.11970417](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11970417).