

УДК 621.879.328

ДОСЛІДЖЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ ЛИПКИХ ГРУНТІВШАТОВ С. В.¹, *д.т.н, доц.*ДОЙНОВ О. О.^{2*}, *магістрант.*

¹ Кафедра будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547.

^{2*} Кафедра будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 756-33-73, e-mail: sdm@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-9226-4358.

Анотація. Постановка проблеми. На ефективність виробництва земляних робіт значення мають характеристики ґрунтів, зокрема їх вологість та липкість. Крім будівництва, необхідність розробки липких ґрунтів є у сфері покращення здоров'я людей - при здобичі лікувальних грязей (пелоїдів). Одним з найбільших родовищ пелоїдів є озеро Солоний лиман. Головний недолік відомих видів обладнання та технологій забору лікувальних грязей – наявність обводненого середовища для переміщення засобів по його поверхні. **Мета.** Удосконалення обладнання з розробки лікувальних грязей озера Солоний лиман. **Висновок.** Виконаний аналіз технологічних схем та обладнання розробки пелоїдів (лікувальних грязей). Проведенні експериментальні дослідження моделі скреперного ковша показали його працездатність та стабільне його положення при зрізанні шару середовища у діапазоні 5 – 20 мм. Спроектований комплекс обладнання здобичі лікувальних грязей, який забезпечує їх розробку та переміщення у робочу зону діючого навантажувача.

Ключові слова: лікувальні грязі; пелоїди; екологічна розробка; обладнання; скреперний ківш; рейферний навантажувач.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЛИПКИХ ГРУНТОВШАТОВ С. В.^{1*}, *д.т.н, доц.,*ДОЙНОВ А. А.², *магістрант*

¹ Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547.

^{2*} Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056) 756-33-73, e-mail: sdm@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-9226-4358.

Аннотация. Постановка проблемы. На эффективность производства земляных работ значение имеют характеристики ґрунтов, в частности их влажность и липкость. Кроме строительства, необходимость разработки липких ґрунтов есть в сфере улучшения здоровья людей - при добыче лечебных грязей (пелоидов). Одним из наибольших месторождений пелоидов является озеро Солоний лиман. Главный недостаток известных видов оборудования и технологий забора лечебных грязей – наличие обводненной среды для перемещения средств по его поверхности. **Цель.** Усовершенствование оборудования из разработки лечебных грязей озера Солоний лиман. **Вывод.** Выполнен анализ технологических схем и оборудования разработки пелоидов (лечебных грязей). Проведенные экспериментальные исследования модели скреперного ковша показали его работоспособность и стабильное его положение при срезании слоя среды в диапазоне 5 – 20 мм. Спроектирован комплекс оборудования добычи лечебных грязей, который обеспечивает их разработку и перемещение в рабочую зону действующего погрузчика.

Ключевые слова: лечебные грязи; пелоиды; экологическая разработка; оборудование; скреперный кувш; рейферный погрузчик.

RESEARCH OF EQUIPMENT FOR DEVELOPMENT OF STICKY SOILSSHATOV S. V.¹, *Doctor of Technical Sciences, As. Professor.*DOJNOV A. A.^{2*}, *Master's Degree.*

¹ Department build and road wave, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547.

^{2*} Department build and road wave, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: sdm@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-9226-4358.

Summary. Raising of problem. On efficiency of production of earthworks it is mattered description of soils, in particular their humidity and adhesiveness. Except for building, a necessity of development of sticky soils is in the field of improvement of health of people - at the booty of medical dirt (peloids). One of most deposits of peloids is a lake the Salt estuary. A main lack of the known types of equipment and technologies of fence of medical dirt is a presence of a lot of water environment for moving of facilities on his surface **Purpose.** An improvement of equipment from development of medical dirt of lake is the Salt estuary. **Conclusion.** The analysis of flowsheets and equipment of development of peloids is executed (medical dirt). The conducted experimental researches of model of dragshovel scoop were rotined by his capacity and his stable position at cutting away of layer environments in a range 5 – 20 мм the complex of equipment of booty of medical dirt is Projected, which provides their development and transferring to the working area of operating loader.

Keywords: medical muds; peloids; ecological development; equipment; dragshovel scoop; clamshell loader.

Проблема. У будівництві значний обсяг займають земляні роботи. На ефективність їх виконання велике значення мають характеристики ґрунтів, зокрема їх вологість та липкість [11]. Ці показники у значній мірі пов'язані з наявністю у структурі ґрунтів рідини. Крім будівництва, необхідність розробки липких ґрунтів є у сфері покращення здоров'я людей - при здобичі лікувальних грязей (пелоїдів).

Одним з найбільших родовищ пелоїдів є озеро Солоний лиман розташоване поруч з селом Новотроїцьке Новомосковського району. Лікувальний процес здійснює Дніпропетровська обласна фізіотерапевтична лікарня «Солоний лиман», який передбачає здобич, транспортування, переробку та використання лікувальної грязі цього озера. Розробка родовища обумовлена вимогами нормативної документації, що діє в Україні, та повинна забезпечити екологічний захист родовища від виснаження та забруднення при зберіганні природної якості та хімічного складу грязей. Тому актуальною проблемою є удосконалення комплексу технологічного обладнання з екологічної розробки лікувальних грязей озера Солоний лиман.

Аналіз публікацій. Технологічний план розробки ділянки запасів лікувальної грязі у межах площі з визначеним промисловим значенням наведений на рисунку 1 [14].

Початок розробки лікувальних грязей озера Солоний лиман пов'язаний з використанням найпростіших засобів – лопат та різних ємкостей.

З 2001 р. лікувальні грязі видобуваються за допомогою грейферного навантажувача, який переміщається на рейковому механізмі по дамбі між озерами Солоний лиман та Лужне (рис. 2). Технологією передбачається

дотримання вимог по забезпеченню відсутності шкідливих дій на навколишнє середовище [3 – 10], в першу чергу на запаси пелоїдів, а також використання технологічного обладнання з сезонною здобиччю лікувальних грязей (весна, осінь) за наявності обводненого середовища.

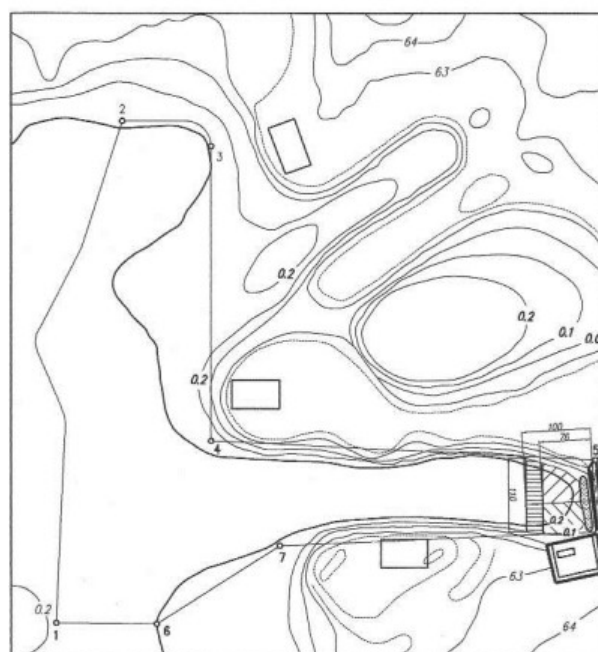


Рис. 1. Топографічний план та межі відводу розробки лікувальних грязей (1 – 7).

Навантажувач в робочому положенні знаходиться проти ділянки родовища, що розроблюється (рис. 2, а). Грейфером ємкістю 0,15 м³ забирається лікувальна грязь на відстані довжини стріли навантажувача 40 м. Вантажним візком разом з грейфером вона переноситься до місця розвантаження та розвантажується у транспортний засіб (самоскид), яким доставляється у грязелікарню на процедури (рис. 2, б).



а



б

Рис. 2. Розробка пелоїдів навантажувачем:
а – загальний вигляд; б – транспортування самоскидом.

Продуктивність грейферного навантажувача складає $3 \text{ м}^3/\text{годину}$ ($300 \text{ м}^3/\text{місяць}$ для родовища Солоний)

Зараз запаси лікувальної грязі у робочому просторі грейфера вичерпані. Виникла потреба у реконструкції забору лікувальної грязі поза зоною дії навантажувача (40 м та більше від навантажувача) і переміщення її до нього. Вимоги до технології здобичі лікувальних грязей передбачають:

- наявність рівня води в озері $0,01..0,5 \text{ м}$;
- необхідність залишати охоронний шар пелоїдів $0,1 \text{ м}$ для їх відновлення;
- дотримання вимог по екології.

У процесі дослідження був розглянутий досвід розробки пелоїдів [12 – 16]. Існує значна різноманітність обладнання для здобичі лікувальних грязей. Головним чином найбільш поширені технологічні схеми, що використовують гідромеханічні методи забору пелоїдів (рис. 3).

Це різного типу механічні розпушувачі грязей шнекового, фрезерного та інших

видів (рис. 3, б), а також всмоктуючі насоси. Розташоване обладнання на плавучих засобах (рис. 3, а), у якості яких можуть бути використані платформи, кораблі та інша техніка. Гідромеханічні засоби забезпечують розробку лікувальних грязей та їх транспортування по трубопроводам до місця споживання.



а



б

Рис. 3. Гідромеханічні засоби для розробки пелоїдів :
а – загальний вигляд; б – фрезерне робоче обладнання.

Головний недолік розглянутих видів обладнання та технологій забору лікувальних грязей – наявність обводненого середовища для переміщення засобів по його поверхні.

Метою досліджень є удосконалення обладнання з розробки лікувальних грязей озера Солоний лиман.

Результати дослідження. Розроблений проект здобичі пелоїдів озера Солоний лиман (рис. 4), передбачає застосування скреперного приводного ковша 1 на гнучких канатах 2 та 4. Приводна лебідка 3 канатів розташовується на нижній балці існуючого грейферного навантажувача 13. Зворотний канат 4 огинає блок, розташований на

кадетці 5, яка встановлена з можливістю переміщення по несному канаті 6. Несний канат 6 закріплений на анкерних опорах 7 і 9, встановлених на відстані 160 м на межі зони, що розробляється. Стійкість анкерних опор забезпечують бетонні баласты 8 та 10 вагою по 2 т кожний. Для зниження провисання несного канату 6 по його осі встановлені проміжні опори 11, виконані з деревини. Лікувальна грязь розвантажується у самоскид.

Реалізація запропонованої схеми екологічної здобичі пелоїдів передбачає наступний склад технологічного обладнання:

- приводна лебідка;

- скреперний ківш;
- каретка ковша;
- анкерні опори;
- проміжні опори;
- канати: - ковша: тяговий та зворотний;
- каретки: несний та переміщення.

Приводна лебідка 3 виконана з двома барабанами для намотування канатів ковша: тягового 2 та зворотного 4. Привід лебідки електричний від електромережі навантажувача з управлінням із його кабіни. У зв'язку з сезонною здобиччю пелоїдів передбачено змінне кріплення лебідки до нижньої балки навантажувача.

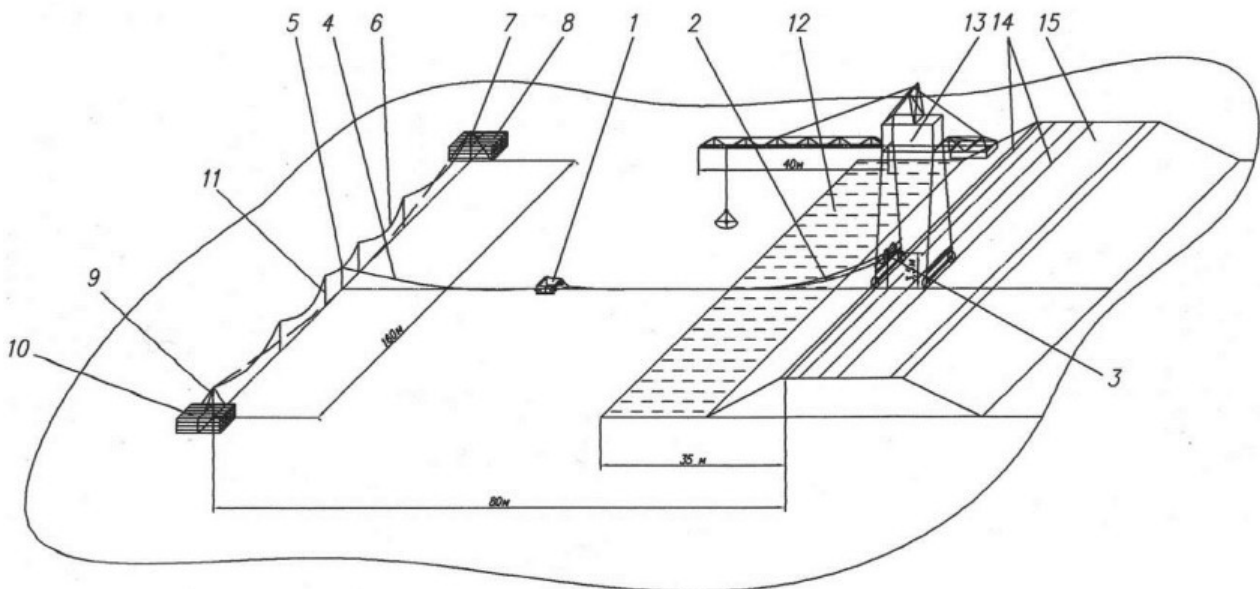


Рис. 4. Схема зони забору лікувальної грязі: 1 - скреперний ківш; 2 - тяговий канат; 3 - приводна лебідка; 4 - зворотний канат; 5 - каретка; 6 - несучий канат; 7, 9 - анкерна опора; 8, 10 - баласт; 11 - проміжна опора; 12 - родовище; 13 - рейферний навантажувач; 14 - рейки; 15 - дамба.

З метою створення конструкції скреперного ковша були проведені експериментальні дослідження на його моделі безпосередньо при розробці лікувальних грязей на озері Солоний лиман (рис. 5). Ківш мав прямокутну конструкцію у вигляді задньої і бічних стінок (одна прозора). Днище відсутнє. На передній частині ковша закріплений тяговий канат. З

боків ковша встановлені опорні лижі. Товщина шару лікувальної грязі, що зрізалася, 5...20 мм. Дослідження показали його працездатність та доцільність встановлення на ковші опорних лиж, які забезпечили стабільне його положення при зрізанні шару середовища (рис. 5, е), а також необхідність очищення задньої стінки від ґрунту, який налип.



Рис. 5. Дослідження розробки лікувальних грязей моделлю скреперного ковша: а – загальний вигляд моделі; б, в, г – етапи розробки; д, е – наслідки розробки шару пелоїдів.

За результатами досліджень був спроектований скреперний ківш місткістю 0,2 м³ та шириною різання 1,0м (рис. 6). На передній частині ковша закріплений тяговий канат, а на тильній стороні задньої стінки – зворотний канат. Другі кінці цих канатів закріплені на барабанах приводної лебідки. З боків ковша встановлені опорні лижі з регуляторами товщини шару лікувальної грязі, що зрізається.

Для очищення задньої стінки в кінці переміщення пелоїдів на ній встановлений відсікач, який діє автоматично в залежності від натягнення канатів. Передбачається товщина шару лікувальної грязі, що зрізається, в діапазоні 20 – 100 мм.

Виконання обладнання з найменшим контактом з розробленим середовищем (підвіска ковша на канатах) та з матеріалів, що не змінюють склад пелоїдів, дозволило

виконати вимоги до здобичі пелоїдів. Технологія виробництва робіт та робоча документація складових частин обладнання спроектована з використанням програм КОМПАС та AutoCAD.

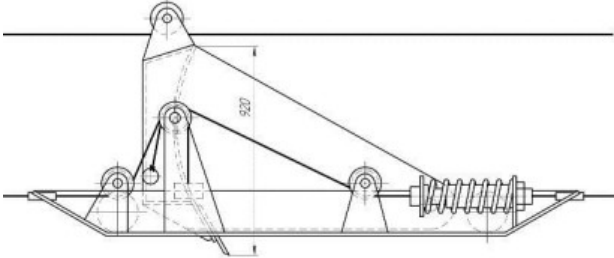


Рис. 6. Скреперне обладнання.

Розроблений проект технологічної схеми та обладнання забезпечить екологічну розробку лікувальних грязей на площі $160 \times 45 \text{ м}^2$ із перспективним обсягом здобичі 2016 м^3 ($160 \times 45 \times 0,28$) та їх переміщення у зону дії грейферного навантажувача для використання існуючої доставки пелоїдів у лікарню. У майбутньому площа розробки пелоїдів може бути збільшена за рахунок

перестановки опор 7, 9 та 11 (рис. 4) на наступну ділянку родовища.

Висновки. 1. Виконаний аналіз технологічних схем та обладнання розробки пелоїдів (лікувальних грязей). Головний недолік розглянутих видів обладнання та технологій забору лікувальних грязей – наявність обводненого середовища для переміщення засобів по його поверхні.

2. Розроблений топографічний план проекту екологічної розробки родовища лікувальних грязей озера Солоний лиман.

3. Проведенні експериментальні дослідження моделі скреперного ковша показали його працездатність та стабільне його положення при зрізанні шару середовища у діапазоні 5 – 20 мм.

4. Спроекований комплекс обладнання здобичі лікувальних грязей, який забезпечує їх розробку та переміщення у робочу зону діючого навантажувача.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3-х томах. Том 1. – М.: Машиностроение, 1980. – 564 с.
2. Гарбузов З. Е. Экскаваторы непрерывного действия / З. Е. Гарбузов, В. М. Донской – М.: Высш. школа, 1987. – 288 с.
3. Державні будівельні норми ДБН В.1.2-14-2008. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. - К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 27 с.
4. Державні будівельні норми ДБН В. 2.2-10-2001. Заклади охорони здоров'я. – На заміну СН 535-81 ; надано чинності 2001-04-01. - К.: Держбуд України, 2002. – 14 с.
5. Державні будівельні норми ДБН А.2.1-1-2008. Інженерні вишукування для будівництва. - К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 24 с.
6. Державні будівельні норми ДБН В. 1.2-2-2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – На заміну СНиП 2.01.07-85 ; надано чинності 2007-01-01. - К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 34 с.
7. Державний стандарт України ДСТУ Б А.2.4-4-99. Основні вимоги до проектної та робочої документації. – На заміну ДСТУ Б А.2.4-4-95 ; надано чинності 1999-10-01. - К.: Держбуд України, 2000. – 24 с.
8. Державні будівельні норми ДБН В.3.2-2-2009. Реконструкція, ремонт, реставрація об'єктів будівництва. Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 17 с.
9. Державні будівельні норми ДБН А.2.2-3-2004. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва. – На заміну ДБН А.2.2-3-97 ; надано чинності 2004-07-01. - К.: Держбуд України, 2004. – 44 с.
10. Державні будівельні норми ДБН А.2.2-1-2003. Состав и содержание материалов оценки воздействий на окружающую среду (ОВОС) при проектировании и строительстве предприятий, зданий и сооружений. – На заміну ДБН А.2.2-1-95 ; надано чинності 2004-04-01. - К.: Держбуд України, 2004. – 66 с.
11. Машины для земляных работ: учебник / Л. А. Хмара, С. В. Кравець, М. П. Скоблюк та ін.; за заг. ред. Л. А. Хмари та С. В. Кравця. – Харків: ХНАДУ, 2014. – 548 с.
12. Підійомно-транспортні машини: Розрахунки підйомальних і транспортувальних машин. Підручник // В. С. Бондарев, О. І. Дубинець, М. П. Колісник та ін. – К.: Вища школа, 2009. – 734 с.
13. Строительная, дорожная и специальная техника отечественного производства. Краткий справочник / А. А. Глазков, Н. А. Манаков, А. В. Панкратов – М.: ЗАО «Бизнес-Арсенал», 2000. – 816 с.

14. Технологічна схема розробки ділянки Солонолиманського родовища - лікувальних мулових грязей / Придніпровська гідрогеологічна партія. – Павлоград: КЗ «Південукргеологія», 2003. – 108 с.
15. Чернеца В. И. Краткий справочник по грузоподъемным машинам / В. И. Чернеца, И. Я. Мазуренко. – К.: Техніка, 1981. – 360 с.
16. Шивов Л. Г. Дистанционное и автоматическое управления скреперными лебедками / Л. Г. Шивов, В. П. Гусарова. – М.: Машиностроение, 1967. – 181 с.

REFERENCES

1. Anurev V.Y. *Spravochnyk konstruktora – mashyny po stroytelnoi tekhnike* [Reference book of constructor-machines of construction technic]. Moscow, Mashynostroenye Publ., 1980. 564 p. (in Russian).
2. Garbuzov Z.E. and Doskoij V.M. *Ekskavatori neprerivnogo deystviya* [Power-shovels of continuous action]. Moscow: Higher school, 1987, 288 p. (in Russian).
3. DBN V. 1.2-14-2008. *Zahalni pryntsyty zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel, sporud, budivelnikh konstruksii ta osnov*. [State construction norms 1.2-14-2008. General principles of providing of reliability and constructive safety of buildings, structures and foundations]. Kyiv, Minrehionbud Ukrainy, 2008. 27 p. (in Ukrainian).
4. DBN V. 2.2-10-2001. *Zaklady okhorony zdorovia*. [Establishments of healthcare]. Kyiv, Derzhbud Ukrainy, 2002. 14 p. (in Ukrainian).
5. DBN A. 2.1-1-2008. *Inzhenerni vyshukuvannia dlia budivnytstva*. [Engineering survey for construction]. Kyiv, Minrehionbud Ukrainy, 2008. 24 p. (in Ukrainian).
6. DBN V. 1.2-2-2006. *Navantazhennia i vplyvy. Normy proektuvannia*. [Load and effects. Design standards]. Kyiv, Minrehionbud Ukrainy, 2006. 34 p. (in Ukrainian).
7. DSTU B A.2.4-4-99. *Osnovni vymohy do proektnoi ta robochoi dokumentatsii*. [Basic requirements for design and working documents]. Kyiv, Derzhbud Ukrainy, 2000. 24 p. (in Ukrainian).
8. DBN V.3.2-2-2009. *Rekonstruksiia, remont, restavratsiia ob'ektiv budivnytstva. Zhytlovi budynky. Rekonstruksiia ta kapitalnyi remont*. [Reconstruction, repair, restoration of construction objects. Residential buildings. The reconstruction and capital repair]. Kyiv, Minrehionbud Ukrainy, 2009. 17 p. (in Ukrainian).
9. DBN A.2.2-3-2004. *Skład, poriadok rozroblennia, pohodzhennia ta zatverdzhennia proektnoi dokumentatsii dlia budivnytstva*. [Drawing up, development, coordination and approval of project documentation for construction]. Kyiv, Derzhbud Ukrainy, 2004. – 44 p. (in Ukrainian).
10. DBN A.2.2-1-2003. *Sostav i sodержanie materiyalov otsenky vozdeystviya na okruzhaiushchuiu sredu (OVOS) pri proektyrovani i stroitelstve predpriatii, zdani i sooruzhenii*. [The composition and content of the materials of assessment of influence on environmental (AIE) for the design and construction of enterprises, buildings and structures]. Kyiv, Derzhbud Ukrainy, 2004. – 66 p. (in Ukrainian).
11. Khmara L. A., Kravets S.V. and Skobluk N.P. *Mashini dlia zemlyanich rabot* [Machines are for earthworks: textbook]. Kharkov: KhNARU, 2014, 548 p. (in Ukrainian).
12. Bondariev V.S., Dubynets O.I., Kolisnyk M.P. *Pidiomno-transportni mashyny: Rozrakhunky pidiimnykh i transportovalnykh mashyn* [Engineering survey for construction]. Kyiv, Vyshcha shkola Publ., 2009. 734 p. (in Ukrainian).
13. Glazkov A.A., Manakov N.A. and Pankratov A.V. *Stroitel'naya, dorognaya i spetsial'naya tekhnika oteshestvenogo proizvodstva. Kratkiiy spravochnik* [Build, travelling and special technique of domestic production. Short reference book]. Moscow: Business-Arsenal, 2000, 816 p. (in Russian).
14. Prydnipravska hidroheolohichna partiia. *Tekhnolohichna skhema rozrobky dilianky Solonolymanskoho rodovyshcha - likovalnykh mulovykh hriazei* [Technological scheme of development of areas of Solonolyi Lyman deposits of silt therapeutic mud]. Pavlohrad, Pivdenukrheolohiia, 2003.–108 p. (in Ukrainian).
15. Chernetsa V.Y. Mazurenko Y.Ya. *Kratkyi spravochnik po hruzopodjemnym mashynam* [Short reference book about lifting machines]. Kyiv, Tekhnika Publ., 1981. 360 p. (in Ukrainian).
16. Shyvov L.H., Husarova V.P. *Dystantsyonnoe y avtomaticheskoe upravleniia skrepernymi lebedkami* [Short reference book about lifting machines]. Moscow, Mashynostroenye Publ., 1967. 181 p. (in Russian).