

Особливості влаштування лагун для сільськогосподарських цілей

Олег Малишев¹, Андрій Ращенко², Тетяна Диптан³, Ярослав Сенчишин⁴

Київський національний університет будівництва і архітектури
31, просп. Повітрофлотський, Київ, Україна, 03037,

¹malyshev.ov@knuba.edu.ua, orcid.org/0000-0002-2804-6217

²raschenko.am@knuba.edu.ua, orcid.org/0000-0002-2948-3232

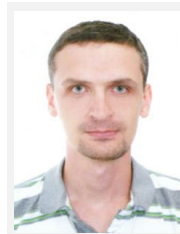
³dyptan.tv@knuba.edu.ua, orcid.org/0000-0003-2852-014X

⁴y.senchyshyn@dfuagro-ua.com

DOI: 10.32347/0475-1132.40.2020.58-64

Анотація. На даний час у великих містах, містах-мільйонниках, спостерігається тенденція до будівництва великої кількості житлових багатоповерхових будівель та торговельно-розважальних комплексів на неосвоєних, вільних від забудови, ділянках міської території. Для забезпечення продовольчих потреб населення виникає необхідність у створенні великих скотарських комплексів. Україна, маючи значний природний ресурс, створила умови для приходу крупних міжнародних інвесторів. Тому протягом останніх років активно відбувається оновлення матеріально-технічної сільськогосподарської бази, що сприяє відродженню майже покинутої і занедбаній у 90-ті роки однієї із основних напрямків діяльності та спеціалізації нашої держави – сільського господарства. Розуміючи, потребу сучасного світу у вирощуванні органічних продуктів, освоєнні нових ринків збуту (у тому числі і за кордоном), відбувається модернізація, оновлення, переоснащення не лише застарілого, не ефективного обладнання, а й процесів виробництва, і як наслідок, будівель, споруд, комплексів. Це призводить до появи нових інженерних об'єктів, класифікацію, особливості будівництва, проектування та експлуатації яких необхідно досліджувати, висвітлювати в літературі, враховувати на різних етапах їх функціонування.

Одним із таких об'єктів є «лагун». В даній публікації приведено основне визначення спеціальної сільськогосподарської споруди – лагуни, представлено їх класифікацію за різними параметрами: місцезнаходженням, глибиною влаштування, формою та розмірами в плані, за умовами взаємодії з навколишнім середовищем, за матеріалом. Приведені основні тех-



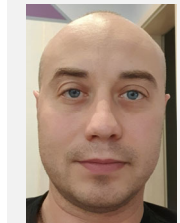
Олег Малишев
доцент кафедри
геотехніки
к.т.н., доц.



Андрій Ращенко
ст. викладач кафедри
геотехніки



Тетяна Диптан
ст. викладач кафедри
геотехніки



Ярослав Сенчишин
магістр

нологічні процеси що впливають на проектування, будівництво і експлуатацію лагун. Відображено основні вимоги до матеріалів (геотекстиль, геомембрана), а також основні вимоги до їх зберігання, використання та влаштування при створенні водонепроникних екранів при будівництві лагун.

Показано практичне впровадження розглянутої сільськогосподарської конструкції та матеріалів для її будівництва.

Ключові слова. Земляна дамба, природний уклон, котлован, сільське господарство, лагуна, сховища, зберігання, геоекологія, навколишнє середовище, гідроізоляція, водонепроникний екран, геотекстиль, геомембрана.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

За останні роки досить актуальними стають питання забудови території міста та прилеглих територій висотними та багатоповерховими будівлями, які дозволяють забезпечити населення високоякісним, сучасним та комфортним житлом. Проте не слід забувати, що територія нашої країни в багатьох випадках використовувалася для сільського господарства. В сучасних умовах відбувається забудови лісів, парків, родючих ґрунтів, а також знесення застарілих сільськогосподарських конструкцій, будівель та споруд і створення на їх місці нових житлових масивів. Проте поряд з цим спостерігається тенденція залучення закордонних інвестицій для оновлення матеріальної та технічної сільськогосподарської бази, що потребує мати, оновлювати існуючий або здобувати новий досвід проектування та будівництва споруд для таких потреб.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Загалом на даний час більшість робіт присвячена технологічним особливостям експлуатації сільськогосподарських будівель та споруд [1, 2], і не приймаються до уваги методи їх будівництва та підвищення ефективності цих методів. Також майже не розглядаються особливості будівництва та експлуатації нових типів споруд, до яких, як приклад, можливо віднести об'єкти, що сьогодні мають назву «Лагуни» [3].

МЕТА РОБОТИ

Ознайомитися з основними конструктивними та технологічними особливостями проектування, будівництва та експлуатації сільськогосподарських споруд на прикладі

лагун в системі технологія процесу виробництва – проектування.

ОСНОВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Лагуна в сільському господарстві – це невелика штучна споруда – водойма, що призначена для накопичення та зберігання продуктів життєдіяльності тварин з метою їх подальшої переробки та наступним застосуванням в якості органічних добрив.

Загалом станом на сьогодні, лагуни поділяють:

- 1) за місцезнаходженням: польові та прифермерські [4];
- 2) за глибиною влаштування:
 - наземні та напівзаглиблені, глибиною до 2 м – для зберігання твердих речовин;
 - заглиблені, глибиною до 13 м – для зберігання рідких речовин [5].

Правильна конструкція накопичувачів важлива для безпечної та ефективної взаємодії з відходами або стічними водами, і вимагає їх правильної конструкції. В багатьох випадках лагуни мають квадратну або прямокутну форму в плані, розміром по довжині до 70 м;

- 3) за умовами взаємодії з навколишнім середовищем [4]:
 - відкриті (басейнового типу);
 - закриті. Відрізняються наявністю спеціальної еластичної геомембрани товщиною 1 мм, яка покриває органічні речовини та перешкоджає розповсюдженню запахів, інфекцій, випаровуванню азоту, а також розрідження атмосферними опадами [6];
- 4) за матеріалом конструкцій:
 - залізобетонні, що характеризуються підвищеною вартістю будівництва;
 - земляні, у вигляді дамби – влаштовуються по природній основі із застосуванням спеціальних геосинтетичних матеріалів.

Використання лагун у вигляді земляних дамб із використанням геосинтетичних матеріалів забезпечує 100% протифільтраційний бар'єр [7], їх вартість зменшується до 10 разів у порівнянні із залізобетонними,

підвищується швидкість монтажу та є можливість виконання робіт в зимовий період. Вони характеризуються тривалим терміном використання, а також відсутністю вимог щодо габаритів лагуни в плані. При цьому, для виключення можливості розповсюдження рослин під протифільтраційним покриттям підготовлену поверхню обробляють спеціальними розчинами. За рахунок даних дій не відбувається процес перегнивання рослинних решток під плівкою і унеможливується процес утворення органічних газів.

Проектування та будівництво геотехнічних конструкцій для будь-яких процесів потребує знання технології виконання робіт на майбутньому об'єкті, оскільки він може спричинити додаткові навантаження на елементи, а тому важливим є метод подачі органічних добрив в лагуну. Метод подачі може бути:

- заглибленим – трубопровід, по якому переміщують органічні добрива, підходить до лагуни під землею та виходить через днище;
- напівзаглибленим – трубопровід підходить до лагуни під землею та виходить через верх або скрізь схил дамби;
- поверхневим – трубопровід підходить з певним ухилом до поверхні дамби.

Також важливим технологічним процесом є вивезення органічних відходів, що відбувається два рази на рік. Через 6 місяців зберігання відходів в лагуні відбувається розшарування, на поверхні формується ущільнений шар, а біля днища – рідкий. Для вилучення такої маси необхідне її перемішування за допомогою спеціальних міксерів. Таке обладнання може впливати на якість основи лагуни (можливе пошкодження гідроізоляції основи) і потребує врахування при її проектуванні. Для запобігання пошкоджень, викликаних тваринами, що потрапили в лагуну, необхідний захист периметру лагуни спеціальними огорожами. По днищу лагуни додатково влаштовують технологічний ухил до встановленого стаціонарного обладнання для більш ефективного вилучення відходів.

Додатковим фактором, на який необхід-

но звертати увагу – геоекологічні вимоги [8]. Адже можливі аварії, при яких відбудуться витіки забруднених речовин у ґрунтову основу при пошкодженні гідроізоляції днища, або при переливанні речовин через верх лагуни та їх розповсюдження на прилеглій оточуючій території. Особливу увагу необхідно звертати на цей фактор при високому рівні ґрунтових вод, який додатково може ускладнити процес влаштування та експлуатації лагун. Висота рівня органічних речовин має бути менше бортів лагуни не менше ніж 50 см.

При проектуванні та виконанні робіт із влаштування лагун необхідно враховувати тип ґрунтів основи, адже вони істотно впливають на кут нахилу земляної дамби та навантаження, що прикладаються на поверхні укосу дамби від міксерів та транспорту. Додатково, ґрунт викопаний із котловану лагуни варто використовувати для утворення замкнутої в плані дамби. Загалом кут нахилу відкосу земляної дамби може бути: для піщаних ґрунтів – 25° для глинистих – до 45° [9].

Ізоляція заглибленої в ґрунті конструкції виконується із використанням геосинтетичного екрану. Екран складається із двох шарів. Основне завдання першого (нижнього) шару – захистити ізоляційну мембрану від механічних пошкоджень в основі. Для цього використовується захисний шар із нетканого голкопробивного геотекстилю, який виготовляється зі 100% поліпропілену зі статичним опором проколюванню більше 4кН [9] та поверхневою щільністю більше ніж 300 г/см². Поверхня ґрунтової основи, на яку буде вкладатися геотекстиль має бути гладкою, рівною, очищеною від будівельного сміття. При вкладанні має бути забезпечена довжина перепуску, яка становить не менше ніж 0,3 м по ширині та 0,5-0,7 м по довжині [10]. Геотекстиль вкладають без натягу, хвиль, накладень. Закріплення геотекстилю до основи відбувається за допомогою спеціальних анкерів. Вони влаштовуються через кожні 1,5-2 м в шаховому порядку. Зберігання геотекстилю до та після його вкладання має бути захищеним від ультрафіолетового впливу.

Другий (верхній) шар являє собою гідроізоляційну мембрану. Мембрана виготовляється із поліетилену високої щільності, в складі якого міститься сажа, антиокислювачі, стабілізатори високої температури [11]. Товщина мембрани має бути не менше 1 мм, а щільність не менше $0,9 \text{ см}^3$. Вона має бути стійкою до агресивного середовища (рН 0.5-14) [12], кислот (сірчана, соляна), автомобільних олив, лугів, хрому, калію, конденсату природних газів. Термін придатності геомембрани має становити не менше 30 років. Мембрана має витримувати температурні зміни в діапазоні від мінус 40°C до плюс 50°C , бути безпечною для здоров'я людини та оточуючого середовища [12].

Залежно від виду використання, геомембрани поділяють на гладкі, текстуровані та профільовані [12].

Текстуровані – характеризуються шорсткою поверхнею, яка може бути з однієї або з обох боків мембрани. Шорсткість забезпечує додаткове зчеплення мембрани з основою, тобто знижує властивість мембрани ковзати по основі. Це дозволяє якісно використовувати їх у якості гідроізолюючого екрану на схилах та відкосах без використання додаткових утримуючих елементів.

Профільні мембрани наділені спеціальними виступами, що мають конусоподібну форму. Як правило такі виступи влаштовуються з однієї сторони мембрани, проте можливі випадки їх влаштування з обох сторін. Висота виступів може варіюватися від 7 до 20 мм. Використання виступів дозволяє отримати: додаткове зчеплення з основою, більш рівномірний розподіл навантаження по всій контактній площі, забезпечує тепловий та повітряний обмін всередині конструкції, зменшує витрати ґрунтів для влаштування дренажної обсіпки [14].

Геомембрана з'єднується між собою за рахунок розплавлення термопластичного матеріалу під впливом високої температури [13]. З'єднання геомембрани можливо поділити на такі види: зварні, замкові та такі, що склеюються.

При з'єднанні можуть бути використані:

спеціальні апарати, що дозволяють розігріти плівку механічним способом (при дотику), а після притиснути, ущільнити та створити подвійний шов; дрiт, матеріал якого має бути аналогічний матеріалу, що зварюється, використовується для зварювання у важкодоступних та складних місцях (кути); гаряче повітря, що розплавляє матеріал. У якості обладнання використовуються будівельні фени, зварювальні автомати, екструдери.

Усі стики влаштовуються за наявності перепуску, величина якого має становити не менше 20 см.

При виконанні зварювання обов'язковою технологічною операцією є контроль виконання зварювальних робіт, що проводиться в декілька стадій: візуальний огляд, інструментальна перевірка. Візуальний огляд виконують з метою виявлення можливих дефектів (складок), контролю однорідності швів. Для цього в процесі зварювання залишають спеціальні контрольні канали. Через них подають стиснуте повітря під тиском. Загалом влаштування швів в кутах споруди є небажаним. Зварні шви рекомендується влаштовувати смугами, паралельно відкосам споруди.

Інструментальний контроль якості швів виконується за допомогою [13]:

- вакууму з використанням мильного розчину та спеціальної накладки для створення тиску. За наявності мильних бульбашок на поверхні шов вважається неякісним. Перевірка виконується ділянками з обов'язковим перепуском на ділянку, що перевірялася не менше 7 см.
- тиску – в канал, що перевіряється роблять спеціальний отвір, через який нагнітається тиск. Після цього отвір заклеюють та спостерігають за зміною тиску протягом 10 хв. Якщо тиск зменшився менш ніж на 10%, шов вважається якісно виконаним;
- розриву, для цього контрольну ділянку вирізають для подальшої перевірки на розрив. Місце вирізу заклеюють накладкою із того ж матеріалу.

Як приклад, нижче, на рис. 1 показано дві лагуни, що були запроектовані та по-

будовані для обслуговування свиноферми, що знаходиться в Україні.

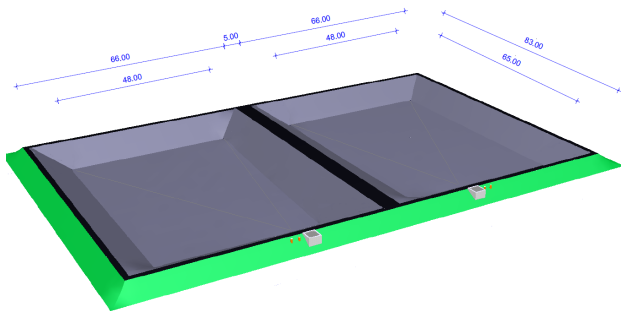


Рис.1.Геометричні характеристики проектованої лагуни

Fig.1. Geometric characteristics of the designed lagoon

Ґрунтові умови майданчика, на якому відбувалося будівництво, представлені (зверху-вниз):

- насипні ґрунти (будівельне сміття, супісок, суглинок), потужністю 0,5 м;
- супісок зеленувато-сірий, світло-бурий, піщанистий, пластичний, потужністю 8 м;
- пісок дрібний, темно-сірий, середньої щільності; потужністю 1.1 м;
- супісок зеленувато-сірий, пластичний, з включеннями уламків кремнію до 30%, розвіданий до глибини 15 м. Ґрунтові води зафіксовані на глибині 8 м, вони не впливають на умови будівництва лагуни.

Габарити кожної з лагун в плані складають 66х83 м (рис.1). Глибина лагуни (рис.2) по відношенню до оточуючої поверхні становила близько 5 м, а відносно верху дамби – 6.71 м. На початковому етапі влаштовувався котлован із укосами граней 1:2 (рис. 2, рис. 3, а). По днищу лагуни було влаштовано нижній шар із плівки товщиною 1.5 мм, щільністю 0,94 г/см³, максимальним значенням міцності 42 кН/м, з вмістом сажі 2,5% та шириною рулону 8 м, який виконував функцію протифільтраційного екрану та перешкоджав потраплянню шкідливих речовин в ґрунтову основу (рис. 3, b). Під плівку для її захисту вкладався шар геотекстилю, поверхнева щільність якого складала 300 г/см², а опір проколю-

ванню 4,2 МПа, водопроникністю 45 л/м² сек (рис. 3, с). З'єднання геомембрани відбувалося за допомогою спеціального обладнання для зварювання. Краї геотекстилю та геомембрани заводилися в спеціальну траншею, викопану по периметру земляної дамби та присипалися ґрунтом для утворення спеціального земляного замку. Остаточний вигляд однієї лагуни показано на рис. 3, d.

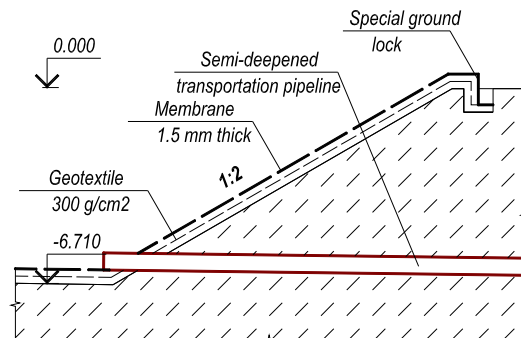


Рис.2.Влаштування основи лагуни відкритого типу

Fig.2. Base arrangement of the open type lagoon

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Розглянуто спеціальну сільськогосподарську споруду – лагуну, що використовується для зберігання відходів продуктів життєдіяльності тварин з їх подальшою переробкою та використанням в якості органічних добрив.

Наведено класифікацію лагун за місцезнаходженням, глибиною, формою та розмірами в плані, характером взаємодії з навколишнім середовищем, матеріалом. Показані основні технологічні операції, що впливають на конструктивні елементи лагун при їх експлуатації. Приведено особливості використання матеріалів для влаштування водонепроникного екрану що забезпечує надійну експлуатацію лагун з урахуванням геоекологічних вимог. Показано практичне використання приведенного матеріалу на прикладі будівництва двох лагун для забезпечення функціонування свиноферми в Україні.

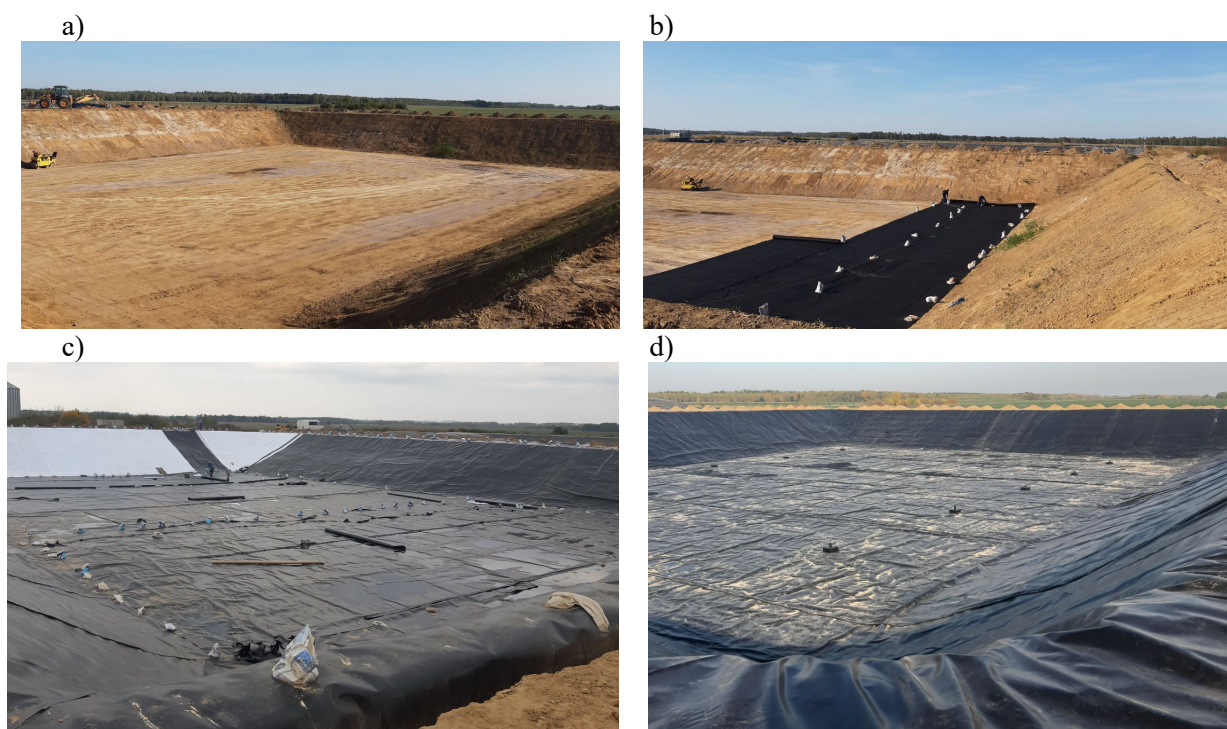


Рис.3.Будівництво лагун: а) влаштування котловану; б) влаштування захисного екрану із геотекстилю на природній основі; в) вкладання гідроізоляційної геомембрани по підготовленому захисному екрану із геотекстилю; д) загальний вигляд збудованої лагуни.

Fig.3. Lagoons construction: a) pit construction; b) installation of a protective screen made of geotextile on a natural basis; c) laying of a waterproofing geomembrane on a prepared protective screen made of geotextile; d) general view of the constructed lagoon.

ЛІТЕРАТУРА

1. Donald L., Charles D. Anaerobic Lagoons for Storage/Treatment of Livestock Manure. Missouri Department of Natural Resources and the Environmental Protection Agency, Region VII. 2000.
2. Design of earthfill embankment dams. [Електронний ресурс] <https://design-of-small-dams.appspot.com/structures>.
3. Jones D. Manure Storage Systems. USA: Purdue University. 2008.
4. Навозохранилище и лагуны для навоза и хранения прочих технических жидкостей и воды. [Електронний ресурс] <https://pvh-membrannaya-krovlya.ru/laguny-i-navozokhranilishha>.
5. Навозохранилище. [Електронний ресурс] <https://www.agro-ferma.ru/dayatelnost/svinarnik/svinarnik-stati/navozokhranilishche>.
6. Методические рекомендации по проектированию систем удаления и переработки навозных стоков на свиномкомплексах промышленного типа / [уклад. : Виноградов В.Н., Сорокін Н.Т., Ильїн І.В. та ін.]. – Москва, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 2009. – 84с.

7. Навозохранилища и резервуары. [Електронний ресурс] <https://agrotex.com.ua/ru/product-category/navozokhranilishha-i-rezervuary>.
8. Системы удаления, обработки, подготовки та використання гною. ВНТП-АПК-09.06. – К.: Мінагрополітики України, 2006.
9. Лагуна для навоза. [Електронний ресурс] <https://hydrozahist.com.ua/obyekt/laguna-dlya-navoza>.
10. Технология укладки геотекстиля TyparSF в дренажных конструкциях. [Електронний ресурс] <https://geosvit.com.ua/am63-tehnologiya-ukladki-geotekstilya-typar-sf-v-landshaftnom-stroitelstve>.
11. Гидроизоляция искусственных водоемов, озер, полигоны ТБО. [Електронний ресурс] <https://bk-giskon.com.ua/gidroizolyacziya-iskusstvennyh-vodoemov>.
12. Геомембрана: все, что нужно знать о материале для гидроизоляции. [Електронний ресурс] <https://www.kp.ru/guide/geomembrana.html>.
13. Технология сварки геомембраны, способы проверки соединения. [Електронний ресурс] <https://svarkoy.ru/teoriya/svarka-geomembrany.html>.
14. Инструкция по проектированию и строительству противифльтрационных устройств

из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов. СН 551-82. – М.: Стройиздат, 1983.

polietilenovoy plenki dlya iskustven-nykh vodoyemov. SN 551-82. – М.: Stroyizdat, 1983 (in Russian).

REFERENCES

1. Donald L., Charles D. (2000) Anaerobic Lagoons for Storage. Treatment of Livestock Manure.
2. Design of earthfill embankment dams. Available at: <https://design-of-small-dams.appspot.com/structures>.
3. Jones D. (2008) Manure Storage Systems. USA: Purdue University.
4. Navozokhranilishche i laguny dlya navoza i khraneniya prochikh tekhnicheskikh zhidkostey i vody. Available at: <https://pvh-membrannaya-krovlya.ru/laguny-i-navozokhranilishha> (in Russian).
5. Navozokhranylyshche. Available at: <https://www.agro-ferma.ru/dayatelnost/svinarnik/svinarnik-stati/navozokhranilishche> (in Russian).
6. Metodicheskiye rekomendatsii po proyektirovaniyu sistem udaleniya i pererabotki navoznykh stokov na svinokompleksakh promyshlennogo tipa / [uklad. : Vinogradov V.N., Sorokin N.T., Il'in I.V. ta in.]. – Mos-kva, Ministerstvo sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii, 2009 – 84с (in Russian).
7. Navozokhranylyshcha y rezervuary. Available at: <https://agrotex.com.ua/ru/product-category/navozokhranilishha-i-rezervuary> (in Russian).
8. Systemy vydaleniya, obrobky, pidhotvky ta vykorystannya hnouy. VNTP-APK-09.06. – K.: Minahropolity-ky Ukrayiny, 2006 (in Ukrainian).
9. Lahuna Dlia Navoza. Available at: <https://hydrozahist.com.ua/obyekt/laguna-dlya-navoza> (in Russian).
10. Tekhnolohiya ukladky heotekstylya TyparSF V drenaznykh konstruktsiyakh. Available at: <https://geosvit.com.ua/am63-tehnologiya-ukladki-geotekstylya-typar-sf-v-landshaftnom-stroitelstve> (in Russian).
11. Gidroizolyatsiya iskusstvennykh vodoyemov, ozer, poligony TBO. Available at: <https://bk-giskon.com.ua/gidroizolyatsiya-iskusstvennykh-vodoyemov> (in Russian).
12. Geomembrana: vse, chto nuzhno znat' o materiale dlya gidroizolyatsii. Available at: <https://www.kp.ru/guide/geomembrana.html> (in Russian).
13. Tekhnologiya svarki geomembrany, sposoby proverki soyedineniya. Available at: <https://svarkoy.ru/teoriya/svarka-geomembrany.html> (in Russian).
14. Instruktsiya po proyektirovaniyu i stroite-l'stvu protivofil'tratsionnykh ustroystv iz

Features of the arrangement of lagoons for agricultural purposes

*Oleg Malyshev,
Andrii Rashchenko,
Tetiana Dyptan,
Yaroslav Senchyshyn*

Summary. At present, in large cities, cities - millionaires, there is a tendency to build a large volume of residential multi-storey buildings entertainment complexes on undeveloped, free from construction areas of urban territory To meet the food needs of the population, it becomes necessary to create large livestock complexes. Ukraine, having a significant natural resource, has created conditions for the arrival of large international investors. That's why in recent years, there is a renewal of material and technical agricultural base, which contributes to the revival of almost abandoned in the 90s, one of the main activities and specialization of our country - agriculture, which allows to assure the needs of the population and industry of our and neighboring countries with quality organic products and materials. In such conditions, modernization, renewal, re-equipment of not only outdated, inefficient equipment, but also production processes, and as a consequence of buildings, structures, complexes. This leads to the emergence of new engineering objects, classification, features of construction, design and operation of which need to be studied, covered in the literature, taken into account at different stages of their operation.

"Lagoons" is one of such objects. This publication presents the main definition of a special agricultural building - lagoon, presents their classification by various parameters: location, depth, shape and size in plan, in terms of interaction with the environment, by material. The main technological processes influencing the design, construction and operation of lagoons are given. The basic requirements to materials (geotextiles, geomembrane), and also the basic requirements to their storage, use and the device at creation of waterproof screens at construction of lagoons are reflected.

Key words. Earth dam, natural slope, pit, agriculture, lagoon, shelter, storage, geoecology, environment, waterproofing, waterproof screen, geotextile, geomembrane.