

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Перелік практичних занять	6
Практичне заняття № 1 Обґрунтування вибору засобів для зберігання вантажів та їхньої кількості при проектуванні складу тарно-штучних вантажів. б	
Практичне заняття № 2 Обґрунтування вибору обладнання для складування та механізації складських робіт, визначення розмірів складу тарно-штучних вантажів.....	11
Практичне заняття № 3 Розрахунок необхідної кількості пристроїв для навантаження-розвантаження транспорту на складі тарно-штучних вантажів..	17
Практичне заняття № 4 Визначення основних параметрів складу сипких вантажів	22
Практичне заняття № 5 Розрахунок ємності контейнерного майданчика при будівництві нового терміналу.....	28
2 Критерії оцінювання знань студентів	33
Список літератури	34

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Проектування терміналів і складів» покликана дати систему теоретичних знань, прищепити навички постановки та розв'язання задач проектування складів і вантажних терміналів, які застосовують для зберігання, обробки і транспортування різних видів вантажів.

Основна мета вивчення дисципліни «Проектування терміналів і складів» – дати теоретичні та практичні знання основ використання складів і вантажних терміналів у процесі перевезення і зберігання вантажів.

Опанування основ проектування складів і вантажних терміналів дасть майбутнім спеціалістам можливість визначати закономірності та знаходити оптимальні розв'язання типових технологічних і економічних задач, аналізувати альтернативні варіанти, обґрунтовано приймати управлінські рішення на різних ієрархічних рівнях.

Для перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу подаються контрольні питання. Оволодіння практичними навичками розв'язання типових завдань перевіряється контрольною роботою.

Мета практичних занять – отримання практичних навичок щодо застосування методології планування та аналізу результатів роботи складів і вантажних терміналів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- принципи та стратегію формування складів і вантажних терміналів;
- організацію роботи складів і вантажних терміналів, способи організації раціональної взаємодії видів транспорту та об'єктів вантажопереробки в транспортних вузлах під час перевезення вантажів;
- методику проектування складів і вантажних терміналів;

– методику використання економічних, економіко-математичних та статистичних методів, які застосовують для розв’язання різних теоретичних і практичних логістичних завдань, пов’язаних зі складським господарством.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

уміти:

– аналізувати, вивчати та відбирати необхідні стратегії, моделі, засоби забезпечення логістичних завдань, пов’язаних зі складським господарством;

– визначати основні параметри складів і вантажних терміналів;

– підбирати обладнання та технічні засоби, які можуть бути ефективно використані в практиці роботи складів і вантажних терміналів.

Текст звіту до практичної роботи (розрахунково-пояснювальної записки) повинен бути коротким, з точними формулюваннями, обов’язковими посиланнями на літературні джерела, вказівкою розрахункових схем, формул і довідкових даних.

Усі записи розташовують на одному боці аркуша, щоб поруч можна було внести доповнення чи виправлення після рецензування роботи. Прийняті рішення повинні бути обґрунтовані.

1 ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичне заняття № 1

Тема. Обґрунтування вибору засобів для зберігання вантажів та їхньої кількості при проектуванні складу тарно-штучних вантажів

Мета роботи: набуття практичних навичок розрахунків запасів вантажів при проектуванні складу тарно-штучних вантажів, добових вантажопотоків, обґрунтування вибору засобів для зберігання вантажів та їхньої кількості.

Короткі теоретичні відомості

Запас зберігання вантажів на складі (загальний запас вантажів, що одноразово (рос. «единовременно») зберігається на складі), T , визначається за формулою:

$$E = \frac{k_z \cdot Q_{\text{річн}} \cdot [\tau_{\text{збер}}]}{360}, \quad (1.1)$$

де $k_z = 1,05 \dots 1,3$ – коефіцієнт нерівномірності запасів, що враховує випадкові коливання складських запасів вантажів (кількості вантажів, що одноразово перебувають у зоні зберігання складу), що виникають у результаті випадкових поєднань добових вантажопотоків прибуття та відправлення вантажів зі складу; беремо $k_z = 1,2$; $Q_{\text{річн}}$ – річний вантажопотік прибуття вантажів, т/рік; $[\tau_{\text{збер}}]$ – термін зберігання на складі вантажів, днів.

Розрахункові добові вантажопотоки визначають за формулами:

– прибуття вантажів на склад:

$$Q_{\text{доб}}^{\text{приб}} = \frac{Q_{\text{річн}} \cdot k_{\text{приб}}}{T_{\text{приб}}}, \quad (1.2)$$

– відправлення вантажів зі складу:

$$Q_{\text{доб}}^{\text{відп}} = \frac{Q_{\text{річн}} \cdot k_{\text{відп}}}{T_{\text{відп}}}, \quad (1.3)$$

де $Q_{\text{річн}}$ – річний вантажопотік, т/рік (узято значення річного вантажопотоку прибуття вантажів); $k_{\text{приб}}$, $k_{\text{відп}}$ – коефіцієнти нерівномірності прибуття та відправлення вантажів зі складу; $T_{\text{приб}}$ и $T_{\text{відп}}$ – кількість діб роботи складу з прийому та відправленню вантажів.

За рекомендаціями [1,2] коефіцієнт нерівномірності вантажопотоку прибуття $k_{\text{приб}} = 3,5$; коефіцієнт нерівномірності вантажопотоку відправлення $k_{\text{відп}} = 1,5$; $T_{\text{приб}} = T_{\text{відп}} = 260$ днів.

Об'єм (м^3) однієї вантажної складської одиниці (піддона):

$$V_n = \frac{E}{nR_1 f_t}, \quad (1.4)$$

де E – запас зберігання вантажів, т; n – кількість найменувань вантажів; R_1 – кількість піддонів, що зберігаються з вантажем одного найменування ($R_1 = 2...5$ – для складів багатонаменклатурних вантажів, рекомендується брати $R_1 = 3$; $R_1 = 10...15$ і більше – для складів масових вантажів з невеликою кількістю найменувань); f_t – коефіцієнт заповнення тари, що беруть $0,6...0,9$, а більш точно при відомих розмірах вантажів – за [1], табл. 20.4; рекомендується брати $f_t = 0,8$.

Отриманий за формулою (1.4) об'єм V_n округлюється до найближчого більшого значення корисного об'єму V_1 з табл. 1.1 [1], і за ним вибирають розміри піддона.

Таблиця 1.1 – Корисний об'єм V_1 піддонів різних типорозмірів

Розміри піддона $a \times b$, мм	Найбільший корисний об'єм V_1 піддона, м^3	Найбільша вантажопідйомність, кг
300×400	0,036	50
600×400	0,108	100
600×800	0,403	500
1200×800	1,18	1250
1200×1000	1,44	1250

Висоту укладання вантажу на піддонах (c , м) беруть для даного типу піддону (a , b – довжина та ширина прийнятого піддона за стандартом, м):

$$c = \frac{Vn}{a \cdot b}. \quad (1.5)$$

Для орієнтовних розрахунків, коли розміри окремих вантажів невідомі, особливо для дрібних вантажів, завантаження піддона (маса вантажу на піддоні), т:

$$G = a \cdot b \cdot c \cdot f_3 \cdot \gamma, \quad (1.6)$$

де a , b , c – відповідно довжина (розмір уздовж проїзду), ширина (розмір у глибину штабеля) і висота вантажної складської одиниці (висота укладання вантажу на піддоні), м; f_3 – коефіцієнт заповнення вантажем об'єму вантажної одиниці (коефіцієнт заповнення тари); γ – об'ємна маса вантажу, т/м³, береться за довідковими даними, наприклад [1, 2].

Загальна кількість піддонів з вантажами у зоні зберігання складу

$$R = \frac{E}{G}, \quad (1.7)$$

де \bar{G} – середнє навантаження піддона, що визначається за формулою

$$\bar{G} = \sum_{i=1}^n G_i P_i, \quad (1.8)$$

де G_i – завантаження піддона при укладанні на нього вантажів i -ї групи (маса вантажу i -ї групи на піддоні), P_i – імовірність окремої групи (i) вантажів у загальній номенклатурі.

Приклад розв'язання завдання

Розробити проект складу тарно-штучних вантажів, на якому переробляється 12 тис. т вантажів на рік при терміні зберігання вантажів на складі 25 діб. Із 440 найменувань вантажів 35 % складають металовироби (рос. «метизы»), 40 % – електротовари, 25 % – інструмент, комплектуючі вироби, тобто імовірності цих же груп вантажів $P_1 = 0,35$, $P_2 = 0,4$, $P_3 = 0,25$. Об'ємна маса груп вантажів складає $\gamma_1 = 1,4$ т/м³; $\gamma_2 = 0,7$ т/м³; $\gamma_3 = 0,7$ т/м³.

Склад обслуговується універсальними електронавантажувачами. На розвантаженні залізничних вагонів склад працює в три зміни, на комплектації і

видачі вантажів на автомобільний транспорт – в одну зміну. Порції видачі на автомобільний транспорт металовиробів, електродвигунів та інструментів і комплектуючих виробів відповідно $Q_{в1} = 0,3$ т, $Q_{в2} = 0,15$ т, $Q_{в3} = 0,27$ т.

Розв'язання. Запас зберігання вантажів на складі:

$$E = \frac{1,2 \cdot 12000 \cdot 25}{360} = 1000 \text{ т.}$$

Добовий вантажопотік прибуття вантажів:

$$Q_{доб}^{приб} = \frac{12000 \cdot 3,5}{260} = 161,5 \text{ т/добу.}$$

Добовий вантажопотік відправлення вантажів:

$$Q_{доб}^{відп} = \frac{12000 \cdot 1,5}{260} = 69 \text{ т/добу.}$$

Об'єм (m^3) однієї вантажної складської одиниці (піддона):

$$V_n = \frac{1000}{440 \cdot 3 \cdot 0,8} = 0,95 \text{ м}^3.$$

До цього значення найближче більше значення корисного об'єму з табл. 1.1 дорівнює $V_1 = 1,18 \text{ м}^3$, що відповідає піддону з розмірами 1200×800 мм.

Беремо за міждержавним стандартом ГОСТ 9557-87 «Поддон плоский деревянный размером 800×1200 мм. Технические условия» плоский чотиризахідний дерев'яний піддон типу 2ПО4 розміром 800×1200 мм багаторазового застосування, призначений для формування транспортних пакетів і здійснення механізованих вантажно-розвантажувальних, транспортних і складських операцій на залізничному, автомобільному та водному транспорті.

Висота укладання вантажу на піддоні для цього типу піддона:

$$c = \frac{0,95}{1,2 \cdot 0,8} = 0,99 \text{ м.}$$

Визначаємо навантаження, т, на піддон з розмірами $1,2 \times 0,8$ м при висоті укладання вантажів $0,99$ м:

– для металовиробів ($\gamma_1 = 1,4 \text{ т/м}^3$, $f_3 = 0,8$):

$$G_1 = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,99 \cdot 0,8 \cdot 1,4 = 1,06 \text{ т;}$$

– для електродвигунів ($\gamma_2 = 0,7 \text{ т/м}^3$, $f_3 = 0,8$):

$$G_2 = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,99 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 0,53 \text{ т};$$

– для інструментів і комплектуючих виробів ($\gamma_3 = 0,7 \text{ т/м}^3$, $f_3 = 0,8$):

$$G_3 = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,99 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 0,53 \text{ т}.$$

Середнє навантаження піддона:

$$\bar{G} = 1,06 \cdot 0,35 + 0,53 \cdot 0,4 + 0,53 \cdot 0,25 = 0,72 \text{ т}.$$

Загальна кількість піддонів з вантажами в зоні зберігання складу:

$$R = \frac{1000}{0,72} = 1389 \text{ штук}.$$

Бажано, щоб прийнята кількість піддонів була кратною 3 та 16 або 24.

$R = 1392$ штук.

Завдання

Провести розрахунки за прикладом згідно з вихідними даними за варіантами.

Дані	Номер варіанта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_{\text{річн}}$, тис. т	22,8	19,6	9,8	12,5	14,9	17	18	30,8	20,5	13,4
$[\tau_{\text{збер}}]$, днів	22	22	24	25	20	22	21	20	24	22
n	740	580	320	350	290	420	370	780	550	450
P_1 , %	0,15	0,5	0,1	0,22	0,4	0,6	0,3	0,4	0,25	0,33
P_2 , %	0,45	0,3	0,7	0,37	0,4	0,3	0,2	0,3	0,15	0,2
P_3 , %	0,4	0,2	0,2	0,41	0,2	0,1	0,5	0,3	0,6	0,47
γ_1 , т/м ³	1,1	1,5	0,93	1,9	1,2	0,9	0,7	0,78	0,85	1,3
γ_2 , т/м ³	0,6	1,6	1,2	0,3	0,9	0,85	1	0,7	0,62	1,5
γ_3 , т/м ³	0,75	0,6	0,6	1	0,74	0,9	1,3	1	1,18	0,65
ϑ_{B1} , т	0,4	0,25	0,45	0,3	0,24	0,18	0,35	0,25	0,2	0,35
ϑ_{B2} , т	0,25	0,5	0,25	0,25	0,52	0,75	0,25	0,4	0,45	0,5
ϑ_{B3} , т	0,2	0,35	0,4	0,35	0,42	0,4	0,35	0,35	0,35	0,36

Контрольні питання

1. Як класифікуються вантажі за способом навантаження та розвантаження?

2. Як класифікуються вантажі залежно від умов перевезення та зберігання?

3. Як класифікуються вантажі залежно від об'ємної маси (значення коефіцієнта використання вантажопідйомності γ)?

Література: [1–5].

Практичне заняття № 2

Тема. Обґрунтування вибору обладнання для складування та механізації складських робіт, визначення розмірів складу тарно-штучних вантажів

Мета роботи: набуття практичних навичок вибору та обґрунтування способу складування тарно-штучних вантажів, обладнання для зберігання вантажів і засобів механізації, визначення основних розмірів складу тарно-штучних вантажів.

Короткі теоретичні відомості

При проектуванні складу тарно-штучних вантажів потрібно встановити, які вантажі із заданої номенклатури доцільно зберігати в *штабелях*, а які – у *стелажах*.

Способи складування для *багатономенклатурних* і *однотипних* вантажів істотно відрізняються. *Багатономенклатурні* вантажі характеризуються великою різноманітністю фізичних характеристик і великою кількістю найменувань (до декількох десятків тисяч). До складів багатономенклатурних вантажів відносяться склади матеріалів, інструменту, електротоварів, запасних частин і т. д. Багатономенклатурні вантажі, як правило, доцільно складувати в *клітинних стелажах*.

До *однотипних* відносяться вантажі, які подібні за фізичними характеристиками, мають невелику кількість найменувань, приймаються та видаються великими партіями (цегла, мішкові вантажі, комплектуючі вироби, готова продукція). Однотипні вантажі характеризуються тим, що не вимагають

забезпечення безпосереднього доступу до кожної вантажної одиниці, що зберігається, і тому можуть зберігатися в блоках – штабелях або в спеціальних стелажах (тупикових, прохідних, гравітаційних і т.д.).

Для зберігання *штучних* вантажів застосовуються штабелі вантажів у плоских, стійкових і ящиківих піддонах; клітинні стелажі – безполичні і каркасні, стелажі тупикові, прохідні, гравітаційні, пересувні, консольні, Ш-подібні [1].

Зберігання вантажів у *штабелях* (рівно складених рядах чогось (будівельних або інших матеріалів) доцільно при масових надходженнях і невеликій номенклатурі вантажів.

В інших випадках найбільш ефективним є застосування *стелажного* зберігання вантажу [4]. *Стелаж* – багатоярусний пристрій для зберігання штучних вантажів.

Зберігання товарів, що мають велику номенклатуру і розміри упаковки кратні стандартному піддону (1200×800 мм), слід передбачати на плоских або із сітчастою огорожею *піддонах*, що встановлюються в комірки (рос. «ячейки») *стелажів*.

Найбільш широко, особливо при складуванні *багатономенклатурних вантажів*, застосовуються кліткові (рос. «клеточные») стелажі – *безполичні* (рос. «бесполочные») і *каркасні*, які проектують і виготовляють згідно з діючим ГОСТ 14757-81 «Стеллажи сборно-разборные. Типы, основные параметры и размеры» (поширюється на збірно-розбірні стаціонарні металеві стелажі, призначені для складування вантажів у виробничій тарі та піддонах) і діючим ГОСТ 16140-77 «Стеллажи сборно-разборные. Технические условия» (поширюється на металеві збірно-розбірні стелажі для тарних і штучних вантажів). Основні параметри стелажа: кількість ярусів і навантаження на комірку (рос. «ячейку»).

Висота ярусу стелажа визначається за формулою:

$$C_{я} = c + \Delta + e, \quad (2.1)$$

де c – висота укладання вантажу на піддоні; Δ – власна висота або товщина піддона (для плоского піддона), у піддоні розмірами 1200×800 мм $\Delta = 0,15$ м; e – відстань по висоті від вантажу, що лежить на піддоні (для плоских піддонів) до низу опорної поверхні наступного по висоті піддону з вантажем. Для безполичних стелажів беруть $e = 60 \dots 100$ мм. Беремо $e = 0,1$ м.

Висота складського приміщення в зоні зберігання вантажів при використанні електронавантажувачів:

$$H_x = H_n + c + \Delta + 0,1, \quad (2.2)$$

де H_n – висота підйому вантажозахвату (рос. «грузозахват») електронавантажувача.

Кількість ярусів стелажів визначається за формулою

$$z = \varepsilon \left(\frac{D - h_1 - 0,2}{c + \Delta + e} \right) + 1, \quad (2.3)$$

де D – висота підйому вантажу вантажопідйомної машини, м; h_1 – висота першого ярусу стелажа над підлогою складу, м. Для навантажувачів, які можуть брати і встановлювати вантажі прямо на підлогу складу, $h_1 = 0$. Вираз ε (...) означає, що треба взяти цілу частину від числа, отриманого в результаті дій у дужках.

Приклад виконання завдання

Згідно з вихідними даними за прикладом до практичного заняття № 1, оскільки склад призначений для зберігання багатономенклатурних вантажів (440 найменувань), передбачаємо *стелажне зберігання*.

За рекомендаціями [1, 2] беремо *безполичний стелаж* за ГОСТ 14757-81, тип 2 (з консольними опорами).

При використанні для складування вантажів *безполичних стелажів* кожна комірка по довжині містить тільки одну вантажну складську одиницю, тому довжина стелажної зони зберігання вантажів у цьому випадку визначається

перемноженням кількості комірок по довжині стелажа на довжину кожної комірки.

Висота вантажу в стелажах:

$$C_{\text{я}} = 0,99 + 0,15 + 0,1 = 1,24 \text{ м.}$$

Для тари 1200×800 мм довжину комірки стелажа беремо 1,4 м [2]. При цьому зазори між краєм піддона та краєм стійки стелажа беруть рівними 40–50 мм. Ширина стелажа для прийнятого типу піддона – 900 мм.

Вибираємо електронавантажувач для нашої вантажної складської одиниці відповідно до рекомендацій [6], табл. 3.3. Виходячи з маси брутто вибраного піддона (не більше 1250 кг), беремо електронавантажувач ЕП-1616 вантажопідйомністю 1,6 т. Номінальна висота підйому вантажу – 3300 мм. Ширина проходу з піддоном 800×1200 мм, розташованого поперек вил, – 3,63 м.

Висота складського приміщення в зоні зберігання вантажів:

$$H_{\text{х}} = 3,3 + 0,99 + 0,15 + 0,1 = 4,54 \text{ м.}$$

Висота складського приміщення (м) для будівлі, що стоїть окремо, округлюється в більший бік до найближчого стандартного значення з ряду 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,0; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8...19,8 м [2].

Округляємо висоту складського приміщення до 4,8 м.

Кількість ярусів стелажів:

$$z = \varepsilon \left(\frac{3,3 - 0,2}{1,24} \right) + 1 = \varepsilon(2,3) + 1 = 2 + 1 = 3.$$

Виходячи з отриманої кількості піддонів і ярусів у них, визначаємо кількість стелажів та їх розміщення.

Загальна кількість піддонів в одному ярусі – $1392:3 = 464$ піддонів. Якщо прийняти, що склад оснащений 16 триярусними стелажими (за рекомендаціями [9]) – 2 ряди стелажів по довжині складу, по 8 стелажів у кожному ряду – по ширині, то в кожному стелажі по довжині буде $464:16 = 29$ піддонів.

Визначаємо попередньо довжину і ширину складу.

Довжина складу визначиться як сума таких складових:

1) так як у кожному стелажі в ярусі по довжині буде встановлено 29 піддонів з довжиною комірки 1,4 м, довжина одного стелажа $29 \times 1,4 = 40,6$ м. Довжина всіх стелажів $22,4 \times 4 = 81,2$ м;

2) ширина (по довжині) центрального поперечного проходу в складі згідно з рекомендаціями (тут і далі) [2] – 11,2 м;

3) ширина (по довжині) поперечних проходів між стелажимами, якщо їх більше двох – 2 м. Так як по довжині складу 2 ряди стелажів, то, з урахуванням центрального поперечного проходу, поперечних проходів між стелажимами не буде;

4) ширина (по довжині) складської будівлі, що не використовується, м, яка не може бути зайнята вантажами через наявність колон будівлі, габаритів наближення вантажопідійомної машини до стіни, необхідності додаткових проходів (наприклад, протипожежних) уздовж стін будівлі і т. д. – 2 м з кожного боку складу [2], загальна ширина (по довжині) – 4 м;

5) ширина (по довжині) технічних і побутових приміщень – 6 м [2].

Таким чином, довжина складу, що не зайнята стелажимами $= 11,2 + 2 \times 2 + 6 = 21,2$ м.

Розрахункова довжина складу складе $81,2 + 21,2 = 102,4$ м.

Ширина складу визначиться як сума таких складових:

1) так як прийнято, що по ширині в кожному ряду 8 стелажів, то маємо 2 ряди одинарних стелажів (по ряду вздовж довгих стін складу), ширина $0,9 \times 2 = 1,8$ м;

2) маємо 3 ряди здвоєних стелажів, ширина $1,8 \times 3 = 5,4$ м;

3) проходи між рядами стелажів для проїзду електронавантажувачів, ширина $4 \times 3,63 = 14,52$ м;

4) не використовується ширина складської будівлі (1...1,5 м) [2]. Беремо по 0,6 м з кожного боку, ширина $0,6 \times 2 = 1,2$ м.

Розрахункова ширина складу складе $1,8 + 5,4 + 14,52 + 1,2 = 22,92$ м.

При розміщенні складу в окремому будинку його ширина округляється в більшу сторону до найближчої нормативної величини з ряду: $B = 6, 9, 12, 15,$

18, 24, 30 м [2]. У тому випадку, якщо ширина ряду перевищує 24–30 м, приймаються дво- і трипрольотні будівлі.

Найближча більша нормативна ширина – 24 м. Збільшуємо ширину проходу між рядами стелажів до 3,9 м і отримуємо в сумі 24 м.

Таким чином, *прийнята ширина складу* – 24 м.

Відомо [2], що орієнтовна довжина складу визначається за формулою:

$$L = \beta B, \quad (2.4)$$

де β – коефіцієнт, що є відношенням довжини складу до ширини, $\beta = 4 \dots 10$ залежно від типу складу та необхідної довжини навантажувально-розвантажувальних ділянок [2].

Орієнтовна *довжина* складу округляється у бік збільшення до величини, кратної 6 [2]. У нашому випадку розрахункова загальна довжина 102,4 м округлятиметься до 108 м. Коефіцієнт β у цьому випадку $= 108 : 24 = 4,5$, що відповідає його діапазону.

Таким чином, *прийнята довжина складу* – 108 м.

Завдання

Провести розрахунки за прикладом згідно з вихідними даними за варіантами (див. практичне заняття № 1).

Контрольні питання

1. Основні технологічні операції, виконувані в транспортно-складських комплексах при переробці різних видів вантажів.
2. Основні види складського устаткування. Призначення і класифікація.
3. Транспортно-складське устаткування для переробки вантажів на піддонах і в контейнерах.
5. Характеристики штабельного та стелажного видів зберігання.
6. Охарактеризуйте типи та параметри застосовуваної тари для складування вантажів.

7. Охарактеризуйте типи та параметри стелажного обладнання та обладнання для штабелювання вантажів.

Література: [1–4, 6].

Практичне заняття № 3

Тема. Розрахунок необхідної кількості пристроїв для навантаження-розвантаження транспорту на складі тарно-штучних вантажів

Мета роботи: набуття практичних навичок розрахунку необхідної кількості пристроїв для навантаження та розвантаження транспорту складу тарно-штучних вантажів.

Короткі теоретичні відомості

Кількість вагонів у подачі, що подається під розвантажування, (розрахункова):

$$m_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{доб}}^{\text{приб}}}{q_{\text{в}} \cdot x_{\text{п}}}, \quad (3.1)$$

де $\bar{q}_{\text{в}}$ – середнє навантаження вагона (24 тонни) [2], $x_{\text{п}} = 3$ – кількість подач вагонів до складу за добу (по одній подачі в одну зміну).

Час циклу електронавантажувача, хв:

$$\bar{t}_{\text{е}} = 0,0183 \bar{l} + 0,144 \bar{h}_{\text{н}} + 0,2 \bar{h}_{\text{к}} + 1,49, \quad (3.2)$$

де \bar{l} – середня відстань, м, транспортування вантажу з транспортних засобів на ділянку приймання або відразу в сховище, визначається за формулою

$$\bar{l} = \frac{l_{\text{max}} + l_{\text{min}}}{2}, \quad (3.3)$$

де l_{max} и l_{min} – відповідно максимальна та мінімальна відстань транспортування вантажу. Величини l_{max} и l_{min} визначаються за технологічним плануванням складу – l_{max} беруть рівною сумі довжини стелажів, половини ширини (по довжині) центрального проходу та відстані від вагону до в'їзду на склад (беруть

рівною 3 м), l_{\min} – рівною сумі відстані від вагона до в'їзду на склад (3 м), половини ширини (по довжині) центрального проходу та ширині (по довжині) комірки стелажа (1,4 м). При розвантажуванні вагонів \bar{l} визначається за формулою (3.3), при видачі вантажів із зони зберігання на комплектацію – половина відстані, визначена за (3.3), а при навантаженні вантажів на автотранспорт – чверть цієї відстані.

\bar{h}_H – середня висота підйому вил електронавантажувача на початку рейсу при взятті вантажу у вагоні, м;

\bar{h}_K – середня висота підйому вил електронавантажувача в кінці рейсу при установці вантажу в штабель або в стелаж, м.

Величини \bar{h}_H і \bar{h}_K , м, визначають за формулами:

$$\bar{h}_H = \frac{h_{H\max} + h_{H\min}}{2}, \quad (3.4)$$

$$\bar{h}_K = \frac{h_{K\max} + h_{K\min}}{2}, \quad (3.5)$$

де $h_{H\min}, h_{K\min}$ – відповідно мінімальна висота підйому вил при захопленні вантажу в транспортному засобі і мінімальна висота підйому вил при укладанні вантажу в штабель або стелаж, м; $h_{H\max}, h_{K\max}$ – відповідно максимальна висота підйому вил при захопленні і максимальна висота підйому вил при укладанні вантажу, м.

Необхідна кількість електронавантажувачів, зайнятих у *розвантаженні вагонів* у нормативний час $[\tau]_ж$:

$$r_e^p = \frac{m_B \left(\frac{q_B}{G} t_e^p + \tau_y \right)}{[\tau]_ж - \tau_0}, \quad (3.6)$$

де τ_y – час установки або підготовки до роботи розвантажувального пристрою в розрахунку на один транспортний засіб, для електронавантажувача $\tau_y = 1$ хв; $[\tau]$ – нормативний час розвантаження транспортної партії, для групи залізничних

вагонів $[\tau]_3 = 141 \text{ хв} = 2,25 \text{ години}$; τ_0 – час виконання підготовчо-заключних робіт при розвантаженні, для залізничних вагонів $\tau_0 = 10 \text{ хв}$.

Кількість електронавантажувачів, зайнятих на видачу вантажів із зони зберігання на комплектацію:

$$r_e^e = \frac{Q_{\text{доб}}^{\text{вид}} \cdot t_e^e \cdot \left(2 - \frac{\bar{g}_e}{G} \right)}{60 \cdot n_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}} \cdot \bar{g}_e \cdot k_t}, \quad (3.7)$$

де $Q_{\text{доб}}^{\text{вид}}$ – добовий вантажопотік видачі вантажів зі складу, що відповідає добовому вантажопотоку відправлення вантажів; \bar{g}_e – середня порція видачі одного найменування вантажу:

$$\bar{g}_e = \sum_{i=1}^k g_{vi} P_i, \quad (3.8)$$

де g_{vi} – порція видачі вантажів i -ї групи, P_i – ймовірність видачі i -ї групи вантажів (співпадає з імовірністю окремої групи (i) вантажів у загальній номенклатурі). Крім того, $n_{\text{см}}$ – кількість змін при видачі, $n_{\text{см}} = 1$; T – тривалість зміни, годин, $T = 8 \text{ годин}$; k_t – коефіцієнт використання обладнання за часом, $k_t = 0,8-0,9$ [2], приймаємо $k_t = 0,85$.

Кількість місць одночасного навантаження автомобілів:

$$m_a = \frac{([\tau]_a - \tau_0) \cdot Q_{\text{річн}} \cdot k_{\text{вид}}}{60 \cdot T_e \cdot n_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}} \cdot \bar{q}_a \cdot k_t}, \quad (3.9)$$

де $[\tau]_a$ – нормативний час навантаження транспортної партії, для автомобілів ГАЗ $[\tau]_a = 12 \text{ хв}$; для автомобілів МАЗ и КамАЗ $[\tau]_a = 20 \text{ хв}$; для автомобілів КрАЗ $[\tau]_a = 25 \text{ хв}$. Якщо автомобілі не вказані, беруть середнє значення $[\tau]_a = 15 \text{ хв}$.; τ_0 – час виконання підготовчо-заключних робіт при навантаженні, для автомобілів $\tau_0 = 2 \text{ хв}$; $k_{\text{вид}}$ – коефіцієнт нерівномірності видачі відповідає коефіцієнту нерівномірності відправлення вантажів зі складу $k_{\text{от}} = 1,5$ [2]; \bar{q}_a – середнє завантаження автомобіля, $\bar{q}_a = 2 \text{ т}$ [2].

Кількість електронавантажувачів, зайнятих на *навантаженні* автомобілів

$$r_e^n = \frac{m_a \left(\frac{q_a}{G} t_e^n + \tau_y \right)}{[\tau]_a - \tau_0} \quad (3.10)$$

Загальна кількість електронавантажувачів на складі:

$$r_e = \sum_{i=1}^n r_{ei} P_i, \quad (3.11)$$

де r_{ei} – кількість електронавантажувачів в кожному з n можливих технологічних станів; P_i – ймовірність можливого технологічного стану.

Приклад виконання завдання

Кількість вагонів в розрахунковій подачі:

$$m_b = \frac{161,5}{24 \cdot 3} = 2,24.$$

Беремо $m_b = 3$ вагони. За плануванням $\bar{l} = 49,9$ м; за [6] $\bar{h}_n = 0,2$ м, $\bar{h}_k = 1,5$ м.

Час циклу електронавантажувача *при розвантаженні вагонів*:

$$t_e^p = 0,0183 \cdot 49,9 + 0,144 \cdot 0,2 + 0,2 \cdot 1,5 + 1,49 = 2,73 \text{ хв.}$$

Необхідна кількість електронавантажувачів, зайнятих в *розвантаженні вагонів* в нормативний час $[\tau]_3 = 141$ хв:

$$r_e^p = \frac{3 \cdot \left(\frac{24}{0,72} \cdot 2,73 + 1 \right)}{141 - 10} = 2,1.$$

Час циклу електронавантажувача *при видачі вантажів із зони зберігання на комплектацію* (у даному випадку $\bar{l} = 24,95$ м):

$$t_e^g = 0,0183 \cdot 24,95 + 0,144 \cdot 0,2 + 0,2 \cdot 1,5 + 1,49 = 2,28 \text{ хв.}$$

Середня порція видачі одного найменування вантажу:

$$\bar{g}_g = 0,3 \cdot 0,35 + 0,15 \cdot 0,4 + 0,27 \cdot 0,25 = 0,23 \text{ т.}$$

Число електронавантажувачів, зайнятих на видачу вантажів із зони зберігання на комплектацію:

$$r_e^6 = \frac{69 \cdot 2,28 \cdot \left(2 - \frac{0,23}{0,72}\right)}{60 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,23 \cdot 0,85} = 2,8.$$

Час циклу електронавантажувача при навантаженні вантажів на автотранспорт (в даному випадку $\bar{l} = 12,48$ м):

$$t_e^H = 0,0183 \cdot 12,48 + 0,144 \cdot 0,2 + 0,2 \cdot 1,5 + 1,49 = 2,05 \text{ хв.}$$

Кількість місць одночасного навантаження автомобілів:

$$m_a = \frac{(15 - 2) \cdot 12000 \cdot 1,5}{60 \cdot 260 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,85} = 2.$$

Кількість електронавантажувачів, зайнятих у навантаженні автомобілів:

$$r_e^n = \frac{2 \cdot \left(\frac{2}{0,72} \cdot 2,05 + 1\right)}{15 - 1} = 0,96.$$

Імовірність можливого технологічного стану визначається за табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Визначення кількості електронавантажувачів на складі з урахуванням його можливих технологічних станів

Стан	Зміна	Час перебування в стані, годин	Імовірність стану
Тільки розвантаження вагонів	Нічна	2,25	0,12 (2,25/18,25)
Розвантаження вагонів і видача на комплектацію	Вечірня	2,25	0,12 (2,25/18,25)
Тільки видача на комплектацію	Вечірня	5,75 (8-2,25)	0,32 (5,75/18,25)
Розвантаження вагонів і завантаження автотранспорту	Денна	2,25	0,12 (2,25/18,25)
Видача на комплектацію і завантаження автотранспорту	Денна	5,75 (8-2,25)	0,32 (5,75/18,25)
Всього		18,25	1

Загальна кількість електронавантажувачів на складі:

$$r_e = 2,1 \cdot 0,12 + (2,1 + 2,8) \cdot 0,12 + 2,8 \cdot 0,32 + (2,1 + 0,96) \cdot 0,12 + (2,8 + 0,96) \cdot 0,32 = 3,3.$$

Приймаємо 4 електронавантажувачи.

Завдання

Провести розрахунки за прикладом згідно з вихідними даними за варіантами (див. практичне заняття № 1).

Контрольні питання

1. На які групи класифікують підйомно-транспортні машини (ПТМ)?
2. Якими основними параметрами характеризуються ПТМ?
3. Що розуміється під номінальною вантажопідйомністю?
4. Класифікація та призначення вантажопідйомних машин.
5. Ознаки класифікації вантажно-розвантажувальних машин.
6. Чим визначається властивість універсальності підлогових безрейкових навантажувачів і штабелерів?

Література: [1, 2, 6, 7].

Практичне заняття № 4

Тема. Визначення основних параметрів складу сипких вантажів

Мета роботи: набуття практичних навичок проектних розрахунків основних параметрів складу сипких вантажів.

Короткі теоретичні відомості

Довжина ділянки і залізничної колії для одночасного навантаження або розвантаження m_v залізничних вагонів визначається за формулою:

$$L_3 = 15m_g, \quad (4.1)$$

де 15 м – довжина шляху для установки одного вагона.

Такої ж довжини береться приймальна траншея або інші пристрої для розвантаження вантажу з напіввагонів через відкриті люки на суцільних вантажних фронтах. Якщо ці ж пристрої слугують і основним сховищем сипучого вантажу, або якщо з первинного відвалу вантаж перевантажується безпосередньо в зону зберігання стріловидними, козловими, мостовими кранами, екскаваторами, то довжина штабеля на ділянці основного зберігання береться рівною довжині розвантажувальної ділянки і залізничної колії $L_{ш} = L_3$.

При точковому навантаженні або розвантаженні вагонів із застосуванням бункерних пристроїв довжина штабеля не залежить від довжини подачі вагонів і береться тільки виходячи з необхідного його об'єму V .

Об'єм вантажу (m^3), який необхідно зберігати на складі (у штабелях, силосах, засіках та інших пристроях),

$$V = \frac{E}{\gamma}, \quad (4.2)$$

де E – розрахункова місткість складу; γ – об'ємна маса вантажу. Значення γ наведені в таблиці завдання до цього практичного заняття. Там же наведені значення ρ – кута природнього відкосу сипких вантажів.

Окрім того, для бутового каменю $\gamma = 1,6 \dots 2 \text{ т/м}^3$, $\rho = 45^\circ$; для вугільного шлаку $\gamma = 0,6 \dots 0,9 \text{ т/м}^3$, $\rho = 45^\circ$; для сухого торфу $\gamma = 0,3 \dots 0,4 \text{ т/м}^3$, $\rho = 32^\circ$; для вологого торфу $\gamma = 0,5 \dots 0,6 \text{ т/м}^3$, $\rho = 45^\circ$; для суперфосфату (мінеральне добриво) $\gamma = 1 \dots 1,2 \text{ т/м}^3$, $\rho = 40^\circ$.

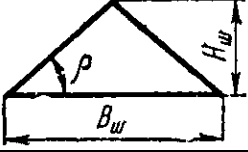
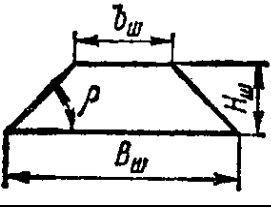
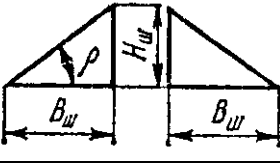
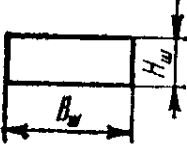
Далі вибираються такі тип, форма, довжина, ширина, висота пристроїв для зберігання сипучих вантажів (штабелів, силосів, засіків і т.д.), щоб вони забезпечили розміщення обчисленого за формулою (4.2) об'єму вантажу.

При орієнтовних розрахунках розміри штабелів різної форми визначаються за формулами, наведеними в табл. 4.1 [1, 2], які виведені з умови $V = F \cdot L_{\text{шт}}$, де F – площа поперечного перерізу штабелю, m^2 ; $L_{\text{шт}}$ – довжина штабелю, m .

Штабелі, що формуються вантажопідйомними кранами, являють собою форму *обеліска з перетином у вигляді трикутника або трапеції* (табл. 4.1).

На естакадних складах самопливом або за допомогою стрічкових конвеєрів формуються зазвичай штабелі у *вигляді двох клинів* (табл. 4.1), розташованих на відстані b один від одного (b – ширина естакади).

Таблиця 4.1 – Формули для визначення розмірів штабелів, траншей, засіків для сипучих вантажів [1, 2]

Поперечний переріз штабелю	Формули для визначення основних розмірів
	$H_{ш} = \sqrt{\frac{V \cdot \text{tg} \rho}{L_{ш}}}; H_{ш} \leq [H]; B_{ш} = \frac{2H_{ш}}{\text{tg} \rho};$
	$H_{ш} = \sqrt{\frac{V \cdot \text{tg} \rho}{L_{ш}}}; B_{ш} = \frac{L_{ш}}{\beta_{ш}}; b_{ш} = B_{ш} - \frac{2H_{ш}}{\text{tg} \rho}$
	$B_{ш} = \sqrt{\frac{V}{L_{ш} \cdot \text{tg} \rho}}; H_{ш} = B_{ш} \cdot \text{tg} \rho; H_{ш} \leq [H]$
	$H_{ш} - \text{задається}; B_{ш} = \frac{V}{L_{ш} \cdot H_{ш}}$

Примітка: $H_{ш}$ – висота штабелю, $[H]$ – нормативна (максимально допустима) висота штабелю, $B_{ш}$ – ширина штабелю, ρ – кут природнього відкосу сипкого вантажу, для більшості вантажів $\rho = 35^\circ \dots 45^\circ$; $\beta_{ш}$ – відношення довжини до ширини штабелю $\beta_{ш} = 5 \dots 12$, $b_{ш}$ – ширина штабелю по верху.

Висота штабелів сипучих вантажів не повинна перевищувати допустимої висоти зберігання для кожного виду вантажів (вугілля – 8...10 м, руда, пісок і щебінь – 12...15 м) [2].

Необхідний об'єм (м^3) приймальних або навантажувальних бункерів:

$$V_{\text{б}} = \frac{q \cdot k_e}{\gamma \cdot f_{\text{б}}}, \quad (4.3)$$

де q – маса вантажу в одному транспортному засобі, т; k_e – коефіцієнт, що показує співвідношення ємностей бункера та транспортного засобу, $k_e = 0,3 \dots 1,2$ – для вагонів, $k_e = 2 \dots 8$ – для автомобілів; γ – об'ємна маса сипучого вантажу, що переробляється, $\text{т}/\text{м}^3$, $f_{\text{б}}$ – коефіцієнт заповнення бункера, $f_{\text{б}} = 0,7 \dots 0,9$.

Розміри первинних відвалів у *підвищених шляхів* або прийомних *траншей* визначаються за методами, викладеними стосовно пристроїв для зберігання вантажів з урахуванням того, що в первинному відвалі повинні поміщатися вся транспортна партія прибуття вантажів (тобто вантаж з однієї подачі вагонів або з групи автомобілів, що розвантажуються).

Кількість вагонів у розрахунковій подачі визначається при формуванні вихідних даних за залежністю, наведеною в практичному занятті № 3.

Кількість автомобілів, що встановлюються одночасно під навантаження або вивантаження, визначається за формулою

$$m_{ав} = \frac{Q_{доб} \cdot [\tau]_a}{60 \cdot \bar{q}_a \cdot n_{зм} \cdot T_{зм}}, \quad (4.4)$$

де $Q_{доб}$ – розрахунковий добовий вантажопотік прибуття чи відправлення вантажів, т/добу, $[\tau]_a$ – нормативний час навантаження або розвантаження автомобіля, хв., \bar{q}_a – середнє завантаження одного автомобіля, т; $n_{зм}$ – кількість змін роботи складу на навантаженні або вивантаженні вантажів; $T_{зм}$ – тривалість робочої зміни, $T_{зм} = 8$ год. або $T_{зм} = 12$ год.

Приклад виконання завдання

Розрахувати розміри штабелю для зберігання кам'яного вугілля ($\gamma = 0,8 \dots 0,9$ т/м³; $\rho = 45^\circ$), якщо річний вантажообіг, що планується, складає 15 тис. т/рік. Термін зберігання вантажу – 3 доби. Доставка здійснюється залізничним транспортом (одна доставка в кожну зміну, робота у три зміни). Відвантаження на автомобілі відбувається в дві зміни.

Розв'язок. 1. Розрахунковий добовий вантажопотік прибуття вантажів на склад:

$$Q_{доб}^{приб} = \frac{15000 \cdot 3,5}{260} = 201,9 \text{ т.}$$

2. Кількість вагонів у розрахунковій подачі, що подається під розвантажування:

$$m_{\text{в}} = \frac{201,9}{24 \cdot 3} = 2,8.$$

Беремо $m_{\text{в}} = 3$ вагони.

3. Довжина ділянки та залізничної колії для одночасного навантаження або розвантаження трьох залізничних вагонів:

$$L_3 = 15 \cdot 3 = 45 \text{ м.}$$

4. Запас зберігання вантажів на складі:

$$E = \frac{1,2 \cdot 15000 \cdot 3}{360} = 150 \text{ т.}$$

5. Об'єм вантажу, який необхідно зберігати на складі в штабелі:

$$V = \frac{150}{0,85} = 176,5 \text{ м}^3.$$

6. Висота штабелю у формі обеліска з перетином у вигляді трикутника:

$$H_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{176,5 \cdot \text{tg } 45^\circ}{45}} = 1,98 \text{ м.}$$

7. Ширина штабелю у формі обеліска з перетином у вигляді трикутника:

$$B_{\text{ш}} = \frac{2 \cdot 1,98}{1} = 3,96 \text{ м.}$$

Аналогічно визначаються розміри штабелів інших форм (за табл. 4.1).

8. Необхідний об'єм навантажувального бункера при навантаженні на автомобіль:

$$V_{\text{б}} = \frac{2 \cdot 5}{0,85 \cdot 0,8} = 14,7 \text{ м}^3.$$

9. Кількість автомобілів, що встановлюються одночасно під навантаження:

$$m_{\text{ав}} = \frac{201,9 \cdot 15}{60 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 8} = 1,58,$$

або

$$m_{\text{ав}} = \frac{201,9 \cdot 15}{60 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 12} = 1,05$$

Беремо $m_{\text{ав}} = 2$ автомобілі.

Завдання

Розрахувати розміри штабелю для зберігання сипкого вантажу. Доставка здійснюється залізничним транспортом (одна доставка в кожну зміну, робота у три зміни). Відвантаження на автомобілі в дві зміни. Провести розрахунки за прикладом згідно з вихідними даними за варіантами.

Дані	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5
$Q_{\text{річн}}, \text{Т}$	18000	20000	24000	15000	16000
Вантаж	щебінь	пісок мілкий	грунт вологий	вугілля кам'яне	глина сира
$\gamma, \text{Т/М}^3$	1,32...2	1,23...1,65	1,6...1,9	0,8...0,9	2...2,1
$[\tau_{\text{збер}}], \text{ДНІВ}$	2	1,5	3,5	3	2,5
$\rho, ^\circ$	45	33	27	45	25

	Варіант 6	Варіант 7	Варіант 8	Варіант 9	Варіант 10
$Q_{\text{річн}}, \text{Т}$	17000	12000	10000	14000	25000
Вантаж	гравій	вапно	руда залізна	цемент	руда марганцева
$\gamma, \text{Т/М}^3$	1,5...2	0,5...0,7	2,1...2,4	0,96...1,6	1,7...1,9
$[\tau_{\text{збер}}], \text{ДНІВ}$	2,75	1,75	3,5	2,25	3,25
$\rho, ^\circ$	45	50	50	40	40

Контрольні питання

1. Які основні фізико-механічні характеристики насипних вантажів?
2. Які насипні вантажі входять до групи будівельних?
3. За якими ознаками класифікують ємності для сипучих вантажів?
4. Як змінюються фізико-механічні властивості вантажу в процесі зберігання?
5. Коротка характеристика, способи перевезення та зберігання сипких вантажів.
6. Схеми комплексної механізації перевантаження сипких вантажів.
7. Типові схеми механізації складів навалювальних вантажів, що надходять по залізниці.

Література: [1, 7–9].

Практичне заняття № 5

Тема. Розрахунок ємності контейнерного майданчика при будівництві нового терміналу

Мета роботи: набуття практичних навичок проектних розрахунків ємності контейнерного майданчика (випадок будівництва нового терміналу).

Короткі теоретичні відомості

Для вимірювання контейнеропотоків і місткості вантажних терміналів у міжнародній практиці прийнята одиниця «двадцятифутовий еквівалент» – ДФЕ (в англійській інтерпретації TEU – Twenty-Foot Equivalent-Unit) і «сорокофутовий еквівалент» – СФЕ (FEU-Forty-Foot Equivalent-Unit). Обсяги перевезень і зберігання контейнерів розраховуються в ДФЕ. 40-футовий контейнер вважається за 2 ДФЕ.

1. Кількість контейнерів. Якщо річний вантажопотік за прибуттям, що планується, заданий у тоннах, то його слід перерахувати в ДФЕ – 20-футовий еквівалент (кількість 20-футових контейнерів) за формулою:

$$Q_{річ.к} = \frac{Q_{річ.т}}{\bar{G}}, \quad (5.1)$$

де $Q_{річ.к}$ – річний вантажопотік, що планується, контейнерів ДФЕ, ДФЕ/рік; $Q_{річ.т}$ – річний вантажопотік за прибуттям, що планується, т/рік; \bar{G} – середня маса вантажу в одному контейнері, т ($\bar{G} = 12$ т – для великотоннажних контейнерів масою брутто 20 т (20-футових)).

У інших випадках беруть: $\bar{G} = 1,6...1,8$ т – для середньотоннажних контейнерів масою брутто 3 т; $\bar{G} = 2,5...3$ т – для контейнерів масою брутто 5 т; $\bar{G} = 18$ т – для великотоннажних контейнерів масою брутто 30 т (40-футових).

2. Ємність контейнерного терміналу (одноразовий запас зберігання, контейнерів ДФЕ).

Одноразовий запас зберігання, контейнерів ДФЕ (ємність контейнерного терміналу) визначають за формулою:

$$R = \frac{Q_{річ.к} \cdot [\tau_{зб}]}{365}, \quad (5.2)$$

де $Q_{річ.к}$ – річний вантажопотік, що планується, контейнерів ДФЕ, ДФЕ/рік; $[\tau_{зб}]$ – термін зберігання контейнерів на терміналі, діб (залежно від типу контейнерів, умов роботи терміналу, транспорту прибуття та інших чинників); 365 – кількість днів у році (зазвичай термінали працюють щодня, без вихідних).

Термін зберігання завантажених контейнерів в Україні та Росії коливається від 5 до 15 діб. У морських портах термін зберігання становить 6–8 діб. За кордоном контейнери обертаються швидше і термін зберігання їх на терміналі становить 2–5 діб. Для розрахунків пропонується приймати $\tau_{зб} = 10$ діб.

Розрахунок за формулою (5.2) роблять окремо у кожній групі контейнерів (що прибувають, що відправляються, порожніх і т. д.), так як терміни їх зберігання на терміналі можуть бути різні.

3. Загальну кількість контейнерів ДФЕ, що поміщається на терміналі в штабелі, можна подати у вигляді добутку:

$$R = x \cdot y \cdot z, \quad (5.3)$$

де x – кількість контейнерів ДФЕ, що розміщуються по ширині терміналу;
 y – кількість контейнерів ДФЕ, що встановлюється по довжині терміналу;
 z – кількість контейнерів ДФЕ, що встановлюються по висоті штабеля (кількість ярусів).

4. Кількість ярусів по висоті для навантажених контейнерів беремо $z = 3$, а для порожніх контейнерів $z = 5$.

5. Кількість контейнерів ДФЕ, що розміщуються по довжині майданчика (y), можна визначити, виходячи із заданої довжини майданчика, яка може бути,

наприклад, прийнята по довжині фронту подачі для установки фітингових платформ під навантаження-розвантаження контейнерів:

$$L = m \cdot l_{ф.п}, \quad (5.4)$$

де m – кількість фітингових платформ у подачі на термінал; $l_{ф.п} = 19,62$ м – довжина 60-футової фітингової платформи з автозчепленнями.

Кількість m фітингових платформ у подачі вагонів на термінал може бути визначено, виходячи з розрахункового добового вантажопотоку контейнерів за формулою:

$$m = \frac{Q_{річ.к} \cdot k_n}{365 \cdot 3 \cdot p}, \quad (5.5)$$

де $Q_{річ.к}$ – річний вантажообіг контейнерів ДФЕ, що планується, ДФЕ/рік; k_n – коефіцієнт нерівномірності добового вантажопотоку (береться за аналогічним терміналу в межах 1,1...1,3; 365 – кількість днів у році; 3 – кількість 20-футових контейнерів на фітинговій 60-футовій платформі; p – кількість подач вагонів на термінал за добу.

Знаючи довжину контейнерного майданчика L , можна визначити кількість контейнерів ДФЕ, що розміщуються по довжині майданчика (y):

$$y = \varepsilon \left\{ \frac{L}{l} \right\} + 1, \quad (5.6)$$

де $l = 6,058$ м – довжина універсального великотоннажного 20-футового контейнеру.

6. Кількість контейнерів ДФЕ, що розміщуються по ширині майданчика (x), можна обчислити за формулою:

$$x = \varepsilon \left\{ \frac{R}{y \cdot z} \right\} + 1, \quad (5.7)$$

де $\varepsilon \{ \dots \}$ позначає цілу частину числа, отриманого в результаті виконання дій у дужках (округляється в меншу сторону до цілого контейнера); $\varepsilon \{ \dots \} + 1$ – округлення до цілого ряду контейнерів у більшу сторону.

7. Ширина контейнерного майданчика B_k , м, визначиться за формулою:

$$B_n = 2,6x + B_3 + B_{np} \cdot n_{np}, \quad (5.8)$$

де x – кількість контейнерів ДФЕ, що встановлюються по ширині майданчика; 2,6 – ширина площадки, м, займана контейнером, з урахуванням ширини самого контейнера (2438 мм) і зазору між контейнерами в штабелі $2600 - 2438 = 162$ мм; $B_3 = 25$ м – ширина поздовжнього проїзду уздовж залізничного шляху, що включає: проїзд для автотранспорту-річстакера, 2 смуги руху автомобілів уздовж залізничної колії (1 автомобіль завантажується річстакером, інші проїжджають повз) і габарит наближення до залізничної колії 2,5 м; $B_{np} = 15$ м – ширина проїзду для навантажувача-річстакера; n_{np} – кількість поздовжніх проходів для автотранспорту (прийнята з розрахунку, щоб кількість контейнерів від проходу в глибину штабеля була не більше 3–4).

Приклад виконання завдання

Розрахувати ємність контейнерного майданчика при будівництві нового терміналу, якщо річний вантажообіг, що планується, складає 150 тис. т/рік. Доставка здійснюється залізничним транспортом (одна доставка в кожну зміну, робота у 3 зміни), відправка – автомобільним транспортом при безперервному режимі роботи.

Розв'язок. 1. Кількість контейнерів.

Обчислюємо контейнеропотік у тоннах у кількість контейнерів у ДФЕ (еквіваленті 20-футових контейнерів), штук, за формулою:

$$Q_{рiч..к} = \frac{150000}{12} = 12500.$$

2. Ємність контейнерного терміналу (одноразовий запас зберігання, контейнерів):

$$R = \frac{12500 \cdot 10}{365} = 342.$$

3. Кількість ярусів по висоті для навантажених контейнерів беремо $z = 3$.

4. Кількість m фітінгових платформ у подачі вагонів на термінал:

$$m = \frac{12500 \cdot 1,2}{365 \cdot 3 \cdot 3} = 4,6.$$

Довжина фронту подачі для установки фітінгових платформ під навантаження-розвантаження контейнерів

$$L = 4,6 \cdot 19,62 = 89,6 \text{ м.}$$

5. Кількість контейнерів ДФЕ, що розміщуються по довжині майданчика:

$$y = \varepsilon \left\{ \frac{89,6}{6,058} \right\} + 1 = 15.$$

6. Кількість контейнерів ДФЕ, що розміщуються по ширині майданчика:

$$x = \varepsilon \left\{ \frac{342}{15 \cdot 3} \right\} + 1 = 8.$$

7. Ширина контейнерного майданчика B_n :

$$B_n = 2,6 \cdot 8 + 25 + 15 \cdot 2 = 65,8 \text{ м.}$$

Завдання

Розрахувати ємність контейнерного майданчика при будівництві нового терміналу. Річний вантажообіг, що планується, наведений у таблиці. Доставка здійснюється залізничним транспортом (одна доставка в кожну зміну, робота у 3 зміни), відправка – автомобільним транспортом при безперервному режимі роботи.

Дані	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q _{річ. т.} тис. т	180	200	240	120	160	300	250	320	350	280

Контрольні питання

1. Класифікація та призначення терміналів.
2. Основні вимоги до розміщення та конструкції терміналів.
3. Показники роботи терміналів, розміщення вантажів, прийом, зберігання та видача вантажів.
4. Механізація та автоматизація вантажно-розвантажувальних процесів на терміналах.

5. Робота логістичних терміналів.

6. Схеми комплексної механізації термінальних комплексів тарно-штучних вантажів, пакетованих вантажів і контейнерів.

Література: [1, 10, 11].

2 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

1. Лекції. Загалом 24 балів.

Кількість лекцій – 12 лекцій (24 годин).

Студент за одну лекцію може отримати максимальну оцінку 2 бала. При отриманні більше 18 балів додатково студент отримує 4 бали. Вимоги отримання балів: відвідування (0,8 бала), ведення конспекту (0,6 бала), робота на лекції (0,6 бала).

2. Практичні заняття. Загалом 26 балів.

Кількість практичних занять – 13 занять (26 годин).

При виконанні вимог на кожному практичному занятті студент може отримати максимальну оцінку – 2 бала за заняття. Вимоги отримання балів: відвідування (0,8 бала), підготовка до заняття (0,4 бала), ведення конспекту (0,4 бала), активність студента (0,4 бала). При отриманні більше 18 балів, студент додатково отримує 6 балів.

3. Поточний контроль. Загалом 30 балів, які розподіляються рівномірно між двома контрольними за змістовими модулями (по 15 балів), які виконуються письмово. Розподіл балів за відповідь на модулі проводиться таким чином: «незадовільно» – 4 бали, «задовільно» – 6 балів, «добре» – 8 балів, «відмінно» – 15 балів.

4. Підсумковий контроль (іспит). Загалом 20 балів. Виконується письмово. Бали нараховуються таким чином, залежно від відповіді студента на білета: «незадовільно» – 8 і менше балів, «задовільно» – 12 балів, «добре» – 16 балів, «відмінно» – 20 балів.

Загальна максимальна сума балів – 100 балів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Маликов О. Б. Склады и грузовые терминалы / О. Б. Маликов. – СПб. : Издательский дом «Бизнес-Пресса», 2005. – 648 с.
2. Склады промышленных предприятий : справочник / О. Б. Маликов, А. Р. Малкович. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 672 с.
3. Збагерська Н. В. Матеріально-технічне забезпечення підприємства : інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення / Н. В. Збагерська. – Рівне : НУВГП, 2006. – 150 с.
4. Киреева Н. С. Складское хозяйство / Н. С. Киреева. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – 192 с.
5. Єдина транспортна система: Навчальний посібник / Соколов Ю. В., Дикань В. Л., Дейнека О. Г. [та ін.]. – Х.: ООО «Олант», 2002. – 288 с.
6. Ширяев С. А. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства / С. А. Ширяев, В. А. Гудков. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 848 с.
7. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ. / А. А. Тимошин, И. И. Мачульский, В. А. Голутвин [и др.]. Под ред. А. А. Тимошина и И. И. Мачульского.— М. : Маршрут, 2003. – 400 с.
8. Емкости для сыпучих грузов в транспортно-грузовых системах / И. В. Горюшинский, И. И. Кононов, В. В. Денисов [и др.]. – Самара : СамГАПС, 2003. – 232с.
9. Маликов О. Б. Проектирование складов сыпучих грузов / О. Б. Маликов, В. А. Болотин, О. Б. Коваленок. – СПб. : ПГУПС, 1999. – 84 с.
10. Маликов О. Б. Проектирование контейнерных терминалов / О. Б. Маликов, Е. К. Коровяковский, Ю. В. Коровяковская. – СПб. : ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015. – 52 с.
11. Кузнецов А. Л. Оборудование контейнерных терминалов / А. Л. Кузнецов, А. Л. Степанов; под общ. ред. А. Л. Степанова. – СПб. : Фреш Эйр, 2001. – 102 с.