

УДК 624.073

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.6.19>

ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВІДКРИТОГО СКЛАДСЬКОГО МАЙДАНЧИКА

Романенко С.М. – старший викладач кафедри будівництва
Херсонського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0002-0443-3896

Розвиток діяльності українських річкових портів можливий завдяки розширенню номенклатури логістичних послуг, що надаються.

Для успішного функціонування, підвищення якості обслуговування, повного задоволення попиту на роботи й послуги, пов'язані з перевезеннями й перевантаженнями на внутрішніх водних шляхах України, а також для визначення стратегії подальшого розвитку підприємства існує доцільність у створенні логістичних центрів.

У статті розглядаються питання, пов'язані зі створенням підприємств логістичного центру з удосконаленням вантажної роботи, яке спрямовано на повне задоволення попиту на перевезення вантажів, підвищення якості надання послуг і розвиток підприємницької діяльності.

Для здійснення перевантаження та зберігання матеріалів на території підприємства передбачається будівництво нового відкритого складського майданчика з монолітним цементобетонним покриттям і системою дощоприймальних колодязів і лотків, розташованого на території причалу, обладнаного крановими коліями й залізничними шляхами.

Метою дослідження є розрахунок у програмному комплексі «Ліра САПР 2019» монолітної цементобетонної плити відкритого складського майданчика, розташованого на одному планувальному рівні з автомобільною дорогою.

Конструювання покриття виконувалось з урахуванням величини й характеру прикладання навантажень, кліматичних, гідрологічних, санітарно-гігієнічних вимог, а також наявності місцевих будівельних матеріалів.

Проектування монолітного цементобетонного покриття здійснюють згідно із чинними будівельними нормами в такій послідовності:

1. Збір необхідних даних для розрахунку (навантаження, об'ємно-конструктивні рішення).

2. Розрахунок армування плити.

3. Розробка робочих креслень розрахованої конструкції.

Результати проведених досліджень використані під час розробки проектно-кошторисної документації.

Ключові слова: монолітне цементобетонне покриття, навантаження, композитна арматура.

Romanenko S.M. Design and calculation of an open warehouse

The development of Ukrainian river ports is possible due to the expansion of the range of logistics services provided.

For successful operation, improving the quality of service, full satisfaction of demand for works and services related to transportation and transshipment on inland waterways of Ukraine, as well as to determine the strategy of further development of the enterprise, it is advisable to create logistics centers.

The article considers the issues related to the creation of a logistics center at the enterprise with the improvement of freight operations, which is aimed at fully meeting the demand for freight transportation, improving the quality of services and business development.

To carry out reloading and storage of materials on the territory of the enterprise it is planned to build a new open warehouse with a monolithic cement-concrete coating with a system of rain-water wells and trays, located on the berth, equipped with crane tracks and railways.

The purpose of the study is to calculate in the software package "Lira CAD 2019" monolithic cement-concrete slab of an open warehouse, located on the same planning level with the highway.

The design of the coating was performed taking into account the size and nature of the application of loads, climatic, hydrological, sanitary and hygienic requirements, as well as the availability of local building materials.

Design of monolithic cement-concrete covering is carried out according to operating building norms in the following sequence:

- 1. Collection of necessary data for calculation (load, volume-design decisions).*
- 2. Calculation of plate reinforcement.*
- 3. Development of working drawings of the calculated design.*

The results of the research were used in the development of design and estimate documentation.

Key words: *monolithic cement-concrete covering, loading, composite reinforcement.*

Вступ. Водний транспорт відіграє значну роль в економіці багатьох країн. Зокрема, за показниками енерговитрат річковий транспорт майже в 5 разів ефективніше залізничного транспорту й майже в 10 разів – автомобільного, забезпечуючи при цьому ще й низьку собівартість перевезень.

Причальні споруди забезпечують можливість підходу, швартування та безпечну стоянку суден біля рейдових і берегових причальних комплексів і можливість виконання перевантажувальних операцій [1].

Конструкції причальних споруд настільки складні і різноманітні, що в даний час не існує їх суворої загальноприйнятої класифікації. Часто застосовуються комбіновані причальні споруди – в одному і тому ж спорудженні застосовуються конструктивні елементи різних типів. Для експлуатаційної діяльності портів істотного значення має спеціалізація причалів. Залежно від роду вантажу, напрямку вантажопотоку, розміру суден і ряду інших чинників нормами технологічного проектування портів передбачена спеціалізація (класифікація) причалів по вантажним районам.

Причали для штучних вантажів, металовиробів та обладнання, навалочних вантажів потребують значної площі складування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Конструювання покриттів портової території необхідно виконувати з урахуванням величини та характеру застосування навантажень, кліматичних, гідрологічних, санітарно-гігієнічних вимог. необхідно керуватися будівельними нормами та правилами, державними стандартами та іншими нормативними документами, що регламентують вимоги до матеріалів та правил виконання будівельних робіт.

Усі внутрішньопортові вантажні оперативні та складські майданчики, проїзди, дороги та під'їзди повинні мати вдосконалені постійні покриття, тип та вид яких залежно від їхнього технологічного призначення, як правило, виконуються з монолітного цементобетонного покриття, асфальтобетонне або зі збірних залізобетонних плит.

Аналізуючи світовий досвід будівництва цементобетонних доріг набули поширення три типи монолітних цементобетонних покриттів [2]: цементобетон із поперечними швами на відстані близько 5 м один від одного зі сталевими штирями в поперечних швах і з анкерними штирями в поздовжніх (JRCP – Jointed plain concrete pavement) - цементобетонні покриття звичайного типу [2; 3]; армований цементобетон (залізобетон) з поперечними швами на відстані від 9 до 12 м зі сталеву сіткою, яка повинна стримувати розкриття поперечних тріщин, і зі сталевими штирями в поперечних швах і з анкерними штирями в поздовжніх (JRCP – Jointed reinforced concrete pavement) та неперервноармований цементобетон без поперечних швів, у якому арматури більше, ніж в армованому цементобетоні (CRCP – Continuously reinforced concrete pavement) [2; 4].

У вітчизняній дорожній практиці значний внесок з підвищення довговічності цементобетонного покриття автомобільних доріг від впливу усадки

цементобетону, зміни температури та дії пневматичних коліс транспортних засобів, внесли такі вчені: І.П. Бабяк, В.В. Болотін, І.П. Гамеляк, В.І. Гуляєв, О.Л. Дворкін, Л.Б. Каменецкий, П.В. Кривенко, Ю.Ф. Левицький, В.А. Малицький, А.В. Мішугін, А.М. Онищенко, О.В. Панченко, А.В. Перельмутер, В.Я. Савенко, М.А. Саницький, Я.М. Якименко, В.М. Нагайчук, Р.Ф. Рунова, В.О. Чернигов, С.М. Толмачев, В.В. Чистяков, А. Goldbeck, E. Winkler, H. Westergaard та інші дослідники.

Використання неметалевої композитної арматури в бетонних конструкціях займалися вчені А.М. Бамбура, А.Я. Барашиков, Ю.М. Вильдановський, Ю.А. Климов, В.М. Канюк, Д.В. Кузеванов, К.В. Михайлов, І.І. Овчинников, Б.М. Ониськів, О.С. Солдатченко, L. Bank, V.V. Brik, E. Fares та інші.

Постановка проблеми. Приватне акціонерне товариство (далі – ПрАТ) «Херсонський комбінат хлібопродуктів» (далі – «Херсонський КХП») надає послуги з перевезення сипучих мінерально-будівельних вантажів, вантажів у біг-бегах, послуги зважування та зберігання вантажів. Ураховуючи перспективи розвитку логістичної діяльності операторів річкових вантажних перевезень, стратегією розвитку ПрАТ «Херсонський КХП» є забезпечення розвитку та ефективної діяльності щодо організації та надання перевалочних (перевантажувальних) та інших послуг з метою отримання прибутку.

Для здійснення логістичної діяльності підприємством вирішено побудувати новий складський відкритий майданчик для перевалки експортних вантажів з залізничного та автотранспорту на водний транспорт.

Мета дослідження. Метою досліджень є визначення розміру складського відкритого майданчика, можливого допустимого навантаження на покриття від матеріалів та розрахунок монолітного цементобетонного покриття в програмному комплексі «Ліра САПР 2019». Запроектувати складський відкритий майданчик згідно з вимогами санітарного й природоохоронного законодавства України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основним об'єктом будівництва є: улаштування відкритого складського майданчика біля причалу № 8 і № 9 на території ПрАТ «Херсонський КХП» за адресом: м. Херсон вул. Порт-елеватор, 5.

Призначенням об'єкту є перспектива забезпечення вантажно-розвантажувальних і складських робіт з приймання, зберігання і відвантаження різних експортних вантажів на перевантажувальному комплексі причалу № 8 і № 9. Причал обладнаний крановими коліями з встановленням на вантажному фронті порталного крану. Система зливовідведення вирішена системою дощоприймальних колодязів та лотків.

Досліджуваний майданчик під будівництво відкритого складського майданчику з півдня-сходу обмежений прямовисною стіною причалу, з північно-заходу – фундаментом зруйнованого будинку складу і існуючими залізничними під'їзними шляхами (рис. 1).

Робочою документацією передбачається будівництво відкритого складського майданчика на одному планувальному рівні з автомобільною дорогою. Склади призначені для прийому, розміщення, оперативного зберігання, накопичення, підготовки та формування партій вантажів.

Основними параметрами складу є площа, місткість і допустима технологічна навантаження від закладеного вантажу на покриття складу.

Площа відкритого складу комплектації $P_{осв}$ квадратних метрах визначалась за формулою:

$$P_{ос} = \frac{E_{ос}}{g \cdot K_{и}}, \quad (1)$$

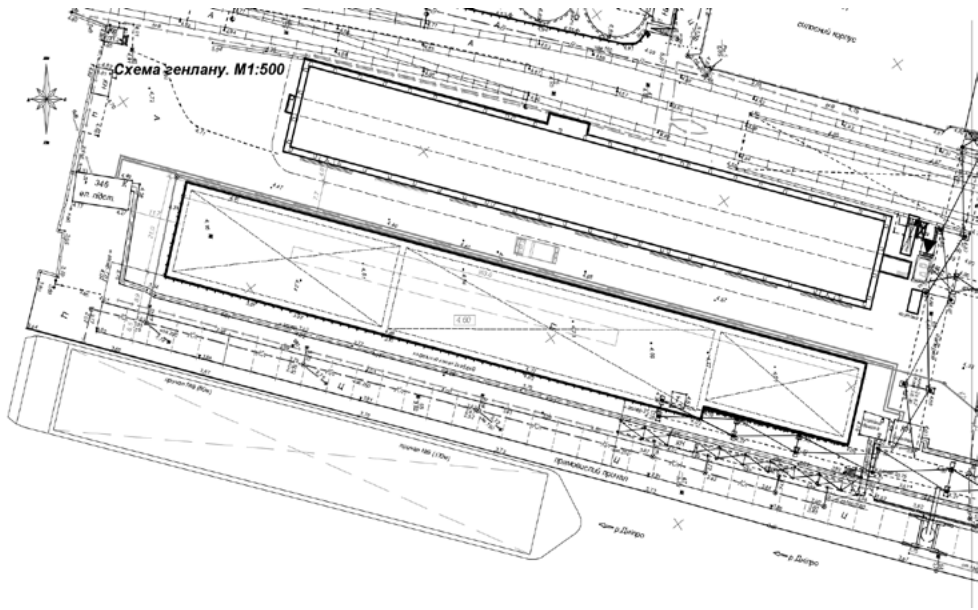


Рис. 1. Схема розміщення відкритого складського майданчика на території підприємства

де: E_{oc} – місткість відкритого складу, т;
 q – технічне навантаження від складованого вантажу, 4,0 тс/кв. м (в залежності від виду складу і характеру вантажу q приймають за таблицями);

K_u – коефіцієнт використання площі відкритих складів: в зоні дії порталних кранів і перевантажувачів – 0,8; поза зоною дії порталних кранів і перевантажувачів – 0,7.

Розрахункова місткість складу в тонах визначається за формулою:

$$E = k + e_3, \quad (2)$$

де: k – коефіцієнт складності вихідного вантажопотоку, що враховує необхідне перевищення наявної кількості вантажу в зв'язку з вимогами раціонального завантаження судна і можливим невідповідністю вантажу і судна по портам призначення, приймають рівним 1,3;

D – чиста вантажопідйомність розрахункового судна, прийнята згідно таблиці 2, т;

e_3 – запас місткості, т.

Таблиця 2

Вантажомісткість судна

Найменування судна	Довжина / ширина судна, м	Вантажомісткість судна по cargo plan, ум. т	Розрахунковий об'єм трюмів, м ³
“M. IZMIR”	111,6 / 18,0	5 700	8 142,9
“BAHAR K”	120,6 / 17,0	7 900	11 285,7
“ALTENAVI”	107,55 / 16,4	6 400	9 142,8
“PHRYGIA”	116,03 / 13,0	3 000	4 285,7

Запас місткості визначають за формулою

$$e_3 = P \cdot n, \quad (1.3)$$

де: P – інтенсивність вантажних робіт на причалі по найбільшому розрахунковому судну, т / сут;

n – нормативний запас часу. За рівномірної роботи залізничного транспорту, що не залежить від режиму підходу судів, нормативний запас приймають рівним 2 діб, а при нерегулярному судноплавстві – 4 діб.

У всіх випадках місткість прикордонного складу на одному причалі повинна бути в межах:

$$1,3D < E < 2,5D.$$

Згідно з даними, наданими підприємством, виконано розрахунок відкритих складів для матеріалів і прийнято 3 відкритих складських майданчика (рис. 2).

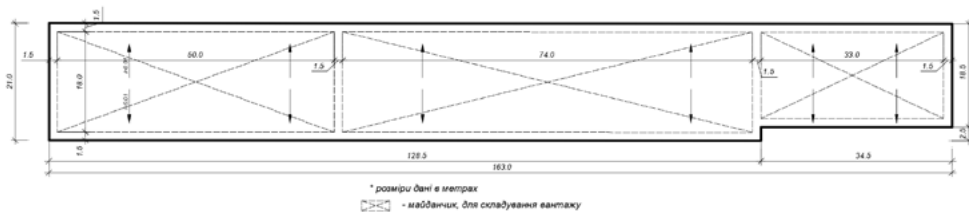


Рис. 2. План відкритого складського майданчика

Між штабелями на складах передбачені проходи шириною не менше 1 м і проїзди, ширина яких залежить від габаритів транспортних засобів і вантажно-розвантажувальних механізмів.

Зовнішні мережі дощової каналізації та очисні споруди розроблені за завданням на проектування. Проектом передбачається прокладання нових мереж дощової каналізації з поліетиленових труб діаметром 200–160 мм на території підприємства за ДСТУ Б В.2.7-151:2008, ДБН В.2.5-75-2013, ДСТУ Б В.2.5-32:2007.

Планування землі та покриття складського майданчика передбачено з ухилом до дощоприймальних решіток в колодязях ДК-1-ДК-5 та до наявних.

Очищенню від нафтопродуктів і зважених речовин підлягають всі забруднені поверхневі стоки з територій відкритих складів і під'їзних доріг вантажних причалів. Очищені дощові стоки використовуються на полив території і інші технологічні потреби.

Зберігання вантажів, представлених в таблиці 1, передбачено на майданчиках відкритих складів.

Кількість вантажів, що укладаються на 1 кв. м площі відкритих складів, визначається умовами складських робіт, що допускаються навантаженнями на покриття складу і вимогами збереження вантажу і його упаковки. Середня маса вантажу, що укладається на 1 кв. м площі складу, зайнятої під складування, розрахована на навантаження 12 т/м².

Всі внутрішні портові вантажні оперативні та складські майданчики, проїзди, дороги і під'їзди повинні мати вдосконалені постійні покриття, тип і вид яких в залежності від їх технологічного призначення, як правило, приймають монолітні цементобетонні.

Конструкції покриттів повинні відповідати таким вимогам:

– мати міцність, що забезпечує надійну і довговічну експлуатацію при прийнятих розрахункових (рухливих, статичних) навантаженнях;

Таблиця 1

Перелік матеріалів для складування

Кут природного ухилу	Вантаж насипом	Висота насипу, м	Розрахунковий обсяг, м ³	Примітки
20°	Цемент	4,6	5575,2	Питома вага 0,9-1,6 т/м ³
30°	Аміачна селітра	6,9	8362,8	Питома вага 0,86 - 1,1 т/м ³
34°	Сухий пісок	8,1	9817,2	Питома вага 1,44 т/м ³
35°	Сульфат амонію, металобрухт	8,4	10180,8	Питома вага 0,71 - 0,77 т/м ³
40°	металобрухт	10,1	12141,2	Питома вага 7850 кг/м ³
«біг-беги»	Борошно, мінеральні добрива, цемент, будматеріали	6,0	11780,0	Розмір «біг-бега»-1х1х1,2(н) м Вага «біг-бега» -1,0 т Штабелювання до 5 ярусів зі зміщенням на 1/2 «біг-бега» со 2 яруса

- протистояти пластичних деформацій;
- бути морозо- і тріщиностійкість;
- мати рівну поверхню, що забезпечує організований водовідвід;
- володіти шорсткістю для надійного зчеплення з колесами машин внутрішньо-портового транспорту;
- володіти антикорозійними властивостями (на причалах хімічних, санітарно-небезпечних і тому подібних вантажів).

План монолітного цементобетонного покриття з деформаційними швами представлений на рис. 3.

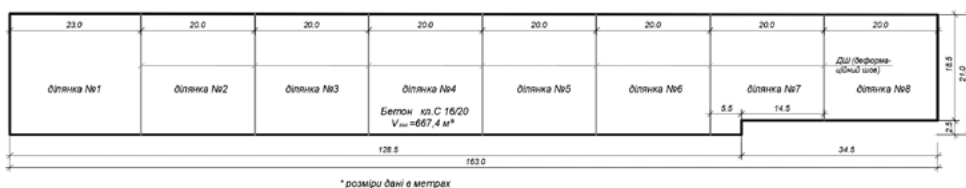


Рис. 3 Опалубний план монолітної цементобетонної плити майданчика

Монолітне цементобетонне покриття товщиною 200 мм запроєктовано з бетонної суміші згідно ДСТУ Б В.2.7-46, ДСТУ Б В.2.7-176, ДСТУ Б В.2.7-75, ДСТУ Б В.2.7-34, ДСТУ Б В.2.7-39, ДСТУ Б В.2.7-43, ДСТУ Б В.2.7-32, ДСТУ Б В.2.7-210.

Для виконання проєкту представлені інженерно-геологічні вишукування, які виконані закритим акціонерним товариством «ХЕРСОНВОДПРОЄКТ». Основою для монолітного цементобетонного покриття є суглинок легкий з фізико-механічними характеристиками $\rho = 1,73 \text{ г/см}^3$, $\phi = 22^\circ$, $c = 0,17 \text{ кг/см}^2$.

Для розрахунку прийняті тимчасові [5] навантаження та навантаження від конкретних матеріалів, які передбачається складувати на майданчику, згідно

таблиці 1, що відповідають граничним навантаженням. Всі характеристики бетону визначають за [6; 7; 8].

Виконано розрахунок монолітного цементобетонного покриття однієї з частин складського майданчика, відокремленої деформаційними швами, в програмному комплексі «Ліра САПР 2019». Механічні характеристики композитної арматури на основі скляного ровінгу АКС800 для розрахунку частково взяті з протоколу сертифікаційних випробувань арматури, проведених товариством з обмеженою відповідальністю «Будівельна лабораторія» м. Миколаїв та ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 [9].

На рис. 4, 5 представлені результати розрахунку максимальних значень діаметру елементів армування плити.

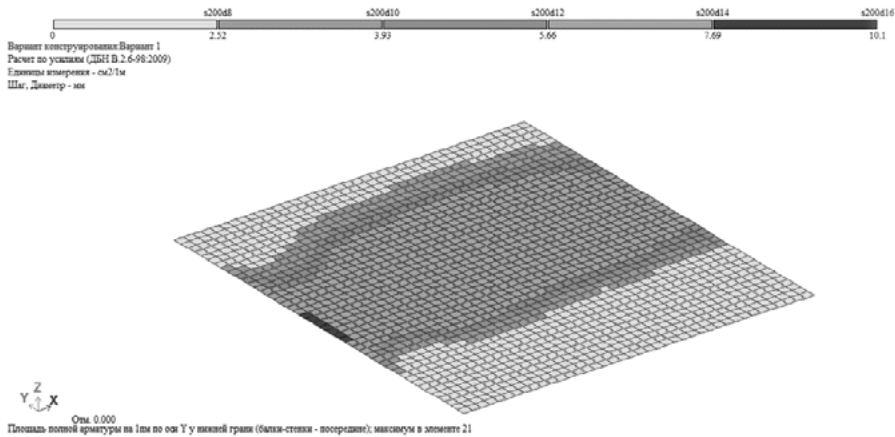


Рис. 4. Схема армування по осі Y

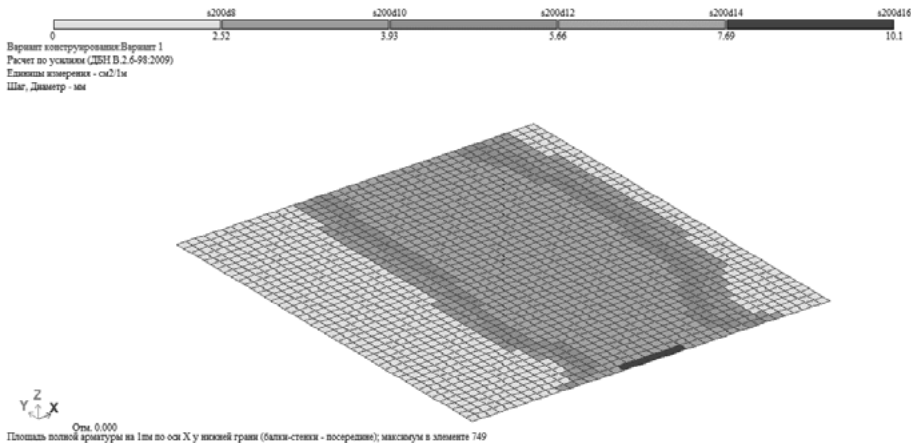


Рис. 5. Схема армування по осі X

Висновки й пропозиції. У результаті розрахунку в персональному комп'ютері «Ліра САПР 2019» було отримано, що для армування монолітного цементобетонного покриття необхідна композитна арматура $\text{Ø}16\text{АКС}800$ і $\text{Ø}10\text{АКС}800$.

Результати проведених досліджень використані під час розробки проєктно-кошторисної документації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Організація виконання вантажних і складських операцій : Навчальний посібник / О.В. Лаврухін, Д.В. Ломотько, Є.С. Альошинський та ін. ; за заг. ред. С.В. Панченка. Харків : УкрДУЗТ, 2015. 181 с., рис. 29, табл. 1.
2. Гамеляк І.П. Нові перспективи дорожнього цементобетону на Україні. 31 січня 2020 р. *Національна Асоціація Дорожників України* : вебсайт. URL: <https://nadu.com.ua/novi-perspektivi-dorozhnogo-czementobetonu-na-ukra%D1%97ni/>.
3. Радовский Б.С. Цементобетонные покрытия в США: конструкции. *Автомобильные дороги*. 2015. № 2. С. 48–57.
4. Нагайчук В.М., Радовський Б.С. Світовий досвід та сучасні підходи до використання цементобетонного покриття. *Дороги і мости*. 2020. Вип. 21. С. 188–200.
5. ДБН В.1.2.-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проєктування. [Чинний від 2007-01-01]. Видання офіціальне. Київ : Міністерство будівництва України, 2006. 78 с.
6. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. [Введено в дію від 2011-07-01 зі скасуванням в Україні СНиП 2.03.01-84*]. Видання офіціальне. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 70 с.
7. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проєктування. [Чинний від 2011-06-01] Видання офіціальне. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 115 с.
8. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Прогини і переміщення. Вимоги проєктування. [Чинний від 2007-01-01]. Видання офіціальне. Київ : Мінбуд України, 2006. 14 с.
9. ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 Настанова з проєктування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінту. [Чинний від 2013-04-01]. Видання офіціальне. Київ : Мінрегіон України, 2012. 28 с.

REFERENCES:

1. Lavrukhin, O.V., Lomotjko, D.V., Aljoshynsjkyj, Je.S. (2015). Orghanizacija vykonannja vantazhnykh i skladsjkykh operacij [Organization of cargo and warehousing operations]. Kharkiv: UkrDUZT [in Ukrainian].
2. Ghameljak, I.P. (2020, Janvarj 31). "Novi perspektyvy dorozhnjogho cementobetonu na Ukrajinii" ["New perspectives of road cement concrete in Ukraine"]. Retrieved from: <https://nadu.com.ua/novi-perspektivi-dorozhnogo-czementobetonu-na-ukra%D1%97ni/> [in Ukrainian].
3. Radovskyj, B.S. (2015). Cementobetonnye pokrytyja v SShA: konstrukcyi [Cement concrete coatings in the USA: constructions]. *Avtomobyljnye doroghy*, 2, 48–57 [in Ukrainian].
4. Naghajchuk, V.M., Radovsjkyj, B.S. (2020). Svitovyj dosvid ta suchasni pidhody do vykorystannja cementobetonnogho pokryttja [World experience and modern approaches to the use of cement concrete coating]. *Doroghy i mosty*, 21, 188–200 [in Ukrainian].
5. *Navantazhennja i vplyvy. Normy proektuvannja* [Loads and impacts. Design standards]. (2006). DBN V.1.2.-2:2006 from 1st Sichnja 2007. Kyiv: Minbud Ukrajinjy [in Ukrainian].
6. *Konstrukciji budynkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstrukciji. Osnovni polozhennja* [Constructions of houses and buildings. Concrete and reinforced concrete structures. Substantive provisions]. (2011). DBN V.2.6-98:2009 from 1st lypnja 2011. Kyiv: Minreghionbud Ukrajinjy [in Ukrainian].
7. *Konstrukciji budynkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstrukciji z vazhkogho betonu. Pravyla proektuvannja* [Constructions of houses and buildings. Concrete and

reinforced concrete structures made of heavy concrete. Design rules]. (2011). DSTU B V.2.6-156:2010 from 1st Chervnja 2011. Kyiv: Minreghionbud Ukrainy [in Ukrainian].

8. *Systema zabezpechennja nadijnosti ta bezpeky budivelnjnykh ob`ektiv. Proghyny i peremishhennja. Vymoghy proektuvannja* [System for ensuring the reliability and safety of construction sites. Deflections and displacements. Design requirements]. (2011). DSTU B V.1.2-3:2006 from 1st Sichnja 2007. Kyiv: Minbud Ukrainy [in Ukrainian].

9. *Nastanova z proektuvannja ta vyghotovlennja betonnykh konstrukcij z nemetalevoju kompozytnoju armaturoju na osnovi bazaljno- i sklorovinghu* [Guidelines for the design and manufacture of concrete structures with non-metallic composite reinforcement based on basalt and glass roving]. (2013). DSTU-N B V.2.6-185:2012 from 1st April 2013. Kyiv: Minreghion Ukrainy [in Ukrainian].