



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

02-02-146

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних робіт з навчальної дисципліни
«Виробнича експлуатація і ремонт машин та обладнання»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського)
рівня за освітньо-професійною програмою
«Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з якості
освіти навчально-наукового
механічного інституту
Протокол № 4 від 24.12.2019 р.

Рівне – 2020



Методичні вказівки до практичних робіт з навчальної дисципліни «Виробнича експлуатація і ремонт машин та обладнання» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Хітров І. О., Кристопчук М. Є. – Рівне : НУВГП, 2020. – 63 с.

Укладачі: Кристопчук М. Є., к.т.н., доцент, завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу;

Хітров І. О., к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу.

Відповідальний за випуск – Кристопчук М. Є., к.т.н., доцент, завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу.

Керівник групи забезпечення спеціальності 208 «Агроінженерія»

Налобіна О. О.



ЗМІСТ

Вступ	4
Практична робота №1. Розрахунок річного режиму роботи технічних об'єктів	5
Практична робота №2. Аналіз використання технічних об'єктів	13
Практична робота №3. Розрахунок кількості транспортних одиниць для забезпечення роботи одноківшового екскаватора	20
Практична робота №4. Розрахунок і побудова швидкісної характеристики силової установки технічних об'єктів	25
Практична робота №5. Розрахунок і побудова тягово-енергетичної характеристики технічних об'єктів	36
Рекомендована література	47
Додатки	48



ВСТУП

Предметом вивчення навчальної дисципліни “Виробнича експлуатація та ремонт машин і обладнання” є формування інженерних знань і навиків необхідних для правильної розстановки машин і технологічного обладнання у виробничому процесі при їх використанні, а також організації і технології їх ремонту.

Під експлуатацією технічних об’єктів розуміють доцільність їхнього використання у виробничому процесі з метою забезпечення найбільшої продуктивності, поліпшення і полегшення умов праці при найменшій собівартості виконання робіт. Розрізняють виробничу і технічну експлуатації машин. Виробнича експлуатація включає вибір типу машин, їхню розстановку на виробництві, а також розробки технологічних схем комплексної механізації робіт.

Практичні завдання складаються з 5 тем, відповідно робочій програмі навчальної дисципліни.

Методичні вказівки висвітлюють питання виробничої експлуатації машин і технологічного обладнання, машинно-тракторних агрегатів та їх комплексів при виконанні різних виробничих завдань; з’ясування основних характеристик машин і обладнання; визначення тягово-енергетичних властивостей; формування виробничих затрат на експлуатацію машин і обладнання.

Практична робота студента під керівництвом викладача протікає у формі ділової взаємодії. Студент отримує безпосередні вказівки, рекомендації викладача з організації практичної діяльності, а викладач виконує функцію управління через облік, контроль і коригування помилкових дій.



Практична робота №1 РОЗРАХУНОК РІЧНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Мета заняття – набути практичні навички з розрахунку річного режиму роботи технічних об'єктів (машин).

Вказівки до виконання

1.1. Вибір початкових даних.

Вихідні дані для практичного завдання – табл. 1 відповідно до свого шифру. Шифром студента є букви, що входять в його прізвище.

Для виконання практичної роботи розглянемо приклад вибору початкових даних, допустивши, що прізвище студента Іванченко. Всі початкові дані вибираються відповідно послідовності букв, які складають прізвище. Згідно наведеної таблиці початкових даних студент повинен визначити типи машин, які йому задаються. Першій букві прізвища “І” – відповідають трактор Білорус-80.1, бульдозер ДЗ-17 і багатоковшовий екскаватор ЕТР-161. Другій букві “В” – відповідає температурна зона Миколаївської області. Третій “А” – коефіцієнт змінності – 1. Четвертій “Н” – коефіцієнт використання машини за часом – 0,75. Наступній “Ч” – кількість днів перебазування машини з об'єкта на об'єкт – 5.

Якщо кількість букв в прізвищі недостатня для вибору початкових даних, то прізвище необхідно повторити до одержання необхідної кількості букв. Наприклад прізвище студента Куц, тоді слід брати “КУЦКУЦ”. Коли студенти мають однакові прізвища, то один з них вибирає варіант за прізвищем, а другий – за



іменем, попередньо узгодивши вибір варіанту з викладачем.

Крім початкових даних приведених в таблицях додатків при проведенні розрахунків слід користуватись також довідковою літературою і матеріалами лекцій.

При рішенні завдання всі арифметичні дії необхідно вести зберігаючи не більше чотирьох значущих цифр з обов'язковим проставленням розмірностей одержаних величин.

1.2. Річний режим роботи машини.

За річним режимом роботи машини розподіляють річний календарний час на час корисної роботи і час простоїв машини з тих чи інших причин.

Річний режим роботи розробляють на середньоспиркову машину для кожної групи машин, або кожному виду, або навіть кожному інвентарному номеру машин для визначення тривалості їх робочого часу протягом розрахункового періоду, найчастіше року.

В одну групу включаються машини з однаковими плановими коефіцієнтами змінності, кількістю перебазувань, часом, затраченим на перебазування однієї машини, а також співпадання кількості днів простоїв машини від дії метеорологічних факторів.

Річний режим роботи машини визначають в годинах робочого часу для машин на базі тракторів і пройдених машиною кілометрів для рухомого парку машин.

Число годин роботи машини в рік розраховується за наступною залежністю

$$T_p = D_p \cdot t_{zm} \cdot K_{zm}, \text{ год} \quad (1.1)$$

де D_p – число робочих днів машини за рік; t_{zm} – тривалість зміни в годинах; K_{zm} – коефіцієнт змінності.

Таблиця 1

Початкові дані для розрахунку річних режимів роботи машин

Буква алфавіту	Марка машини			Температурна зона (область використання машини)	Коефіцієнт змінності	Коефіцієнт використання машини за часом	Кількість днів перебувань
	I	II	III				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
А	Т-50	ДП-8А	ЭТЦ-161	Одеська	1	0,5	5
Б	Т-85	ДП-3	ЭТЦ-165	Львівська	1,5	0,55	7
В	ВТЗ-2032А	Д-695А	ЭТЦ-252	Миколаївська	2	0,6	9
Г	ВТЗ-2048А	ДП-25	ЭТЦ-354	Харківська	2,5	0,65	10
Д	ХТЗ-150К-09.172.00	ДП-5С	ЭТЦ-202	Одеська	3	0,7	12
Е	ХТЗ-241К.20	ДП-22С	ЭТЦ-2011	Львівська	1,4	0,75	14
Є	ХТЗ-242К.20	ДП-9С	ЭТЦ-208	Миколаївська	1,6	0,8	16
Ж	ХТЗ-243К.20	ДЗ-29	ЭТЦ-202А	Харківська	1,8	0,85	20
З	ХТЗ-248К.20	ДЗ-42	ЭТЦ-163	Одеська	1,9	0,9	6
І, Й	BELARUS-80.1	ДЗ-17	ЭТР-161	Львівська	2,0	0,95	8
К	МТЗ 320.4 Білорус	ДЗ-18	ЭТР-253А	Миколаївська	2,1	0,6	10

продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Л	ЮМЗ-8244.2	ДЗ-53	ЭТР-204	Харківська	2,2	0,65	11
М	ЮМЗ 6АКМ40.2	ДЗ-54С	ЭТР-223	Одеська	2,3	0,7	13
Н	Кіровоць К-744Р1	ДЗ-35	ЭТР-224	Львівська	2,4	0,75	15
О	ХТЗ 17221	ДЗ-27С	ЭО-2621А	Миколаївська	2,6	0,9	2
П	BELARUS-820	ДЗ-109	ЭО-3322	Харківська	2,7	0,95	3
Р	Т-150-05-09-25- 04	ДЗ-110	ЭО-4321	Львівська	2,8	0,6	10
С	ХТЗ-181.21	ДЗ-24	ЭО-4221	Одеська	2,9	0,65	8
Т	Fendt 1149 МТ	ДЗ-34С	ЭО-4121	Миколаївська	3,0	0,7	6
У, Ф	МТЗ 2103 Білорус	ДЗ-30В	ЭО-5122	Харківська	1	0,75	4
Х, Ц	МТЗ 1502 Білорус	ДЗ-33	ЭО-3111В	Львівська	1,2	0,8	9
Ч	ДТ 75-А ДРСА 2	ДЗ-12Б	ЭО-3211Б	Одеська	1,3	0,85	5
Ш, Щ	Фотон-244	ДЗ-77С	ЭО-4111	Миколаївська	1,6	0,9	10
Ю, Я, Ъ	Фотон-ТВ-404	ДЗ-20В	ЭО-10011	Харківська	1,8	0,95	15



При розрахунку кількості робочих днів враховують наступні перерви в роботі машин:

- святкові та вихідні дні;
- дні з несприятливими умовами за метеорологічними причинами;
- дні простою машини з організаційних причин;
- дні, необхідні для проведення планових технічних обслуговувань і ремонтів;
- дні, що затрачуються на перебазування машин з об'єкта на об'єкт.

Кількість робочих днів машини за плановий період визначається за формулою

$$D_p = d_k - (d_c + d_g + d_m + d_o + d_p + d_{n.б.}), \text{ діб} \quad (1.2)$$

де d_k – кількість календарних днів за плановий період;

d_c – кількість святкових днів за плановий період, що не співпадають з вихідними;

d_g – кількість вихідних днів за плановий період;

d_m – кількість днів простою машин з метеорологічних причин;

d_o – кількість днів простою машини по організаційних і технологічних причинах;

d_p – кількість днів простою машини в технічному обслуговуванні і ремонті;

$d_{n.б.}$ – кількість днів затрачених на перебазування машини з об'єкта на об'єкт.

Кількість святкових і вихідних днів приймаємо за календарем, або на основі ковзних графіків, прийнятих для роботи в даній організації.

Кількість вихідних днів для підрозділів де не вимагається безперервний цикл роботи, вибирається з умови режиму роботи прийнятому на підприємстві, якщо



вимагається безперервний цикл роботи, то діє ковзний графік роботи машин.

Кількість днів простою машини з метрологічних причин визначають на основі даних районних управлінь гідрометеослужби (додаток 1). При цьому враховують дні з дощем і дні з низькою температурою нижче мінус 20°C для однокішшових екскаваторів з місткістю ковша більше 0,15м³, бульдозерів, стрілових кранів, тракторів і автомобілів; дні з дощем і дні промерзання ґрунту для екскаваторів з місткістю ковша 0,15м³, скреперів, грейдерів, розпушувачів і планувальних машин.

Тривалість перерв у роботі машин по кожному метрологічному фактору з врахуванням суміщень з вихідними днями розраховують за залежністю

$$d'_m = d_m [1 - (d_g + d_c) / d_k], \text{ діб} \quad (1.3)$$

де d_m – кількість днів простою машини з метрологічних причин на основі даних районних управлінь гідрометеослужби;

d_g – кількість вихідних днів за плановий період;

d_c – кількість святкових днів за плановий період;

d_k – кількість календарних днів за плановий період.

Тривалість перерв з організаційних причин приймається на основі даних за попередній звітний період, або ж в розмірі не більше 3% від кількості календарних днів за винятком святкових і вихідних.

Тривалість перебування машин в технічному обслуговуванні і ремонті визначається за формулою

$$d_p = \frac{[d_k - (d_c + d_g + d_m + d_o + d_{n.б})] \cdot t_{3m} \cdot K_{3m} \cdot P_p}{1 + t_{3m} \cdot K_{3m} \cdot P_p}, \quad (1.4)$$

де P_p – ремонтний коефіцієнт.



Ремонтний коефіцієнт являє собою кількість днів знаходження машини в технічному обслуговуванні і ремонті в розрахунку на одну годину її роботи. Величину ремонтного коефіцієнта визначають шляхом ділення часу, що затрачується на виконання всіх видів технічних обслуговувань і ремонтів на ресурс машини до першого капітального ремонту, або в математичному виразі

$$P_p = (t_k + t_n \cdot n_n + t_{TO-2} \cdot n_{TO-2} + t_{TO-1} \cdot n_{TO-1}) / M_k, \quad (1.5)$$

де t_k – середній час перебування машини в капітальному ремонті виражений в днях (додаток 2);

t_n – середній час перебування машини в поточному ремонті і ТО-3, дні (додаток 2);

n_n – кількість поточних ремонтів і ТО-3 в міжремонтному циклі (додаток 2);

t_{TO-2} – середній час перебування машини в ТО-2, дні;

n_{TO-2} – кількість ТО-2 в міжремонтному циклі (додаток 2);

t_{TO-1} – середній час перебування машини в ТО-1, дні (додаток 2);

n_{TO-1} – кількість ТО-1 в міжремонтному циклі (додаток 2);

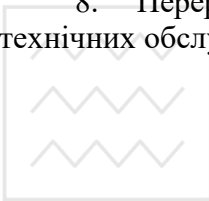
M_k – міжремонтний ресурс машини (періодичність капітального ремонту).

Час, що затрачається на перебазування машини з об'єкта на об'єкт визначається на основі даних про кількість і територіальне розміщення об'єктів, тривалість проведення робіт на цих об'єктах, а також даних про фактичну кількість перебазувань і їх тривалість за попередній період. При цьому враховують планові зміни структури робіт, кількість об'єктів, їх розміщення, а також заходів направлених на скорочення тривалості перебазувань.



Контрольні запитання:

1. Перерахуйте показники, що характеризують річний режим роботи машини.
2. Які види перерв у роботі технічних об'єктів враховуються в річному режимі їх роботи і чому?
3. Як визначити кількість робочих днів машини за плановий період?
4. Що характеризує ремонтний коефіцієнт?
5. Як визначають величину ремонтного коефіцієнта?
6. Дайте визначення міжремонтного ресурсу технічних об'єктів.
7. В яких одиницях визначається напрацювання технічних об'єктів.
8. Перерахуйте способи визначення кількості технічних обслуговувань і ремонтів машин та обладнання.





Практична робота №2 АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Мета заняття – визначити основні показники використання рухомого парку технічних об'єктів, виявити резерви підвищення їх продуктивності.

Вказівки до виконання

Використання технічних об'єктів (машин) за часом оцінюють на основі даних квартального або річного звітів з механізації робіт, який складається підприємством, а також нормативного режиму роботи машин. Аналіз використання будівельних машин проводять за їх групами і за парком в цілому. При цьому визначають наступні показники:

1) середньоспискова кількість машин N_c , яка дорівнює відношенню фактичної сумарної кількості днів перебування групи машин на підприємстві за звітний період $D_{ф.о}$ до кількості календарних днів за цей же період d_k , тобто

$$N_c = \frac{D_{ф.о}}{d_k}. \quad (2.1)$$

2) фактична середньорічна кількість днів роботи машини $D_{ф.р}$ дорівнює відношенню фактичної сумарної кількості днів роботи групи машин $D_{ф.с.р}$ за звітний період до їх середньоспискової кількості N_c

$$D_{ф.р} = \frac{D_{ф.с.р}}{N_c}. \quad (2.2)$$



3) фактичний середньодобовий корисний робочий час машини $t_{ф.к}$ дорівнює відношенню фактичної сумарної кількості годин $T_{ф.с.р}$ роботи групи машин до фактичної сумарної кількості днів $D_{ф.с.р}$ роботи машин тієї ж групи за звітний період

$$t_{ф.к} = \frac{T_{ф.с.р}}{D_{ф.с.р}}. \quad (2.3)$$

4) фактичний коефіцієнт змінності $K_{зм.ф}$ дорівнює відношенню середньодобового фактичного корисного робочого часу $t_{ф.к}$ машини до тривалості зміни $t_{зм}$,

$$K_{зм.ф} = \frac{t_{ф.к}}{t_{зм}}. \quad (2.4)$$

5) фактична середньорічна кількість годин роботи машини $T_{ф.р}$, являє собою добуток середньорічної фактичної кількості днів $D_{ф.р}$ роботи машини на середньодобовий фактичний корисний час $t_{ф.к}$ машини за звітний період

$$T_{ф.р} = D_{ф.р} \cdot t_{ф.к}. \quad (2.5)$$

6) показник виконання річного режиму роботи машини K_p (%), дорівнює відношенню середньорічної фактичної кількості днів $D_{ф.р}$ роботи машини за звітний період до кількості днів D_p роботи машини, що встановлено річним режимом роботи за цей же період

$$K_p = \frac{D_{ф.р}}{D_p} \cdot 100\%. \quad (2.6)$$



7) показник використання машин за часом K_q (%) дорівнює відношенню середньорічної фактичної кількості годин роботи машини $T_{ф.р}$ до кількості годин роботи машини, які встановлені річним режимом роботи T_p

$$K_q = \frac{T_{ф.р}}{T_p} \cdot 100\%. \quad (2.7)$$

8) коефіцієнт використання календарного часу K_k являє собою відношення середньорічної фактичної кількості годин $T_{ф.р}$ роботи машини до кількості календарних годин за рік T_k (визначається, як добуток кількості календарних днів на тривалість доби у годинах)



Національний університет
водного господарства
та природокористування

$$K_k = \frac{T_{ф.р}}{T_k} \cdot 100\%. \quad (2.8)$$

9) коефіцієнт корисної роботи машини K_p характеризується фактичним $t_{ф.к}$ і плановим $t_{п.к}$ середньодобовим корисним робочим часом машини і визначається за залежністю

$$K_p = 1 - \frac{t_{ф.к} - t_{п.к}}{t_{ф.к}}. \quad (2.9)$$

Після виявлення показників використання машин за часом порівнюють планову і фактичну кількість днів і годин роботи машини, показники виконання річного режиму роботи і використання машини за часом, плановий і фактичний середньодобовий час роботи машини, коефіцієнти змінності і коефіцієнти корисної роботи машини.



Аналіз використання парку машин за часом проводиться за даними табл. 2.2 згідно варіанту завдання, вказаного викладачем.

Кількість календарних днів d_k вибирають згідно календаря на поточний рік, тривалість зміни прийняти рівною 8 годинам. Невказані планові показники визначаються за вищенаведеними формулами, аналогічно до фактичних показників. Результати розрахунків звести у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Результати розрахунків

Показник	Значення показника	
	планове	фактичне
Кількість днів роботи машини за рік		
Кількість неробочих днів за рік		
Коефіцієнт змінності		
Середньодобовий час роботи машини		
Середньорічний час роботи машини		
Наднормативні простой		

Контрольні запитання:

1. Які бувають види експлуатаційних режимів роботи машин?
2. Яка структура змінного режиму роботи машин?
3. Як визначається фактичний коефіцієнт змінності?
4. Що таке коефіцієнт корисної роботи машини і як він визначається?
5. Які основні експлуатаційні властивості машини, що визначають режим її роботи?

Таблиця 2.2

Вихідні дані для розрахунку показників використання машин

№ варіанту	Кількість машин на кінець звітного періоду	Дні перебування в господарстві з початку року			Час відпрацьований машинами з початку року	Кількість робочих днів за рік	Середньорічний плановий наробіток
		Всього	В тому числі				
			на всіх видах робіт	в ремонті і очікуванні ремонту			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1	70	26826	18521	955	227808	215	2950
2	65	21450	16240	840	194880	215	2580
3	85	30441	22410	1130	373981	215	2580
4	63	21900	15200	810	172421	220	2640
5	69	22995	14250	845	169936	220	2552
6	40	12410	10120	520	121540	220	2728
7	45	17155	13650	631	153800	225	2610
8	50	16425	12400	589	145532	225	2700

продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8
9	55	21900	16800	764	189840	225	2520
10	60	18615	14200	699	163300	230	2576
11	75	27010	21300	986	268380	230	2944
12	30	12045	8450	481	87880	230	2484
13	35	11315	7631	430	80889	215	2236
14	20	9125	5820	395	58782	215	2150
15	25	7665	5285	350	63948	210	2436
16	47	14600	9324	534	124942	210	2688
17	39	12775	8642	455	106297	210	2520
18	22	7300	4963	341	62534	210	2604
19	72	24820	17934	835	212500	200	2400
20	67	25550	17548	947	208821	200	2320
21	62	24090	16481	812	201068	200	2480
22	58	21900	15377	769	199901	205	2788

продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8
23	53	18615	12750	710	150450	205	2542
24	49	16425	11482	590	138932	205	2296
25	44	14600	10000	538	128000	220	2640
26	41	16425	10841	634	125756	220	2464
27	37	14235	9450	500	99225	220	2288
28	33	10950	7210	457	82610	190	1976
29	28	8395	5341	369	64626	190	2204
30	24	7300	5047	330	60564	190	2280



Практична робота №3 РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ОДИНИЦЬ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ ОДНОКІВШОВОГО ЕКСКАВАТОРА

Мета заняття – на основі технічної характеристики екскаватора вибрати марку транспортних засобів і розрахувати їх кількість з умови їх максимальної продуктивності.

Вказівки до виконання

Для збільшення продуктивності одноківшових екскаваторів великим резервом є правильна організація транспортування ґрунту і підбір транспортних засобів.

Дослідами і практикою встановлено, що місткість кузовів, транспортних засобів, призначених для перевезення ґрунту, або інших матеріалів, повинна бути від 4 до 10 разів більша місткості ковша екскаватора. Іншою умовою високої продуктивності екскаватора є відсутність простоїв транспортних засобів.

Кількість транспортних одиниць N визначається діленням годинної продуктивності екскаваторів P_e на годинну продуктивність вибраної для роботи транспортної одиниці P_{mp}

$$N = P_e / P_{mp} \quad (3.1)$$

Продуктивність транспортної одиниці для перевезення ґрунту або інших матеріалів визначається за формулою

$$P_{m.p} = \frac{1000 \cdot Q_{mp}}{\gamma \cdot g} \cdot t, \quad (3.2)$$



де Q_{mp} – вантажопідйомність транспортної одиниці, кН;
 γ – об'ємна маса ґрунту або інших матеріалів у щільному тілі, кг/м³;
 m – кількість рейсів за одну годину;
 g – прискорення вільного падіння, м/с².
Кількість рейсів становить

$$m = 60 / T_{\text{ц}}. \quad (3.3)$$

Час одного циклу транспортування можна визначити за формулою

$$T_{\text{ц}} = t_3 + \frac{60 \cdot L_1}{v_1} + \frac{60 \cdot L_2}{v_2} + t_p; \quad (3.4)$$

де t_3 – час, необхідний для завантаження однієї транспортної одиниці, хв.;

L_1 – відстань транспортування ґрунту, км;

L_2 – відстань холостого пробігу транспорту, км;

v_1 – швидкість руху навантаженої транспортної одиниці, км/год.;

v_2 – швидкість руху порожньої транспортної одиниці, км/год.;

t_p – час розвантаження однієї транспортної одиниці, включаючи час на маневрування, хв.

Час на завантаження однієї транспортної одиниці екскаватором визначається за формулою


$$t_3 = \frac{10^3 \cdot 60 \cdot Q_{mp}}{g \cdot \gamma \cdot P_e}. \quad (3.5)$$



Тоді продуктивність однієї транспортної одиниці в $\text{м}^3/\text{год.}$, буде становити

$$P_{mp} = \frac{10^3 \cdot 60 \cdot Q_{mp}}{g\gamma \left(t_3 + \frac{60 \cdot L_1}{v_1} + \frac{60 \cdot L_2}{v_2} + t_p \right)}. \quad (3.6)$$

Підставляючи значення продуктивності екскаватора і транспортної одиниці у формулу продуктивностей, визначають кількість транспортних одиниць


$$N = \frac{t_3 + \frac{60 \cdot L_1}{v_1} + \frac{60 \cdot L_2}{v_2} + t_p}{\frac{10^3 \cdot 60 \cdot Q_{mp}}{g \cdot \gamma \cdot P_e}}. \quad (3.7)$$

Після перетворень одержимо

$$N = 1 + \frac{\frac{60 \cdot L_1}{v_1} + \frac{60 \cdot L_2}{v_2} + t_p}{t_3}. \quad (3.8)$$

В розрахунках час на розвантаження транспортного засобу приймати в межах 1-2 хв.

Дані для розрахунку вибрати з табл. 3.1, табл. 3.2 згідно варіанту завдання.

Контрольні запитання: 1. Якими показниками характеризується продуктивність транспортної одиниці для перевезення ґрунту або інших матеріалів? 2. Як визначити час одного циклу транспортування?



Таблиця 3.1

Дані для розрахунку кількості транспортних одиниць

№ варіанту	Марка екскаватора	Відстань транспортування		Час циклу екскаватора
		вантажний хід	порожній хід	
1	EO-2621A	1000	1000	15
2	EO-3322A	1500	1500	19
3	EO-5015	2000	2000	16
4	EO-4321	2500	2500	16
5	EO-4221	3000	3000	18
6	EO-4121	3500	3500	22
7	EO-5122	4000	4000	24
8	EO-3321	4500	4500	15
9	EO-3111B	5000	5000	15
10	EO-3211	4500	5000	15
11	EO-4111	4000	4300	20
12	E-10011	3500	3700	23
13	EO-6251B	3200	3500	25
14	EO-2621A	500	500	15
15	EO-3322A	1100	1200	19
16	EO-5015	1300	1400	16
17	EO-4321	1620	1600	16
18	EO-4221	250	300	18
19	EO-4121	450	480	22
20	EO-5122	500	600	24
21	EO-3321	2300	2500	15
22	EO-3111B	1700	1800	15
23	EO-3211	2200	1700	15
24	EO-4111	4600	4200	20
25	E-10011	3350	3400	23
26	EO-6251B	2140	2300	25
27	EO-2621A	250	250	15
28	EO-3322A	380	400	19
29	EO-5015	800	800	16
30	EO-4321	1700	2000	16



Таблиця 3.2

Технічна характеристика транспортних засобів

№ з/п	Марка машини	Вантажо-підйомність, кг	Максимальна швидкість руху, км/год.	Витрата палива, л/100 км
1	ГАЗ-САЗ-35071	3870	80	19
2	ГАЗ-3309	3500	95	17
3	ЗІЛ-5301 «Бичок»	3000	95	16
4	МАЗ 4571N2-535	3900	90	24
5	ГАЗ-33106	3150	105	14
6	ЗІЛ-4331	6000	95	22
7	HYUNDAI HD-78	3050	90	16
8	КАМАЗ 45143-6012-48	12100	80	30
9	ТАТА-1116	6000	115	18
10	HINO-300	3670	110	20
11	ISUZU NQR-75 P/R	3650	1000	18
12	КрАЗ-5401С2	10000	95	26
13	КАМАЗ 53605-6010-48	11800	90	29
14	КАМАЗ 43255-6010-69	7500	95	26
15	МАЗ 5550С3-520	12000	80	28
16	МАЗ 4581N2-520	6200	85	26



Практична робота №4 РОЗРАХУНОК І ПОБУДОВА ШВИДКІСНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Мета заняття – на основі даних технічної характеристики силової установки провести розрахунки швидкісної характеристики двигуна і побудувати її в функції крутного моменту.

Вказівки до виконання

4.1. Силова установка – двигун внутрішнього згоряння.

Швидкісна характеристика двигуна необхідна для побудови експлуатаційної характеристики машини. Вона наноситься в лівому квадранті експлуатаційної характеристики машини, тому зовнішню характеристику двигуна будують як залежність його основних параметрів в функції крутного моменту. Найчастіше використовуються наступні залежності параметрів двигуна

$$n_d=f(M_e), \quad N_e=f(M_e), \quad G_m=f(M_e), \quad g_e=f(M_e)$$

Для розрахунку і побудови характеристик двигуна використовуються його дані за технічною характеристикою на номінальному режимі і наступні емпіричні залежності

- для дизелів на коректорній вітці характеристики

$$N_{ex} = N_n \left[a \cdot \frac{n_x}{n_n} + b \cdot \left(\frac{n_x}{n_n} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{n_x}{n_n} \right)^3 \right], \text{ кВт}; \quad (4.1)$$



$$g_{ex} = g_{en} \left[a_1 - b_1 \cdot \frac{n_x}{n_n} + c_1 \cdot \left(\frac{n_x}{n_n} \right)^2 \right], \text{ г/кВт}\cdot\text{год.}; \quad (4.2)$$

- для дизелів на регуляторній вітці характеристики

$$N_{ex} = 10 \cdot N_n \cdot \left(1,1 - \frac{n_x}{n_n} \right), \text{ кВт}; \quad (4.3)$$

$$G_{mx} = 10 \cdot (G_{mn} - G_{mx.x}) \cdot \left(1,1 - \frac{n_x}{n_n} \right) + G_{mx.x}, \text{ кг/год.}; \quad (4.4)$$

- для бензинових двигунів

$$N_{ex} = N_{max} \left[a \cdot \frac{n_x}{n_N} + b \cdot \left(\frac{n_x}{n_N} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{n_x}{n_N} \right)^3 \right], \text{ кВт}; \quad (4.5)$$

$$g_{ex} = g_{en} \left[a_1 - b_1 \cdot \frac{n_x}{n_N} + c_1 \cdot \left(\frac{n_x}{n_N} \right)^2 \right], \text{ г/кВт}\cdot\text{год.}; \quad (4.6)$$

де N_n – потужність двигуна на номінальному режимі;

n_n – частота обертання колінчастого вала двигуна на номінальному режимі;

g_{en} – питома ефективна витрата палива на номінальному режимі;

N_{max} і n_N – максимальна потужність двигуна і частота обертання, що відповідає максимальній потужності;



g_{eN} – питома витрата палива на режимі максимальної потужності;

n_x – розрахункові (біжучі) частоти обертання двигуна;

a, b, c, a_1, b_1, c_1 – коефіцієнти апроксимації;

$G_{mn}, G_{m.x.}$ – годинні витрати палива на номінальному режимі і холостому ходу.

Значення коефіцієнтів апроксимації вибирають залежно від типу двигуна (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Орієнтовні значення коефіцієнтів апроксимації дослідних характеристик двигунів внутрішнього згорання

Тип двигуна	a	b	c	a_1	b_1	c_1
Дизелі:						
- з нерозділеною камерою згорання	0,87	1,13	1,0	1,55	1,55	1,0
- з вихровою камерою	0,7	1,3	1,0	1,35	1,35	1,0
- з передкамерою (форкамерою)	0,6	1,4	1,0	1,2	1,2	1,0
Бензинові двигуни	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0	0,8

Годинна витрата палива визначається за формулою

$$G_{mx} = g_{ex} \cdot N_{ex} \cdot 10^{-3}, \text{ кг} \quad (4.7)$$

Крутний момент двигуна

$$M_{ex} = 9554 \cdot \frac{N_{ex}}{n_x}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (4.8)$$

Годинну витрату палива на режимі максимального холостого ходу $G_{m.x.}$ знаходять або за технічною характеристикою на двигун або за графічними



залежностями годинної витрати палива двигуна в режимі максимального холостого ходу від номінальної потужності двигуна (рис. 4.1).

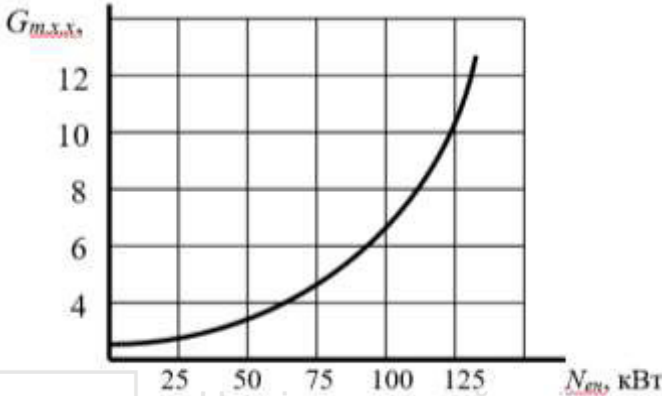


Рис. 1. Залежність годинної витрати палива на максимальному холостому ходу від номінальної потужності двигуна

Розрахунки проводяться для швидкісних режимів роботи бензинових двигунів від частоти обертання максимального холостого ходу $n_{max \text{ x.x.}}$ до номінальної частоти n_n через кожні 20-50 об/хв. та від n_n через кожні 100-300 об/хв. до числа обертів на 200-300 менше частоти обертання, що відповідає максимальному крутному моменту n_m .

Регуляторну характеристику двигунів будують враховуючи нахил регуляторної вітки. Згідно технічних умов на двигуни нахил регуляторної вітки знаходиться в межах 6-10%; тому частота обертання, що відповідає максимальному холостому ходу $n_{max \text{ x.x.}}$ визначається з умови

$$n_{max \text{ x.x.}} = 1,1 n_n, \text{ хв}^{-1}. \quad (4.9)$$

Для режиму роботи двигуна на максимальному холостому ходу $N_e = 0$; $M_e = 0$.



Для дизельних двигунів проводяться розрахунки:

- на коректорній вітці характеристики в інтервалі частот обертання від n_n через кожні 100-300 об/хв. до частот на 200-300 об/хв. менше від n_m – частоти обертання, що відповідає максимальному крутному моменту;

- на регуляторній характеристиці для частот обертання від n_n до $n_{max\ x.x.}$ через кожні 10-20 хв⁻¹.

Всі розрахункові параметри заносять в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Результати розрахунку швидкісної характеристики двигуна

Частота обертання колінчастого вала двигуна n , об/хв.	Крутний момент M_e , Н·м	Потужність двигуна N_e , кВт	Годинна витрата палива G_m , кг/год.
$n_{x.x.}$			
...			
...			
n_n			
...			
...			
...			
n_m			

В розрахунках запас крутного моменту для двигунів без наддуву приймати в межах 15-20%, а для двигунів з турбонаддувом запас крутного моменту приймати в межах 12-15%.

Дані для розрахунку вибрати з табл. 4.3 згідно варіанту завдання.

Таблиця 4.3

Технічна характеристика двигунів машин

№ варіанту	Марка машини (трактора)	Марка двигуна	Номінальна потужність, кВт	Номінальна частота обертання, об/хв.	Питома витрата палива, г/кВт·год.
1	2	3	4	5	6
1	T-50	Д130	33,1	2000	241
2	T-85	T-10	62,5	2100	235
3	BT3-2032A	Д120	22,1	2000	245
4	BT3-2048A	Д130	33,1	2000	241
5	ХТЗ-150К-09.172.00	ЯМЗ-236М2-59	132	2100	245
6	ХТЗ-241К.20	ММЗ Д-262.2S2	184	2100	230
7	ХТЗ-242К.20	ЯМЗ-238М2-53	176	2100	245
8	ХТЗ-243К.20	ЯМЗ-536	184	2100	215
9	ХТЗ-248К.20	FPT-Iveco N67 ENT	176	2200	205
10	BELARUS-80.1	Д-243	59,6	2200	235
11	МТЗ 320.4 Білорус	Lombardini LDW1603/B3	26,5	3000	231
12	ЮМЗ-8244.2	ММЗ Д-243-436	57,4	2200	235
13	ЮМЗ 6АКМ40.2	Д-242-367	44,1	1800	235

продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6
14	Кіровоць К-744Р1	ЯМЗ-238НД5	220	1900	220
15	ХТЗ 17221	ЯМЗ-236Д-3	128,7	2100	251
16	Кіровоць К-424	ЯМЗ-53625	176	2200	197
17	Кіровоць К-730	ЯМЗ-65854	220	1900	216
18	BELARUS-820	Д-243С	60	2200	244
19	BELARUS-1025.2	Д-245	107,4	2100	236
20	T-150-05-09-25-04	ЯМЗ-236М2-59	132	2100	245
21	Challenger MT 755E	AGCO Power	261	2200	289
22	ХТЗ-181.21	ЯМЗ-238KM2-3	140	2100	245
23	Fendt 1149 MT	AGCO Power 168 – 4	336	2100	274
24	New Holland TK4060	NEF	85	2500	223
25	МТЗ 2103 Білорус	Д-260.4S2	156	2100	248
26	МТЗ 1502 Білорус	Д-260.1S2	116	2100	235
27	ДТ 75-А ДРСА 2	А-41И	69	1750	226
28	Фотон-244	У385Т	19	2350	245
29	Фотон-ТВ-404	С490ВТ	29,4	2400	248



4.2. Силова установка – електричний двигун приводу технологічного обладнання.

Характеристику електричного двигуна будують в залежності від навантаження для кожного з режимів його роботи. В довідковій літературі наводяться технічні характеристики електродвигунів зокрема, його номінальна потужність, номінальна частота обертання, співвідношення між максимальним і номінальним моментами, співвідношення між пусковим і номінальними моментами та синхронна частота обертання поля.

На характеристику двигуна, крім залежності частоти обертання від моменту, наносяться залежності потужності від моменту, значення ковзання від моменту і інші характерні для двигуна параметри.

Для розрахунку і побудови характеристик двигуна використовуються його дані за технічною характеристикою на номінальному режимі і наступні емпіричні залежності:

- співвідношення між максимальним і номінальним моментами

$$\gamma = \frac{M_{max}}{M_H}. \quad (4.10)$$

- співвідношення між пусковим і номінальним моментами

$$K = \frac{M_{пус}}{M_H}. \quad (4.11)$$

Номінальне значення моменту двигуна визначають за умовою



$$M_n = 9554 \cdot \frac{N_n}{n_n}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (4.12)$$

де N_n – номінальна потужність двигуна за технічною характеристикою, кВт;

n_n – номінальна частота обертання за технічною характеристикою, об/хв.

Для електричного двигуна робочою віткою характеристики є вітка від максимальної частоти холостого ходу до максимального моменту. Вітка від максимального моменту до пускового моменту є неробочою.

Знаючи номінальне значення моменту двигуна, знаходимо його максимальний момент



$$M_{max} = \gamma \cdot M_n, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (4.13)$$

Проміжні точки характеристики для побудови графічної залежності знаходять за залежністю

$$M_x = \frac{2 \cdot M_{max}}{\left(\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S} \right)}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (4.14)$$

де $S_{кр}$ – критичне ковзання двигунів яке відповідає максимальному моменту;

S – біжуче значення ковзання

За аналогією всі наступні розрахунки зводяться в табл. 4.4.

Частота обертання двигуна

$$n = n_c \cdot (1 - S), \text{ об/хв.} \quad (4.15)$$



де n_c – синхронна частота обертання

$$n_c = \frac{60 \cdot f}{P}, \text{ об/хв.} \quad (4.16)$$

де $f=50$ Гц – частота мережі живлення електродвигуна,
 P – кількість пар полюсів,

За аналогією всі наступні розрахунки зводяться в
табл. 4.4.

Критичне ковзання визначаємо за наступною умовою

$$S_{кр} = S_n \cdot \left(\gamma + \sqrt{\gamma^2 - 1} \right), \quad (4.17)$$

де S_n – ковзання на номінальному режимі роботи двигуна,

$$S_n = \frac{n_c - n_n}{n_n}. \quad (4.18)$$

На робочій частині швидкісної характеристики ковзання змінює з невеликим інтервалом в межах від 0,01 до 0,05 так щоб одержати не менше 5 точок робочої вітки характеристики на неробочій вітці характеристики ковзання змінюємо через кожну 0,1 до досягнення моменту рівного пускового.

Значення пускового моменту знаходимо за залежністю

$$M_{пус} = K \cdot M_n, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (4.19)$$

Потужність при біжучому значенні ковзання знаходять за формулою



$$N_x = \frac{M_x \cdot n_x}{9554}, \text{ кВт} \quad (4.20)$$

де M_x , n_x – біжучі значення моменту і частоти обертання при біжучому значенні двигуна.

Для побудови характеристики на робочій вітці характеристики двигуна ковзання змінюють так, щоб одержати не менше 5-ти проміжних точок.

На неробочій вітці ковзання змінюють через 0,1 до досягнення біжучого значення моменту близького до пускового.

Результати розрахунку зводяться в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Розрахунок швидкісної характеристики електричного двигуна

№ з/п	S	n , об/хв.	M , Н·м	N , кВт

Контрольні запитання:

1. Які найчастіше використовуються залежності параметрів силової установки? Наведіть приклади.

2. Що собою являє швидкісна характеристика двигуна?

5. Як побудувати швидкісну характеристику двигуна? Опишіть залежність показників від крутного моменту двигуна.

6. Вкажіть вихідні дані для розрахунку потужності силової установки.



Практична робота №5 РОЗРАХУНОК І ПОБУДОВА ТЯГОВО-ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Мета заняття – на основі даних технічної характеристики технічного об'єкта (машини, обладнання) і результатів розрахунків швидкісної характеристики силової установки провести розрахунки і побудувати тягово-енергетичну характеристику об'єкта дослідження.

Вказівки до виконання

5.1 Розрахунок і побудова тягової характеристики. Тягову характеристику машини будують залежно від тягового навантаження, для кожного типу і стану ґрунту.

В довідковій літературі наводять типові тягові характеристики машин, побудовані при детермінованому навантаженні, або навантаженнях характерних для типу машини і умов її використання. Для іншого характеру навантаження необхідно вносити відповідні поправки.

В випадку стохастичних (ймовірнісних) навантажень тягові характеристики машини будуть складатись не з однієї, а з цілого сімейства кривих в залежності від значень коефіцієнта варіації навантаження за кожним параметром.

В якості основного параметра на тяговій характеристиці наносять тягову потужність, за максимумом якої визначають номінальну силу тяги.

Сила тяги при роботі на щільних ґрунтах при достатньому відповідає коловій силі, а на ґрунтах з низькою несучою здатністю визначається силою зчеплення.

Крім потужності на тяговій характеристиці можуть бути нанесені також значення годинної витрати палива,



питомі витрати палива, коефіцієнт буксування, швидкості руху, тяговий к.к.д. та інші параметри.

Тягова характеристика може бути побудована як за експериментальними даними так і теоретично, виходячи з даних технічної характеристики машини.

Типова тягова характеристика будується для горизонтальної ділянки, а також заданих ґрунтових умов, використовуючи швидкісну характеристику двигуна і характеристику трансмісії.

Для всіх швидкісних режимів роботи на кожній передачі розрахункового ряду послідовно розраховують

1) Рушійну силу P_p

$$P_p = P_\kappa = \frac{M_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_\kappa}, \text{ Н} \quad (5.1)$$

де M_e – крутний момент двигуна для даного швидкісного режиму;

i_{mp} – загальне передавальне число трансмісії на заданій передачі;

η_{mp} – к.к.д. трансмісії;

r_κ – радіус кочення колеса, або зірочки, м.

2) Теоретичну швидкість руху v_m

$$v_m = \frac{0,377 \cdot r_\kappa \cdot n_\delta}{i_{mp}} \text{ км/год, або } v_m = \frac{\pi \cdot n_\delta \cdot r_\kappa}{30 \cdot i_{mp}}, \text{ м/с; } \quad (5.2)$$

де n_δ – частота обертання двигуна.

Для визначення дійсної швидкості будують криву буксування залежно від тягового зусилля, для цього можна скористатись одним з наведених варіантів:



а) за відносною силою тяги згідно наведеної таблиці

5.1.

В таблиці p – відносна сила тяги, що визначається за формулою

$$p = \frac{P_z}{\varphi \cdot \lambda \cdot G_M}, \quad (5.3)$$

де φ – коефіцієнт зчеплення;

λ – коефіцієнт навантаження ведучих частин машини, який приймається: для гусеничних машин $\lambda = 1$, для колісних машин типу 4×4 $\lambda = 0,9-1$, для колісних машин типу 4×2 $\lambda = 0,76-0,8$;

$P_z = P_k - P_f$ – зусилля на гаку машини;

G_M – вага машини.

Таблиця 5.1
Залежність буксування δ від відносної сили тяги

p	0-0,3	0,4	0,6	0,65	0,7	0,8	0,9	1,0	
δ	для коліс	0,21 p	0,084	0,136	0,152	0,180	0,270	0,46	-
	для гусениць	0,03 p	0,013	0,028	0,036	0,05	0,105	0,24	0,57

б) за розрахунковою формулою

$$\delta = A \cdot \frac{P_k}{R} + B \cdot \left(\frac{P_k}{R} \right)^m, \quad (5.4)$$

де P_k – колова сила тяги, для якої визначається величина буксування;

R – нормальна реакція поверхні на колісний рушій;

$A = 0,11-0,13$ – емпіричний коефіцієнт;

$m = 5-6$.



Коефіцієнт B визначається залежно від коефіцієнта зчеплення за формулою

$$B = \frac{1 - A \cdot \varphi}{\varphi^m}, \quad (5.5)$$

де φ – коефіцієнт зчеплення ($\varphi = 0,6-0,8$).

Дана залежність справедлива для роботи колісних машин на сухих щільних ґрунтах.

Для гусеничних машин в аналогічних умовах

$$\delta = 0,07 \cdot \frac{P_{\kappa}}{R}. \quad (5.6)$$

При $P_{\kappa}/R=1,0$ проходить миттєвий перехід з режиму часткового на режим повного буксування.

в) за даними таблиць приведеними в довідковій літературі [5]. Тоді дійсна швидкість машини v_{δ} визначиться за залежністю

$$v_{\delta} = (1 - \delta) \cdot v_m, \text{ м/с (км/год)}. \quad (5.7)$$

3). Тягова потужність N_m

$$N_m = \frac{P_{\kappa} \cdot v_{\delta}}{10^3}, \text{ кВт}, \quad (5.8)$$

де P_{κ} – Н, v_{δ} – м/с;
або

$$N_m = \frac{P_{\kappa} \cdot v_{\delta}}{3,6 \cdot 10^3}, \text{ кВт}, \quad (5.9)$$



де $P_k - H, v_d - \text{км/год}$.

4). Питома витрата палива g_m

$$g_m = \frac{G_m \cdot 10^3}{N_m} \text{ г/тяг. кВт}\cdot\text{год.} \quad (5.10)$$

5) Тяговий К.К.Д.

$$\eta_{\text{тяг}} = \frac{N_m}{N} \quad (5.11)$$

Розрахунки заносяться в таблицю 5.2 (вихідні дані – табл. 5.3).

За даними таблиці 5.2 будується швидкісна і тягові характеристики машини.

Таблиця 5.2

Дані розрахунку для побудови тягової характеристики машини

$n,$ об/хв.	$M_e,$ Н·м	$N_e,$ кВт	$G_m,$ кг/год	$P_k,$ Н	$v_m,$ м/с (км/год)	$v_d,$ м/с (км/год)	$N_m,$ кВт	$g_m,$ г/кВт·год	$\eta_{\text{тяг}}$
1 передача ($i_{mp} = \quad$)									
$n_{x,x}$									

n_H									

n_M									
2 передача ($i_{mp} = \quad$)									
$n_{x,x}$									

n_H									

n_M									
.....									



5.2. Розрахунок і побудова енергетичної характеристики. Експлуатаційна характеристика дозволяє розрахувати оптимальні режими роботи самохідних машин і агрегатів і визначити взаємозв'язок між тягово-швидкісними можливостями, показниками двигуна, опором робочих машин, продуктивністю і паливною економічністю машини.

З допомогою цих характеристик можна також провести оцінку на різних передачах таких показників як максимальна тягова потужність, оптимальна робоча швидкість, сила тяги при максимальній тяговій потужності, максимальна сила тяги на нижчій передачі, швидкість холостого ходу, перепад між швидкостями поступального руху при максимальній тяговій потужності, буксування, здатність машини долати короточасні перевантаження без переходу на нижчу передачу, характер зміни максимальних значень тягової потужності і ін.

Експлуатаційна характеристика машини будується на основі тягової характеристики, використовуючи два нижні квадранти.

В нижньому правому квадранті будується характеристика робочого середовища при постійному значенні питомого опору на робочому органі від сили тяги машини, наприклад, для землерійно-транспортних машин – залежність площі стружки від сили тяги $F = f(P_K)$ при фіксованих значеннях питомого опору K (рис. 5) виходячи з залежності

$$P_K = F_{cm} \cdot K, \quad (5.12)$$

Звідки

$$F_{cm} = \frac{P_K}{K}. \quad (5.13)$$



Для цього вниз по осі ординат наноситься шкала значень параметра, а віссю абсцис служить шкала значень P_k з тягової характеристики. При фіксованих значеннях питомого опору залежність має лінійний вигляд, що має початок ліній в точці перетину осей координат, тому додатково визначити значення параметра при одному значенні P_k і нанести знайдені значення на графік, з'єднавши одержані точки з початком координат. Побудову променевої номограми виконують, задаючись різними значеннями питомого опору K з таким розрахунком, щоб охопити всі можливі умови роботи машини (рис. 5).

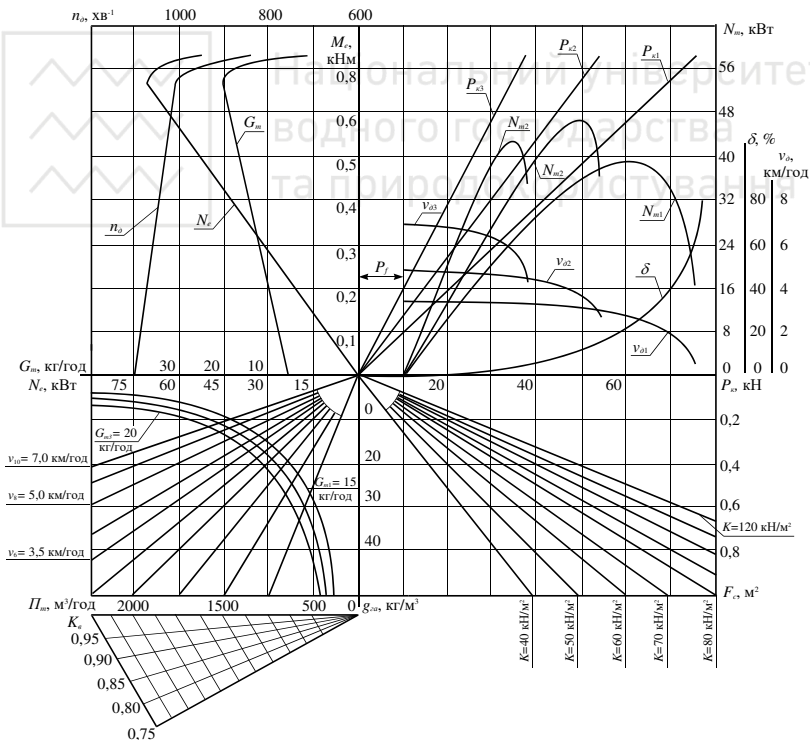


Рис. 5. Тягово-експлуатаційна характеристика автогрейдера



В лівому нижньому квадранті системи координат будується номограма для визначення технічної продуктивності машини при різних робочих швидкостях. Для побудови цієї номограми використовують по осі ординат шкалу параметра для правого нижнього квадранта, а по осі абсцис – наносять шкалу продуктивності Π_m вліво від початку координат. Для побудови використовується залежність

$$\Pi_m = F_{cm} \cdot v_p, \quad (5.14)$$

де v_p – робоча швидкість.

Задаючись різними значеннями робочої швидкості з можливого діапазону будуємо номограму аналогічно попередній. Вона являє собою пучок прямих, що виходять з початку координат.

В тому ж квадранті вниз по осі ординат наносять шкалу питомої витрати палива g_{za}

$$g_{za} = \frac{G_m}{\Pi_m}. \quad (5.15)$$

і в координатах Π_m - g_{za} будуємо криві теоретичної витрати палива на одиницю продуктивності машини в залежності від годинної витрати палива G_{mi} .

Для визначення експлуатаційної продуктивності Π_e , яка визначається залежністю

$$\Pi_e = \Pi_m \cdot K_g, \quad (5.16)$$

де K_g – коефіцієнт використання машини за часом. необхідно побудувати додаткову номограму в лівому нижньому квадранті в наступний спосіб.



Задаючись певним значенням технічної продуктивності P_m відкладаємо дану точку на шкалі P_m .

Задаємося найменшим можливим значенням коефіцієнта використання машини за часом K_g для даної машини і знаходимо для заданої технічної продуктивності експлуатаційну продуктивність при заданому найменшому значенні K_g . Одержане значення експлуатаційної продуктивності відкладаємо на шкалі продуктивності і через цю точку проводимо вниз пряму перпендикулярну до осі абсцис. На цій прямій відкладаємо довільний відрізок, а тоді одержану точку з'єднуємо прямою з точкою, що відповідає технічній продуктивності на осі абсцис (див. рис. 5). Одержаний похилий відрізок розбиваємо рівномірною шкалою від $K_g = 1$ до K_g , що відповідає мінімальному вибраному значенні. Після цього з'єднуємо точки шкали продуктивності проводимо прямі паралельні похилому відрізку.

Контрольні запитання:

1. Охарактеризуйте експлуатаційні властивості тракторного двигуна.
2. Охарактеризуйте потужнісні показники машин.
3. Назвіть основні тягові і паливо-енергетичні показники машин.
4. Що собою являє швидкісна характеристика двигуна?
5. Від чого залежить тягова характеристика машини?
6. На основі чого будується експлуатаційна характеристика машини?

Таблиця 5.3

Варіанти завдань загальних характеристик машин для розрахунку тягових характеристик

№ варіанту	Марка машини	Марка двигуна	Номинальна потужність, кВт	Номинальна частота обертання, об/хв	Загальні передаточні числа трансмісії на передачах				Радіус кочення, м	Дорожні умови	Вага машини, кг
					1	2	3	4			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
1	T-16M	Д-21-А2	16,3	1650	82,48	64,67	52,97	44,79	0,65	асфальт	1616
2	T-25А	Д-21А	18,4	1800	68,80	54,43	46,90	37,05	0,65	стерня	1780
3	T-40	Д-37	29,6	1600	78,68	65,98	56,02	47,94	0,80	стерня	2370
4	T-40АН	Д-37	29,6	1600	76,71	64,37	54,67	46,78	0,71	стерня	2650
5	T-40М	Д-37Е	36,8	1800	78,63	66,01	56,00	49,93	0,80	стерня	2380
6	T-40АМН	Д-37Е	36,8	1800	77,29	64,81	55,10	46,98	0,71	цілина	2700
7	T-28x4М	Д-144	40,5	2000	211,00	153,10	108,25	78,31	0,77	асфальт	2770
8	МТЗ-50	Д-50	41	1700	94,94	77,62	62,23	55,67	0,83	стерня	2750
9	МТЗ-52	Д-50Л	41	1700	340,80	200,62	94,94	77,62	0,83	стерня	2950
10	МТЗ-80	Д-240Л	55	2200	94,90	77,30	62,57	55,75	0,83	стерня	3160
11	МТЗ-82	Д-240	55,3	2200	275,20	161,51	94,90	77,30	0,83	стерня	3370
12	ЮМЗ-6М	Д-65М	46,3	1750	176,50	103,26	80,48	72,01	0,83	асфальт	3200
13	МТЗ-100	Д-245	77,2	2200	105,20	85,47	70,28	58,21	0,83	стерня	3450

продовження табл. 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	МТЗ-102	Д-245	77,2	2200	137,90	112,23	92,22	76,28	0,83	асфальт	3620
15	Т-150К	СМД-62	121,4	2100	67,98	59,42	50,27	37,91	0,70	стерня	7535
16	К-700	ЯМЗ-238НБ	153,7	1750	105,20	86,96	72,29	60,00	0,91	асфальт	11000
17	К-701	ЯМЗ-240Б	198	1900	100,8	83,25	69,51	57,73	1,0	асфальт	12400
18	Т-54В	Д-50	38,2	1600	111,65	56,3	45,80	38,68	0,326	глиниста дорога	3500
19	Т-54С	Д-50	38,2	1600	111,65	56,3	45,80	38,68	0,326	стерня	4060
20	ДТ-75	СМД-14	56,6	1800	45,08	37,37	33,56	30,20	0,335	поле	6050
21	ДТ-75Б	СМД-14Н	58,4	1800	64,36	57,52	51,76	46,56	0,335	поле	7160
22	ДТ-75М	А-41	66,2	1750	41,68	37,38	33,57	30,22	0,335	стерня	6110
23	ДТ-75С	СМД-66	126,4	1900	41,68	37,38	33,57	30,22	0,335	стерня	7435
24	ДТ-75К	СМД-14НГ	58	1800	69,70	62,42	56,10	50,26	0,335	цілина	8040
25	Т-150	СМД-60	111	2000	37,36	33,12	29,37	26,89	0,382	стерня	6975
26	Т-4А	А-01М	99,3	1700	75,36	69,93	60,48	54,20	0,44	стерня	7960
27	Т-130	Д-160	117,6	1250	64,36	53,96	46,46	38,95	0,44	цілина	11500
28	Т-130Б	Д-160Б	110,3	1050	55,08	47,43	39,74	-	0,44	торф'яник	15520



Рекомендована література

1. Виробнича експлуатація і ремонт машин та обладнання : навч. посіб. / Романюк В. І., Гавриш В. С., Хітров І. О., Кононов Ю. А., Голотюк М. В. Рівне : НУВГП, 2016. 290 с.
2. Зангиев А. А., Лышко Г. П., Скороходов А. Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. Москва : Колос, 1996. 320 с.
3. Кутьков Г. М. Тяговая динамика тракторов. Москва : Машиностроение, 1980. 215 с.
4. Иофинов С. А., Лышко Г. П. Эксплуатация машино-тракторного парка. Москва : Колос, 1984. 351 с.
5. Тяговые характеристики сельскохозяйственных тракторов. Альбом-справочник.
6. Саньков В. М., Кержиманов Е. С., Слободкин В. А. Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации и ремонту мелиоративных и строительных машин. Москва : Агропромиздат, 1989. 199 с.
7. Романюк В. І. Виробнича експлуатація машин. Рівне : НУВГП, 2008. 130 с.
8. Скороходов А. Н., Левшин А. Г. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. Москва : БИБКМ, 2017. 478 с.
9. Максименко А. Н., Макацария Д.Ю. Производственная эксплуатация строительных и дорожных машин. Минск : Вышэйшая школа, 2015. 390 с.

Додаток 1

Річне розподілення днів з несприятливими метеорологічними факторами в різних температурних зонах країни (для навчальних цілей)

№ з/п	Розподіл областей за температурними зонами	Несприятливі фактори	Середнє число днів з несприятливими факторами				
			за кварталами року				Всього за рік
			I	II	III	IV	
1.	Одеська область	Вітер Дощ Промерзання ґрунту	12,3 0,9 59	6,8 2,8 -	3,9 2,9 -	8,4 2,5 -	31,4 9,1 59
2.	Львівська область	Вітер Дощ Промерзання ґрунту	13 0,5 59	5,1 6,0 -	3,1 7,1 -	11,3 1,9 41	32,5 15,5 100
3.	Миколаївська область	Вітер Дощ Промерзання ґрунту	15,9 0,5 59	10,7 3,3 -	6,3 3,4 -	11,3 2,3 -	44,2 9,5 59
4.	Харківська область	Вітер Дощ Промерзання ґрунту	18,7 1,2 75	13,2 4,3 -	6,9 4,7 -	15,9 2,8 51	54,7 13,0 126

Додаток 2

Норми періодичності і тривалості ТОіР машин (для навчальних цілей))

Вид машини	Вид ТО і ремонту	Періодичність виконання ТО і ремонтів, мото-год.	Число ТО і ремонтів в одному ремонтному циклі	Тривалість одного ТО і ремонту, робочі дні
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Одноковшові екскаватори з гідравлічним приводом				
На базі пневмоколісного трактора з місткістю ковша 0,25 м ³	ТО-1	60	72	0,2
	ТО-2	240	18	0,5
	СТО	2 рази	на рік	1,0
	Т і ТО-3	960	5	7,0
	К	5760	1	11,0
<u>На пневмоколісному ході:</u> третьої розмірної групи, з місткістю ковша 0,4-0,65 м ³	ТО-1	60	96	0,2
	ТО-2	240	24	0,6
	СТО	2 рази	на рік	1,0
	Т і ТО-3	960	8	8,0
	К	7680	1	17,0
<u>На гусеничному ході:</u> четвертої розмірної групи, з місткістю ковша 0,65-1,25 м ³	ТО-1	60	108	0,2
	ТО-2	240	27	0,7
	СТО	2 рази	на рік	1,0
	Т і ТО-3	960	8	9,0
	К	8640	1	20,0

продовження додатку 2

1	2	3	4	5
п'ятої розмірної групи, з місткістю ковша 1,25-2 м ³	ТО-1	100	80	0,5
	ТО-2	500	10	1
	СО	2 рази	на рік	1
	Т	1000	9	11
	К	10000	1	27
шостої розмірної групи, з місткістю ковша 1,6-3,2 м ³	ТО-1	100	80	0,6
	ТО-2	500	10	1
	СО	2 рази	на рік	1
	Т	1000	9	14
	К	10000	1	32
Багатоківшеві екскаватори				
Траншейні ланцюгові з глибиною копання: до 1,6 м	ТО-1	60	72	0,2
	ТО-2	240	18	1,0
	СТО	2 рази	на рік	1,0
	Т і ТО-3	960	5	4,0
	К	5760	1	8,0
Траншейні ланцюгові з глибиною копання: 1,7-2,0 м	ТО-1	60	72	0,2
	ТО-2	240	18	1,0
	СТО	2 рази	на рік	1,0
	Т і ТО-3	960	5	4,0
	К	5760	1	11,0

продовження додатку 2

1	2	3	4	5
Траншейні ланцюгові з глибиною копання: 2,5 м та більше	ТО-1	60	72	0,2
	ТО-2	240	18	1,0
	СТО	2 рази	на рік	1,0
	Т і ТО-3	960	5	5,0
	К	5760	1	15,0
Траншейні роторні з глибиною копання: до 1,6 м	ТО-1	60	72	0,2
	ТО-2	240	18	1,0
	СТО	2 рази	на рік	1,0
	Т і ТО-3	960	5	11,0
	К	5760	1	24,0
Траншейні роторні з глибиною копання: 1,7...2,0 м	ТО-1	60	72	0,3
	ТО-2	240	18	1,0
	СТО	2 рази	на рік	1,0
	Т і ТО-3	960	5	13,0
	К	5760	1	26,0
Траншейні роторні з глибиною копання: більше 2 м	ТО-1	60	72	0,3
	ТО-2	240	18	1,0
	СТО	2 рази	на рік	1,0
	Т і ТО-3	960	5	15,0
	К	5760	1	27,0

продовження додатку 2

1	2	3	4	5
Стрілові автомобільні крани				
Вантажопідйомність: 4 т	ТО-1	50	80	0,2
	ТО-2	250	15	1,0
	СТО	2 рази	на рік	0,5
	Т	1000	4	6,0
	К	5000	1	13,0
Вантажопідйомність: 6,3 т	ТО-1	50	80	0,2
	ТО-2	250	15	1,0
	СТО	2 рази	на рік	0,5
	Т	1000	4	7,0
	К	5000	1	19,0
Вантажопідйомність: 10 т	ТО-1	50	80	0,3
	ТО-2	250	15	1,0
	СТО	2 рази	на рік	0,5
	Т	1000	4	8,0
	К	5000	1	21,0
Вантажопідйомність: 16 т	ТО-1	50	80	0,3
	ТО-2	250	15	1,0
	СТО	2 рази	на рік	0,5
	Т	1000	4	9,0
	К	5000	1	23,0

продовження додатку 2

1	2	3	4	5
Стрілові пневмоколісні крани				
Вантажопідйомність: 16 т	ТО-1 ТО-2 СО Т і ТО-3 К	60 240 2 рази 960 4800	на рік 60 15 4 1	0,3 1 1 9 29
Вантажопідйомність: 25 т	ТО-1 ТО-2 СО Т і ТО-3 К	60 240 2 рази 960 5760	на рік 72 18 5 1	0,4 1 1 11 29
Вантажопідйомність: 40 т	ТО-1 ТО-2 СО Т і ТО-3 К	60 240 2 рази 960 5760	на рік 72 18 5 1	0,4 1 1 14 31
Вантажопідйомність: 63 т	ТО-1 ТО-2 СО Т і ТО-3 К	60 240 2 рази 960 6720	на рік 84 21 6 1	0,4 1 1 16 34

продовження додатку 2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Вантажопідйомність: 100 т	ТО-1	60	84	0,5
	ТО-2	240	21	1
	СО	2 рази	на рік	1
	Т і ТО-3	960	6	18
	К	6720	1	37
Стрілові гусеничні крани				
Вантажопідйомність: 10 т	ТО-1	60	60	0,3
	ТО-2	240	15	1
	СО	2 рази	на рік	1
	Т і ТО-3	960	4	9
	К	4800	1	23
Вантажопідйомність: 16 т	ТО-1	60	60	0,3
	ТО-2	240	15	1
	СО	2 рази	на рік	1
	Т і ТО-3	960	4	10
	К	4800	1	29

продовження додатку 2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Вантажопідйомність: 25 т	ТО-1	60	72	0,3
	ТО-2	240	18	1
	СО	2 рази	на рік	1
	Т і ТО-3	960	5	13
	К	5760	1	34
Вантажопідйомність: 40 т	ТО-1	60	72	0,4
	ТО-2	240	18	1
	СО	2 рази	на рік	1
	Т і ТО-3	960	5	15
	К	5760	1	32
Вантажопідйомність: 63 т	ТО-1	60	72	0,3
	ТО-2	240	18	1
	СО	2 рази	на рік	1
	Т і ТО-3	960	5	13
	К	5760	1	34

продовження додатку 2

Бульдозери				
На базі пневмоколісного трактора класу 1,4 т	ТО-1	60	72	0,1
	ТО-2	240	18	0,5
	СО	2 рази	на рік	1
	Т і ТО-3	960	5	4
	К	5760	1	9
На базі гусеничного трактора тягового класу 3т	ТО-1	60	72	0,2
	ТО-2	240	18	0,5
	СТО	2 рази	на рік	1,0
	Т і ТО-3	960	5	6,0
	К	5760	1	12,0
На базі гусеничного трактора тягового класу 10	ТО-1	60	72	0,2
	ТО-2	240	18	1,0
	СТО	2 рази	на рік	1,5
	Т і ТО-3	960	5	7,0
	К	5760	1	14,0
На базі гусеничного трактора тягового класу 4т	ТО-1	60	72	0,3
	ТО-2	240	18	1
	СО	2 рази	на рік	2
	Т і ТО-3	960	5	8
	К	5760	1	14

продовження додатку 2

1	2	3	4	5
Скрепери				
Причіпні з ковшем місткістю: 3...5 м ³ , з трактором тягового класу 3 т, (ДТ-75)	ТО-1	60	72	0,3
	ТО-2	240	18	0,6
	СО	2 рази	на рік	1,5
	Т і ТО-3	960	5	6,0
	К	5760	1	12,0
Причіпні з ковшем місткістю 8 м ³ , з трактором тягового класу 10 т, (Т-130)	ТО-1	60	72	0,3
	ТО-2	240	18	1,0
	СО	2 рази	на рік	1,0
	Т і ТО-3	960	5	7,0
	К	5760	1	13,0
Причіпні з ковшем місткістю 10 м ³ , з трактором тягового класу 15 т, (Т-180 і Т-180Г)	ТО-1	60	72	0,4
	ТО-2	240	18	1
	СО	2 рази	на рік	2
	Т і ТО-3	960	5	9
	К	5760	1	18
Причіпні з ковшем місткістю: 15 м ³ , з трактором тягового класу 25 т	ТО-1	100	48	0,5
	ТО-2	500	6	1
	СО	2 рази	на рік	3
	Т і ТО-3	1000	5	14
	К	6000	1	32

продовження додатку 2

1	2	3	4	5
Грейдери				
Причіпні з трактором тягового класу 3 т	ТО-1	60	72	0,3
	ТО-2	240	18	0,8
	СТО	2 рази	на рік	2,0
	Т і ТО-3	960	5	6,0
	К	5760	1	14,0
Причіпні з тракторами класу 10 т	ТО-1	60	72	0,3
	ТО-2	240	18	1
	СО	2 рази	на рік	2
	Т і ТО-3	960	5	8
	К	5760	1	15
Автогрейдери				
Легкого типу	ТО-1	60	84	0,2
	ТО-2	240	21	0,7
	СТО	2 рази	на рік	2,0
	Т і ТО-3	960	6	4,0
	К	6720	1	7,0
Середнього типу	ТО-1	60	84	0,3
	ТО-2	240	21	0,7
	СТО	2 рази	на рік	2,0
	Т і ТО-3	960	6	5,0
	К	6720	1	7,0

продовження додатку 2

1	2	3	4	5
Планувальники				
3 трактором тягового класу: 3 т	ТО-1 ТО-2 СТО Т і ТО-3 К	60 240 2 рази 960 5760	на рік 72 18 5 1	0,2 0,7 1,0 6,0 13,0
3 трактором тягового класу: 10 т	ТО-1 ТО-2 СТО Т і ТО-3 К	60 240 2 рази 960 5760	на рік 72 18 5 1	0,3 1,0 2,0 7,0 14,0
Корчувачі і кушорізи				
Навісні на базі трактора тягового класу: 3	ТО-1 ТО-2 СТО Т і ТО-3 К	60 240 2 рази 960 4800	на рік 60 15 4 1	0,2 0,5 1,0 6,0 13
Навісні на базі трактора тягового класу: 10 т	ТО-1 ТО-2 СТО Т і ТО-3 К	60 240 2 рази 960 4800	на рік 60 15 4 1	0,2 0,8 1,5 7,0 14,0

продовження додатку 2

1	2	3	4	5
Навісні на базі трактора тягового класу: 15 т	ТО-1	60	60	0,3
	ТО-2	240	15	1
	СО	2 рази	на рік	2
	Т і ТО-3	960	4	8
	К	4800	1	18
Канавокопачі				
3 тракторами класу 10 т	ТО-1	60	72	0,3
	ТО-2	240	18	0,9
	СО	2 рази	на рік	1,5
	Т і ТО-3	960	5	7
	К	5760	1	15
3 тракторами класу 15 т	ТО-1	60	72	0,4
	ТО-2	240	18	0,9
	СО	2 рази	на рік	2
	Т і ТО-3	960	5	8
	К	5760	1	18
3 тракторами класу 25 т	ТО-1	100	48	0,4
	ТО-2	500	6	1
	СО	2 рази	на рік	3
	Т і ТО-3	1000	5	14
	К	6000	1	32

продовження додатку 2

1	2	3	4	5
Гусеничні трактори				
ДТ-75М	ТО-1 ТО-2 СТО Т і ТО-3 К	60 240 2 рази 960 5760	на рік 72 18 5 1	0,2 0,5 1,0 6,0 12
Т-130	ТО-1 ТО-2 СТО Т і ТО-3 К	60 240 2 рази 960 5760	на рік 72 18 5 1	0,2 0,8 1,5 7,0 13
Т-4, Т-4М	ТО-1 ТО-2 СТО Т і ТО-3 К	60 240 2 рази 960 5760	на рік 72 18 5 1	0,2 0,8 1,5 7 14
Т-140, Т-180 і Т-180Г	ТО-1 ТО-2 СТО Т і ТО-3 К	60 240 2 рази 960 5760	на рік 72 18 5 1	0,2 1 2 8 17

продовження додатку 2

1	2	3	4	5
ДЭТ-250, ДЭТ-250М	ТО-1	100	48	0,3
	ТО-2	500	6	1,0
	СТО	2 рази	на рік	3,0
	Т і ТО-3	1000	5	12,0
	К	6000	1	30
Трактори пневмоколісні				
Т-40 і Т-40А	ТО-1	60	72	0,1
	ТО-2	240	18	0,5
	СТО	2 рази	на рік	0,5
	Т і ТО-3	960	5	3
	К	5760	1	7
“Беларусь” і ЮМЗ всіх модефікацій	ТО-1	60	72	0,1
	ТО-2	240	18	0,5
	СТО	2 рази	на рік	0,7
	Т і ТО-3	960	5	4
	К	5760	1	8
Т-150 і Т-150К	ТО-1	60	72	0,1
	ТО-2	240	18	0,5
	СТО	2 рази	на рік	0,8
	Т і ТО-3	960	5	6
	К	5760	1	11

продовження додатку 2

1	2	3	4	5
К-700, К-701 і К-702	ТО-1	60	72	0,2
	ТО-2	240	18	0,5
	СО	2 рази	на рік	1
	Т і ТО-3	960	5	6
	К	5760	1	14
Котки				
Причіпні, легкі, кулачкові, статичні з тракторами класу 3 т	ТО-1	60	72	0,2
	ТО-2	240	18	0,5
	СО	2 рази	на рік	1
	Т і ТО-3	960	5	6
	К	5760	1	12
Причіпні, легкі, кулачкові, статичні з тракторами класу 10 т	ТО-1	60	72	0,2
	ТО-2	240	18	1
	СО	2 рази	на рік	1,5
	Т і ТО-3	960	5	7
	К	5760	1	13
Причіпні, легкі, кулачко- ві, статичні з тракторами класу 15т	ТО-1	60	72	0,3
	ТО-2	240	18	1
	СО	2 рази	на рік	2
	Т і ТО-3	960	5	8
	К	5760	1	17