

Лабораторна робота № 4

ЗАСТОСУВАННЯ НАВАНТАЖУВАЧІВ ПРИ ВІДПРАЦЮВАННІ РОДОВИЩ БУДІВЕЛЬНИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Мета роботи

1. Вивчити будову, призначення та робочий цикл навантажувача.
2. Навчитися виконувати розрахунок продуктивності комплекту машин для виймально-навантажувальних робіт з урахуванням організаційних втрат часу.

Завдання

1. Ознайомитися із конструкцією фронтальних навантажувачів та способами їх застосування під час видобутку будівельних гірських порід.
2. Проаналізувати ефективність вихідного комплекту машин для виймально-навантажувальних робіт, і запропонувати власний, більш раціональний варіант.
3. Оцінити вплив окремих параметрів технологічного процесу на основні експлуатаційні параметри фронтального навантажувача.
4. Скласти звіт з детальним описом виконання вище наведених завдань та сформулювати висновки.
5. Надіслати виконаний і оформлений відповідно вимог звіт на перевірку.

Основні теоретичні положення

Навантажувачі – це сучасні високопродуктивні механізми, призначені для виконання землерийних робіт, навантаження і переробки різнорідних матеріалів: різних видів ґрунтів і гірських порід, вугілля, піску, щебеню і ін.

Фронтальні навантажувачі, маючи значно менші габаритні розміри і масу, ніж екскаватори, можуть піднімати набагато більшу масу вантажу; для маневрування їм не потрібна велика площа.

Сучасні одноківшеві навантажувачі випускають як начіпне обладнання на гусеничні й колісні трактори, а також на колісні тягачі із шарнірно з'єднаною

рамою. Одноківшеві фронтальні навантажувачі завдяки своїй універсальності застосовують дедалі ширше.

Як базову машину для навантажувачів доцільно використовувати спеціальні шасі або тягачі, оскільки вони дають можливість створювати навантажувачі з кращими компоунанням і технічними показниками.

Останнім часом у світовому машинобудуванні спостерігається розвиток переважно пневмоколісних навантажувачів фронтального типу як найпростіших за конструкцією і надійних в експлуатації

Гусеничні навантажувачі створюють здебільшого на базі спеціальних тракторів або модифікацій промислових тракторів на гусеничному ході, а пневмоколісні – на спеціальних самохідних пневмоколісних шасі із заднім розміщенням двигуна і пультом керування спереду.

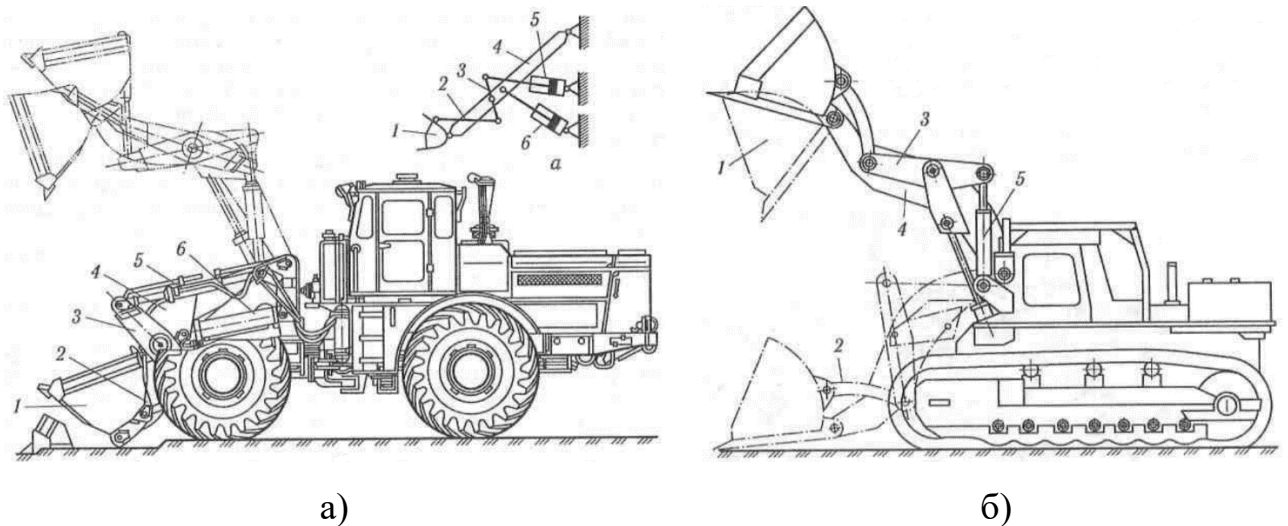


Рис. 4.1. Схеми важільно-гідравлічної системи керування робочим обладнанням одноківшевих фронтальних навантажувачів: а – пневмоколісний; б – гусеничний; 1 – ківш; 2, 3 – важільні механізми; 4 – стріла; 5, 6 – гідроциліндри

Залежно від умов виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, типу навантажувачів і транспортних засобів, темпу робіт і т.п. можуть застосовуватися різні схеми роботи, які приведені на рисунку 4.2.

Схема А. Навантаження з частковим розворотом навантажувача (на $45\ldots 90^\circ$) при відході і русі вперед до вибою (рис. 4.2, а). Завантажуваний автомобіль в цьому випадку встановлюється по подовжній осі приблизно під кутом $45\ldots 90^\circ$ до фронту

вибою. При роботі по цій схемі навантажувач, набравши матеріал з вибою, від'їжджає від нього заднім ходом з подальшим розворотом на $45\dots90^\circ$. Потім він рухається вперед до транспортного засобу і розвантажує в нього ківш. Після розвантаження ковша навантажувач повертається до вибою, причому всі рухи повторюються. В нормальних умовах сумарне переміщення навантажувачів (вперед і назад) при роботі по цій схемі складає близько $10\dots15$ м. Ця схема роботи найбільш доцільна для пневмоколісних навантажувачів, але по ній можуть працювати і фронтальні навантажувачі на гусеничному ході.

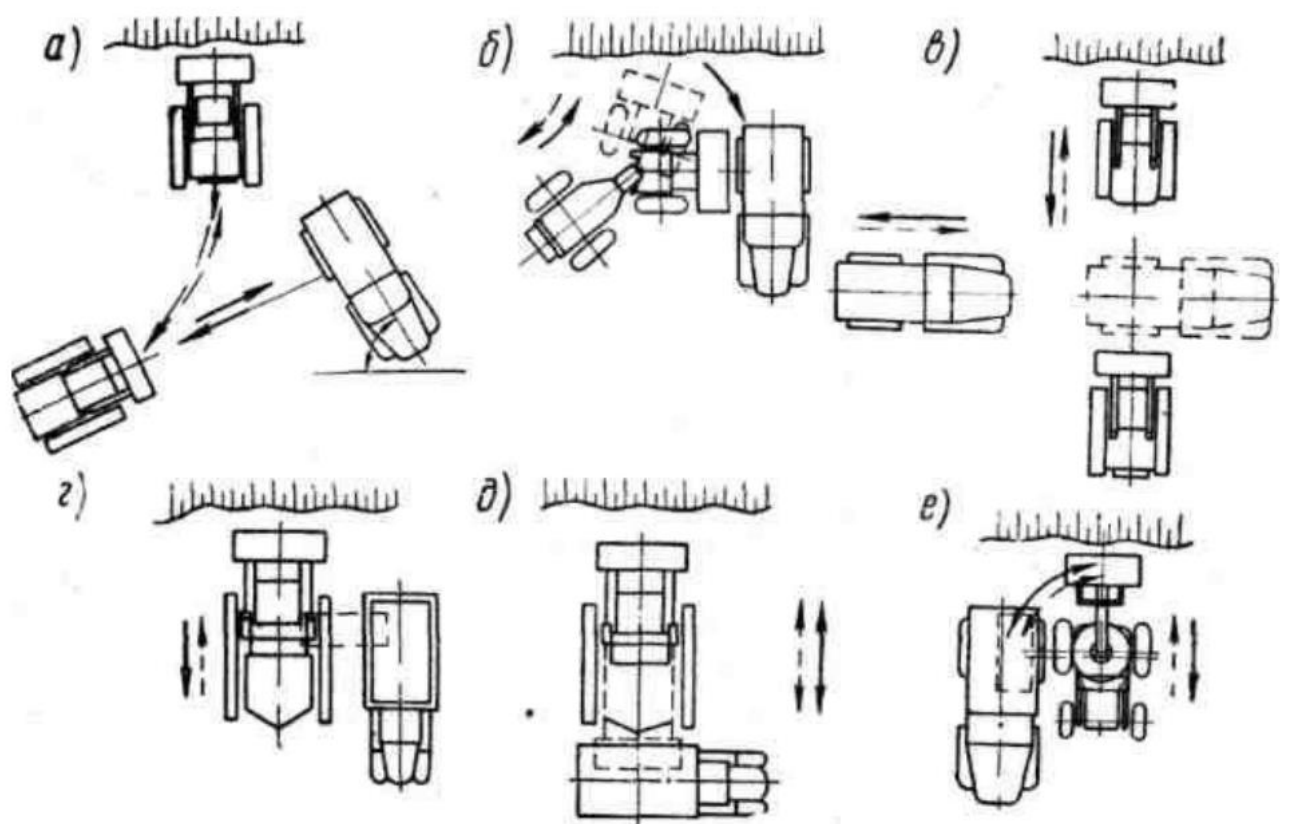


Рис.4.2. Схеми роботи універсальних навантажувачів різних типів

Схема Б. Навантаження з мінімальним маневруванням машини за рахунок повороту її передньої частини. Після забору матеріалу з штабелю навантажувач переміщується назад не більше ніж на $3\dots4$ м, потім вперед на $1\dots2$ м, після чого поворотом передньої частини рами на кут до 30° подає ківш і розвантажує його в самоскид, встановлений під кутом $45\dots90^\circ$ до вибою. За такою схемою (рис. 4.2, б) працюють пневмоколісні навантажувачі з шарнірно-з'єднаною рамою.

Відстань пересування такого навантажувача в порівнянні з фронтальними навантажувачами скорочується на 50...60%, що підвищує його продуктивність.

Навантажувачі з шарнірно-з'єднаною рамою найбільш ефективні для роботи в обмежених умовах (біля стін будівель, у вузьких проїздах і ін.).

Схема В. Робота по човниковій схемі, коли навантажувач переміщається вперед і назад на відстань 6...10 м перпендикулярні до фронту вибою без розворотів (рис. 4.2, в). При цьому завантажуванні транспортні засоби також рухаються човниковою траєкторією паралельно фронту вибою на відстань, достатню для проїзду навантажувача. Така схема найбільш раціональна для гусеничних навантажувачів.

Човниковим способом можуть працювати також фронтальні пневмоколісні і гусеничні навантажувачі, обладнані ковшем з бічним розвантаженням (рис. 4.2, г).

В цьому випадку транспортні засоби знаходяться в стаціонарному положенні, а навантажувач переміщається (вперед і назад) на відстань 3...4 м. Таким же способом працюють навантажувачі з розвантаженням назад (рис. 4.2, д). Відстань переміщення навантажувача (вперед і назад) в цьому випадку дещо збільшується до 4...5 м, а транспортні засоби при цьому нерухомі. На рисунку 4.2, е приведена схема роботи пневмоколісних напівповоротних навантажувачів.

Формування завдання та методика його виконання

У рамках даної лабораторної роботи необхідно виконати розрахунок основних параметрів бульдозера на основі індивідуальних вихідних даних (таблиця 4.1). Також потрібно проаналізувати вплив окремих параметрів робочого процесу бульдозера на його експлуатаційні характеристики та побудувати графіки встановлених залежностей.

Таблиця 4.1

Вихідні дані до виконання роботи

Варіант	Розроблювальна порода	Марка навантажувача	Марка автосамоскида	$t_{від}, c$	$t_{ног}, c$	$l_{неп}, м$	$l_2, км$	$l_3, км$
1	Пухкий ґрунт	ТЕ-7	МАЗ-551633-371	4	8	6	5	7
2	Вологий пісок	ТЕ-5	КрАЗ-65032-061	4	9	5	10	12
3	Гравій	ТЕ-10	КрАЗ-65032-061	4	10	2	15	17
4	Щебні	ТЕ-21	БелАЗ-7547	4	10	4	10	15
5	Скельний ґрунт	ТЕ-24	БелАЗ-7540	4	9	5	15	20
6	Пухкий ґрунт	ТЕ-5	КрАЗ-65032-061	6	8	5	10	12
7	Вологий пісок	ТЕ-8	КрАЗ-65032-061	6	8	6	15	17
8	Гравій	ТЕ-10	МАЗ-551633-371	6	9	8	10	13
9	Щебні	ТЕ-11	МАЗ-551633-371	6	9	7	12	15
10	Скельний ґрунт	ТЕ-21	БелАЗ-7547	6	10	4	20	25
11	Пухкий ґрунт	ТЕ-8	КрАЗ-65032-061	5	8	5	10	12
12	Вологий пісок	ТЕ-11	МАЗ-551633-371	5	9	6	10	10
13	Гравій	ТЕ-7	МАЗ-551633-371	5	10	4	5	7
14	Щебні	ТЕ-8	КрАЗ-65032-061	5	9	5	15	17
15	Скельний ґрунт	ТЕ-24	БелАЗ-7540	5	10	6	25	30
16	Вологий пісок	ТЕ-11	КрАЗ-65032-061	4	8	4	10	12
17	Гравій	ТЕ-12	КрАЗ-65032-061	4	8	5	15	17
18	Щебні	ТЕ-24	БелАЗ-7540	4	9	6	20	25
19	Скельний ґрунт	ТЕ-8	КрАЗ-65032-061	4	10	7	15	15
20	Пухкий ґрунт	ТЕ-5	КрАЗ-65032-061	4	10	4	10	12
21	Гравій	ТЕ-17	ГАЗ-53Б	6	9	5	5	7
22	Щебні	ТЕ-11	КрАЗ-65032-061	6	8	4	10	12
23	Скельний ґрунт	ТЕ-24	БелАЗ-7540	6	9	6	25	30
24	Пухкий ґрунт	ТЕ-10	МАЗ-5551А2-320	6	10	7	10	10
25	Вологий пісок	ТЕ-7	ГАЗ-53Б	6	8	8	5	5
26	Щебні	ТЕ-11	МАЗ-5551А2-320	5	9	4	10	15
27	Гравій	ТЕ-8	КрАЗ-65032-061	5	10	5	10	15
28	Вологий пісок	ТЕ-17	КрАЗ-65032-061	5	8	4	10	15
29	Скельний ґрунт	ТЕ-24	БелАЗ-7540	5	9	6	25	30
30	Щебні	ТЕ-10	МАЗ-551633-371	5	10	8	10	15

31	Пухкий ґрунт	ТЕ-7	МА3-551633-371	5	9	5	15	17
32	Вологий пісок	ТЕ-5	КрА3-65032-061	5	10	6	25	30
33	Гравій	ТЕ-10	КрА3-65032-061	4	8	4	10	12
34	Щебні	ТЕ-21	БелА3-7547	4	8	5	15	17
35	Скельний ґрунт	ТЕ-24	БелА3-7540	4	9	6	20	25
36	Пухкий ґрунт	ТЕ-5	КрА3-65032-061	4	10	7	15	15
37	Вологий пісок	ТЕ-8	КрА3-65032-061	4	10	4	10	12
38	Гравій	ТЕ-10	МА3-551633-371	6	9	5	5	7
39	Щебні	ТЕ-11	МА3-551633-371	6	8	4	10	12
40	Скельний ґрунт	ТЕ-21	БелА3-7547	6	9	6	25	30
41	Пухкий ґрунт	ТЕ-8	КрА3-65032-061	6	10	7	10	10
42	Вологий пісок	ТЕ-11	МА3-551633-371	6	8	8	5	5
43	Гравій	ТЕ-7	МА3-551633-371	5	9	4	10	15
44	Щебні	ТЕ-8	КрА3-65032-061	5	10	5	10	15
45	Скельний ґрунт	ТЕ-24	БелА3-7540	5	8	4	10	15

Порядок виконання роботи

Розрахунок основних параметрів

Для визначення продуктивності комплекту машин потрібно визначити основні сталі показники процесів виймання, навантаження та транспортування гірської маси.

Тривалість робочого циклу навантажувача, с:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{н.к}} + t_{\text{від}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{роз}} + t_{\text{пов}} + t_{\text{м}}, \text{ с}$$

де $t_{\text{н.к}}$ – час наповнення ковша (8...15 с);

$t_{\text{від}}$ – час на від'їзд від вибою, с;

$t_{\text{пер}}$ – час переміщення до місця розвантаження, с;

$t_{\text{роз}}$ – час розвантаження, (3...5 с);

$t_{\text{пов}}$ – час повернення навантажувача у вибій, с;

$t_{\text{м}}$ – час маневрування, перемикання швидкостей (10...15 с);

Технічні характеристики навантажувачів указані в таблиці 3.2.

Час під'їзду до транспортного засобу:

$$t_{\text{пер}} = \frac{3,6 \cdot l_{\text{пер}}}{V}$$

де $l_{\text{пер}}$ – шлях, що проходить навантажувач при русі до автосамоскиду, м;

V – середня швидкість пересування навантажувача при русі до автосамоскиду, км/год, приблизно приймається наступним чином:

$$V = \frac{1}{2} V_1 \quad \text{при } l_{\text{пер}} = 3 \dots 4, \text{ м}$$

$$V = \frac{2}{3} V_1 \quad \text{при } l_{\text{пер}} = 5 \dots 6, \text{ м}$$

$$V = \frac{3}{4} V_1 \quad \text{при } l_{\text{пер}} = 6 \dots 8, \text{ м}$$

де V_1 – швидкість руху навантажувача на першій передачі.

Під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт навантажувач зазвичай пересувається на першій або другій передачі. Швидкості пересування навантажувачів приводяться в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Технічні характеристики одноковшевих навантажувачів

Показники	ТЕ-7	ТЕ-12	ТЕ-5	ТЕ-10	ТЕ-17	ТЕ-11	ТЕ-8	ТЕ-24	ТЕ-21
Марка тягача	ДТ-75	Т-4П	Д-804ПГ	Т-130П	Шасі	К-702	МоА3-542А	ТП-330	Шасі
Марка двигуна	СМД-14	АМ-41	Д-180	Д-130	АМ-41	238 ЯМЗ-НБ	ЯМЗ - 238	8ДВТ 330	ТКВ-2С-6
Потужність, кВт	55,8	66,3	132	33,1	66,3	177	177	272	376
Тип навантажувача	Фронтальний			Універсальний		Фронтальний			
Місткість ковша, м ³	1	1,5	2,5	2	1	2	2,8	5	7,5
Ширина ковша, мм	2050	2340	3032	2900	2330	2770	3100	3700	4400
Робочий тиск у гідросистемі, МПа	10	10	10	10	10	10	10	14,5	16
Швидкість вперед	3,5-9,24	2,89-7,4	2,74-12,5	3,84-10,65	11,1-32,9	2,9-13,8	4,0-42,0	3,5-13,0	2,7-40,0
Швидкість назад	4,44	4,07-6,11	3,08-7,83	6,25-8,63	7,3-21,1	5,1-24,3	6	2,9-10,8	13,2
Маса, кг	9650	12550	23550	20500	8500	15850	19300	53600	61950

Тривалість циклу транспортної одиниці, год:

$$t_{\text{цт}} = \frac{l_2}{V_{\text{нав}}} + \frac{l_3}{V_{\text{пор}}} + t_p + t_{\text{ман}}$$

де l_2, l_3 – шлях, пройдений транспортним засобом відповідно з вантажем і без нього, км;

$V_{\text{нав}}, V_{\text{пор}}$ – середні швидкості пересування транспортного засобу відповідно з вантажем і без нього у км/год, які залежать від конструкції транспортного засобу, профілю та покриття дорожнього полотна (для розрахунків можна прийняти $V_{\text{нав}} = 20$ км/год, $V_{\text{пор}} = 30$ км/год);

t_p – час розвантаження транспортного засобу, год (у розрахунках можна прийняти з діапазону 0,005...0,02 год);

$t_{\text{ман}}$ – час, затрачений на розворот транспортного засобу, год (для розрахунку потрібно прийняти дане значення в межах 0,009...0,013 год).

Раціональне використання навантажувачів значною мірою залежить від організації їхньої спільної роботи із транспортними засобами. Для ефективної роботи комплексу машин до працюючого навантажувача транспорт необхідно подавати без перерв. Вантажопідйомність транспортної одиниці повинна бути в

ціле число разів більша маси ґрунту, що заповнює ківш. Розрахункова кількість розвантажень навантажувача у кузов автосамоскиду або іншого транспортного засобу:

$$n_{p.роз} = \frac{Q \cdot k_{г.с}}{q \cdot k_n \cdot \gamma}$$

де Q – вантажопідйомність транспортного засобу, т, (таблиця 4.3);

q – об'єм ковша одноковшевого навантажувача, м³;

γ – щільність породи, т/м³ (табл. 4.4).

k_n – коефіцієнт наповнення ковша навантажувача (табл. 4.4);

$k_{г.с}$ – коефіцієнт впливу гранулометричного складу гірської маси.

Для сипких порід таких як пісок, глина та інші дане значення приймається за таблицею 4.4. Проте, при відпрацюванні щебеню, гравію та інших скельних порід визначається за формулою:

$$k_{г.с} = 1 + b_{н.ш} n_{в.к} \frac{t_{н.к}}{t_{ц}}$$

де $b_{н.ш}$ – коефіцієнт, що залежить від ступеня наповнення ковша та швидкості набирання гірської маси (дане значення приймається в межах 0,03...0,05);

$n_{в.к}$ – об'ємний вихід шматків розміром (0,2...0,4) $l_{ш}$ ($l_{ш}$ – ширина ковша навантажувача), %. Дане значення приймається у відповідності до таблиці 4.5.

Уточнена кількість розвантажень $n_{p.ут}$ навантажувача округлюється до меншого цілого числа.

Таблиця 4.3

Технічні характеристики автосамоскидів

Показник	МАЗ-555 1А2-320	КрАЗ- 65032-061	МАЗ- 551633-371	БелАЗ-7540	БелАЗ-7547
Вантажопідйомність, т (без вантажу), кг	10	13,1	12	30	45
Об'єм кузова, м ³	5,4	12	10,5	18,5	26
Потужність двигуна, кВт	169	243	210	309	405
Максимальна швидкість, км/год	90	75	97	50	50
Маса в спорядженому стані, т	8	13,9	33	22,5	33

Значення коефіцієнтів наповнення ковша та щільність порід

Порода	Щільність, т/м ³	k_n	$k_{z.c.}$
Пісок пухкий, сухий	1,2...1,6	1,2	1,05...1,15
Вологий пісок, супісок, суглинок розпушений	1,4...1,7	1,1	1,1...1,25
Суглинок середній і дрібний, гравій, легка глина	1,5...1,8	1	1,2...1,27
Глина, щільний суглинок	1,6...1,9	1	1,2...1,35
Важка глина, суглинок зі щебнем	1,9...2,0	0,9	1,35...1,5
Щебні	1,75	0,7	-
Скельний ґрунт	1,75	0,6	-

Таблиця 4.5

Об'ємний вихід скельних порід за гранулометричним складом

Порода	N _{в.к.} , %								
	0-400	0-600	0-700	0-800	0-900	1-1000	0-1200	0-1500	0-1800
Щебінь	52	59	68	75	88	95	100	0	0
Скельний ґрунт	49	55	62	71	80	95	97	99	100

Правильність вибору обладнання буде характеризуватись коефіцієнтом використання вантажопідйомності автотранспорту, який повинен знаходитися у межах 0,8...0,9, і розраховується за формулою:

$$k_{ва} = \frac{n_{р.ут}}{n_{р.роз}}$$

Для забезпечення мінімальних простоїв навантажувача розрахункова кількість транспортних засобів визначається наступним чином:

$$n_{тр.роз} = \frac{3600t_{цг} + T_{ц}n_{р.ут}}{n_{р.ут}T_{ц}}$$

Уточнена кількість транспортних засобів $n_{тр.ут}$ отримується округленням $n_{тр.роз}$ до цілого меншого числа.

Коефіцієнт експлуатаційних втрат часу навантажувача:

$$k_e = \frac{n_{тр.ут}}{n_{тр.роз}}$$

Коефіцієнт використання транспортних засобів за часом:

$$K_{вт} = \frac{m_{тр.ут}}{m_{тр.роз}}$$

де $m_{тр.ут}$, $m_{тр.роз}$ – відповідно уточнена та розрахункова кількість циклів одного автосамоскиду протягом зміни:

$$m_{\text{тр.роз}} = \frac{t_{\text{зм}}}{t_{\text{ц.т}} + \left(\frac{n_{\text{р.ут}} \cdot T_{\text{ц}}}{3600} \right)}$$

де $t_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни (приймається рівною 8 год для всіх варіантів).

Уточнена кількість циклів одного автосамоскиду протягом зміни отримується округленням відповідного розрахункового значення до меншого цілого числа циклів.

За критерії ефективності роботи комплекту машин приймаються: коефіцієнт експлуатаційних втрат часу навантажувача, який повинен знаходитись у межах 0,8...0,96, та коефіцієнт використання транспортних засобів за часом який не повинен відрізнятись від k_e більше ніж на 5 %, тобто необхідно дотримуватися умови:

$$\frac{|k_e - k_{\text{вт}}|}{k_e} \cdot 100\% \leq 5\%$$

У разі відхилення коефіцієнтів k_e та $k_{\text{вт}}$ від норми, для визначення найбільш ефективного комплекту машин, згідно з формулами будуються графіки залежності $k_e = f(n_{\text{р.ум}})$ та $k_{\text{вт}} = f(n_{\text{р.ум}})$ у одній системі координат для діапазону значень $n_{\text{р.ум}} - 3, n_{\text{р.ум}} - 2, n_{\text{р.ум}} - 1, n_{\text{р.ум}}, n_{\text{р.ум}} + 1, n_{\text{р.ум}} + 2, n_{\text{р.ум}} + 3$. За допомогою графіка приймається оптимальна для заданих умов кількість розвантажувачів $n_{\text{р.опт}}$. Тоді оптимальне значення вантажопідйомності автосамоскиду можна буде знайти наступним чином:

$$Q_{\text{опт}} = \frac{n_{\text{р.опт}} q k_{\text{н}} \gamma}{k_{\text{г.с}} k_{\text{в.а}}}$$

Оптимальна кількість автосамоскидів визначається так само як і $n_{\text{тр.ум}}$, але замість $n_{\text{р.ум}}$ підставляється $n_{\text{р.опт}}$.

Знаходимо експлуатаційну змінну продуктивність одноковшового навантажувача, м³/зміну:

$$P_e = \frac{3600}{T_{\text{ц}}} q \frac{k_{\text{н}}}{k_{\text{г.с}}} k_e t_{\text{зм}}$$

Для оцінювання конструктивних особливостей прийнятих машин рекомендується виконати порівняння розрахункового варіанта з альтернативними

варіантами. В альтернативному варіанті необхідно повторити розрахунки за умови використання в комплекті навантажувача і автосамоскидів інших марок або моделей більшої або меншої вантажопідйомності.

Порівняння варіантів можна зробити за критеріями питомої металоємності, питомої енергоємності комплекту, собівартості одиниці виробленої продукції (одного кубічного метра переміщуваного ґрунту) і іншим показникам.

Питома металоємність комплекту машин по експлуатаційній продуктивності, т/м³:

$$y_m = \frac{m_n + n_{тр} \cdot m_c}{\Pi_e}$$

де m_n – маса навантажувача, т;

m_c – маса одного автосамоскида, т.

Питома енергоємність комплекту машин по експлуатаційній продуктивності, кВт/м³:

$$y_e = \frac{N_n + n_{тр} \cdot N_c}{\Pi_e}$$

де N_n – потужність двигуна навантажувача, кВт;

N_c – потужність двигуна одного автосамоскида, кВт.

При попередньому порівнянні варіантів перевагу потрібно віддати тому з варіантів який забезпечує менші значення показників питомої металоємності й питомої енергоємності. Більш точне порівняння можна здійснити за критерієм собівартості одиниці виробленої продукції.

Для порівняння двох одержаних варіантів результати проведених розрахунків слід звести до спільної таблиці (за прикладом таблиці 4.6).

Приклад оформлення розрахунків

№	Параметр	Значення
1	Експлуатаційна продуктивність навантажувача, м ³ /зміну	
Заданий комплект машин		
2	Марка й модель автосамоскида	
3	Число розвантажувальних породи в кузов автосамоскида	
4	Необхідне число транспортних одиниць засобів	
5	Тривалість циклу транспортної одиниці, год	
6	Питома металоємність, т/м ³	
7	Питома енергоємність, кВт/м ³	
Альтернативний комплект машин		
8	Марка й модель автосамоскида	
9	Число розвантажень породи в кузов автосамоскида	
10	Необхідне число одиниць транспортних засобів	
11	Тривалість циклу транспортної одиниці, год	
12	Питома металоємність, т/м ³	
13	Питома енергоємність, кВт/м ³	
Висновок про оптимальний варіант комплекту машин		

Вимоги до структури звіту:

Звіт по виконанню лабораторної роботи має розпочинатись з титульного аркуша, на якому мають бути вказані: назва навчального закладу; назва кафедри на яку подається звіт; назва дисципліни; порядковий номер лабораторної роботи; назва лабораторної роботи; прізвище та ініціали виконавця лабораторної роботи; прізвище та ініціали викладача.

Пояснювальна записка звіту повинна містити назву, мету і завдання наведені в описі лабораторної роботи. Студент самостійно має знайти і навести короткі теоретичні відомості за темою лабораторної роботи (теоретичні відомості рекомендується ілюструвати схематичними зображеннями, графіками, схемами, тощо). По завершенню теоретичної частини студент повинен вказати свій варіант та навести перелік вихідних даних до виконання роботи. Наступним кроком є власне виконання завдання з детальним описом виконання розрахунків. Після виконання розрахункової частини лабораторної роботи необхідно розписати порядок виконання індивідуального завдання (включно з необхідними графічними

додатками) і базуючись на отриманих результати сформуванати висновок до лабораторної роботи.

Загальні вимоги до оформлення звіту:

Формат – вертикальний, А4;

Розмір літер – 14;

Шрифт – Times New Roman;

Міжрядковий інтервал – 1,5;

Об'єм звіту – не обмежений;

Відступ абзацу – 1,0 см;

Вирівнювання – по ширині;

Поля зліва – 2,5 або 3 см;

Поля праворуч – 1 см;

Поля внизу і вгорі – 2 см.