

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

### “Експериментальне дослідження швидкісних властивостей автомобіля”

**Мета роботи:** отримання експериментальних даних для побудови графіків часу і шляху розгону автомобіля.

**Обладнання:** автомобіль з показчиком добового пробігу, секундомір; горизонтальна ділянка дороги з асфальтобетонним покриттям довжиною не меншою 1000 м.

**Вимоги до автомобіля:** перед проведенням дослідів перевірити і при необхідності виконати необхідні регулювання систем двигуна, ходової частини, рульового приводу; тиск в шинах привести у відповідність до норми; двигун і агрегати трансмісії довести до робочої температури пробігом не менш 50 км.

### Теоретичні відомості

До критеріїв оцінки швидкісних властивостей автомобіля відносяться :

- $v_{max}$  – максимальна швидкість автомобіля (100км/год – одиночний автомобіль , 80км/год – автопоїзд)
- $v_{уст}$  – усталена швидкість на затяжних підйомах, км/год.;
- $S_j$  і  $t_j$  – шлях і час розгону до певної швидкості, м і с;
- $j_a$  – прискорення автомобіля, м/с<sup>2</sup>.

### Оцінка тягово – швидкісних властивостей автомобіля

Найважливішим показником швидкісних властивостей автомобіля є технічна швидкість його руху:

$$V_T = \frac{s}{t}$$

Нормативні документи , які визначають методи швидкісних властивостей, наводять показники , за якими можна провести порівняльну оцінку цих властивостей з урахуванням умов експлуатації.

Основними оціночними показниками є максимальна швидкість і характеристики прийомистості.

Максимальна швидкість автомобіля – це найбільша швидкість якої він досягає на горизонтальній ділянці дороги.

Прийомистість автомобіля – це його здатність інтенсивно збільшувати швидкість руху. До неї належить :

- швидкісні характеристики “розганяння – вибіг”.

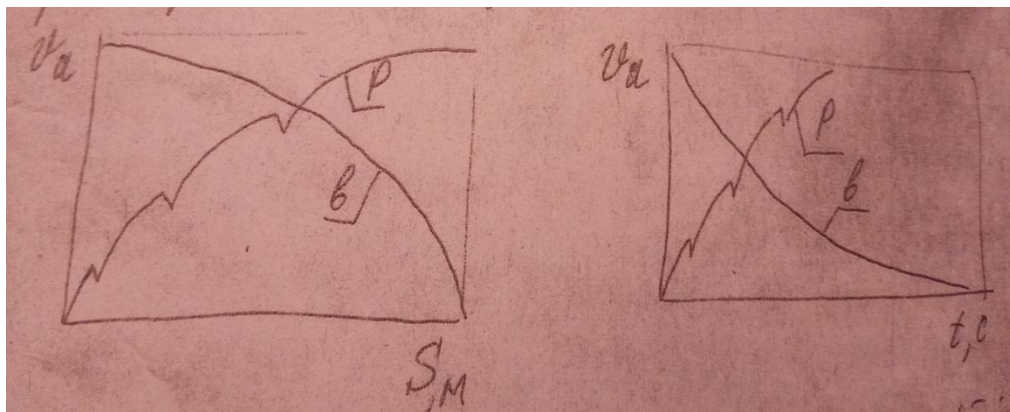


Рис.10. Швидкісна характеристика «розганяння – вибіг»

- розганяння на вищій та передуючій їй передачі;

- час розганяння на ділянках 400м і 1000м;
- час розганяння до заданої швидкості.

При випробуваннях також визначають швидкісну характеристику автомобіля при русі по дорозі із змінним профілем та максимальний підйом, який може подолати.

Ці характеристики можна отримати внаслідок графічного розв'язування рівняння тягового балансу автомобіля, використовуючи тягові і динамічні характеристики, або аналітично.

Максимальну швидкість автомобіля, а також максимальну швидкість при заданому опорі дороги можна визначити його тягові, або динамічні характеристики.

Для знаходження з тягової характеристики максимального кута підйому, який може подолати автомобіль, визначають максимальну колову силу  $P_{rmax}$  при  $j_a = 0$ ,  $P_w = 0$ , тобто  $P_{rmax} = (f + i_{max}) G_a$ ,  $i_{max} = \frac{P_{rmax}}{G_a} - f$  або по його динамічній характеристиці:  $i_{max} = D_{max} - f$ .

Оцінку прийомистості автомобіля розрахунковим шляхом можна приводити за максимально можливим прискоренням, а також за графіком прискорень:

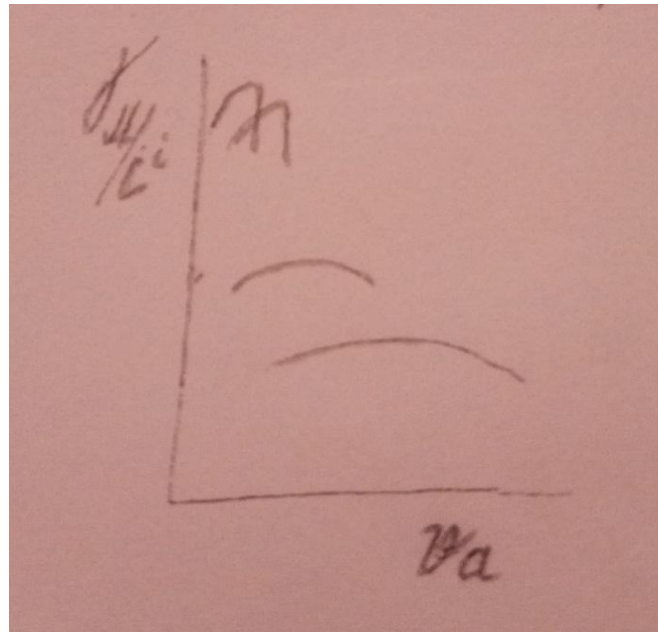


Рис.11. Графік прискорень автомобіля

Максимально можливі прискорення при русі в заданих умовах обчислюють з використанням динамічної характеристики:

$$j = \frac{dv}{dt} = \frac{g}{\sigma} (D - \psi)$$

Час розганяння автомобіля на певній передачі від швидкості  $V_{min}$  до швидкості  $V$  знаходять з таких співвідношень:

$$j = \frac{dv}{dt}; \quad dt = \frac{dv}{j}; \quad t = \int_{v_{min}}^{v_{max}} \frac{dv}{j}$$

Інтегрують цей вираз чисельним методом вважаючи, що в мінливому інтервалі швидкостей  $\Delta V_i = V_i - V_{i-1}$  рух автомобіля є рівноприскореним, причому  $j = \frac{j + j_{i-1}}{2}$ . Час руху

автомобіля в інтервалі  $\Delta t_i$  при зростанні швидкості на  $\Delta V_i$  визначається за законом рівномірного руху:

$$\Delta t_i = \frac{\Delta V_i}{j_{cp}} = \frac{2\Delta V_i}{j_i + j_{i-1}} = \frac{2(V_i - V_{i-1})}{g[(D_i + D_{i+1}) - (\psi_i + \psi_{i-1})]}$$

Сумарний час розганяння автомобіля на  $k$ -тій передачі від  $V_{k1}$  до  $V_{kmax}$  знаходить, підсумовуючи час розганяння в інтервалах.

Шлях розганяння :  $S = \int V dt$

Величину  $S$  визначають чисельними методами. При рівномірному русі в інтервалі швидкостей  $\Delta V_i = V_i - V_{i-1}$  шлях, який проходить автомобіль.

$$\Delta S_i = V_{cp} \Delta t = \frac{V_i + V_{i-1}}{2} \Delta t$$

При розганянні від швидкості  $V_{kmin}$  до  $V_{kmax}$  шлях розганяння

$$S = \sum \Delta S_i$$

Характеристики вибігу можна визначити з рівняння тягового балансу при  $P_p = 0$ . Час і шлях, протягом яких швидкість зменшиться від  $V_1$  до  $V_2$  визначають за формулами :

$$t = \int \frac{dV}{j} ; \quad S = \int V dt,$$

а сповільнення по формулі :

$$J_{cn} = -\frac{g}{\sigma} \left( \psi + \frac{KFV^2}{Ga} \right)$$

Прискорення автомобіля на  $j$ -тій передачі (при  $\psi = 0,02$ ,  $\delta = 1,03 + 0,05 u_{kj}^2$ )

$$j_{ij} = (dv/dt)_{ij} = (D_{ij} - \psi) \frac{g}{\delta} = (D_{ij} - 0,02) / (1,04 + 0,04 u_{kj}^2) \cdot 9,81. \quad (29)$$

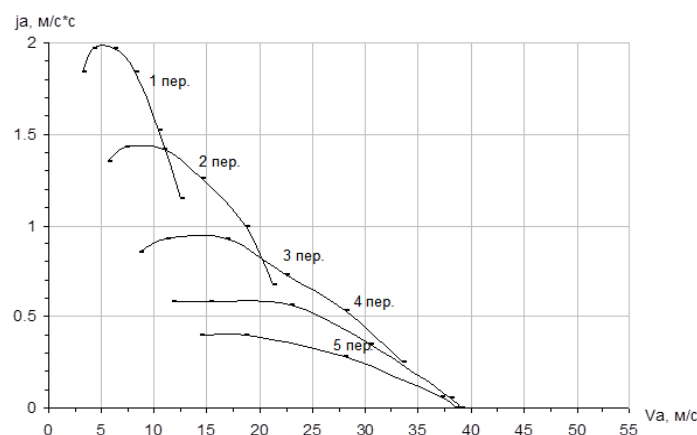
Якщо прийняти величину

$$9,81 / (1,04 + 0,04 u_{kj}^2) = E_j, \quad (30)$$

яка є постійною, то

$$j_{ij} = (D_{ij} - 0,02) \cdot E_j. \quad (31)$$

Отримані в результаті обчислень за формулами (30) значення  $j_{ij}$  зводимо в таблицю. На основі обчислених даних будують графік прискорень автомобіля.

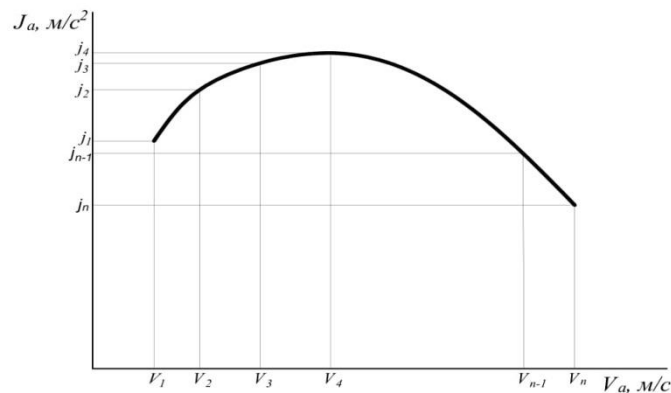


Графік прискорень автомобіля

**Побудова графіків часу і шляху розгону автомобіля**

Для побудови графіка часу  $v = f(t_a)$  і шляху  $v = f(S_a)$  розгону автомобіля графоаналітичним методом використовують графік прискорень автомобіля  $j_a = f(v_a)$  (рис.6).

Для цього кожен криву графіка прискорень ділять на кілька інтервалів (рис.), кінці яких з'єднують відрізками прямої, тобто представляють її у вигляді кусочно-лінійної функції.



Графік залежності прискорення автомобіля  $j_a$  від його швидкості  $v_a$  на  $i$ -тій передачі

Кінці інтервалів швидкостей і прискорень позначають відповідно  $v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in}$  і  $j_{i1}, j_{i2}, \dots, j_{in}$ . Тоді для кожного інтервалу швидкостей час розгону автомобіля буде дорівнювати:

$$t_{i1} = \frac{2(v_{i1} - 0)}{j_{i1} + 0}, t_{i2} = \frac{2(v_{i2} - v_{i1})}{j_{i1} + j_{i2}}, \dots, t_{in} = \frac{2(v_{in} - v_{in-1})}{j_{in-1} + j_{in}}.$$

Шлях розгону для кожного інтервалу швидкостей:

$$S_{i1} = \frac{0 + v_{i1}}{2} t_{i1}, S_{i2} = \frac{v_{i1} + v_{i2}}{2} t_{i2}, \dots, S_{in} = \frac{v_{in-1} + v_{in}}{2} t_{in}.$$

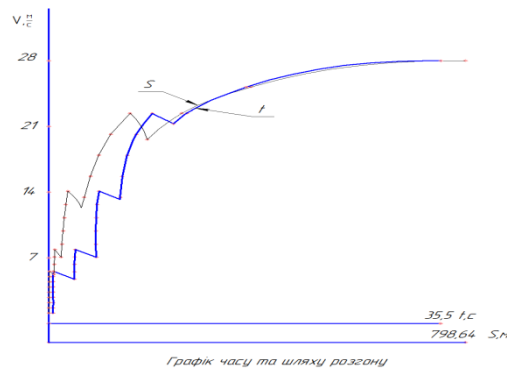
Знайдені в діапазоні від  $v_a = 0$  до  $v_a = v_{amax}$  значення  $t_{in}$  і  $S_{in}$  заносять до табл.

Таблиця

| Результати обчислень часу і шляху розгону автомобіля      |                    |   |   |   |   |     |     |   |
|-----------------------------------------------------------|--------------------|---|---|---|---|-----|-----|---|
|                                                           | Інтервал швидкості |   |   |   |   |     |     |   |
|                                                           | 1                  | 2 | 3 | 4 | 5 | ... | n-1 | n |
| Швидкість в кінці інтервала $v_{ai}$ , м/с                |                    |   |   |   |   |     |     |   |
| Прискорення в кінці інтервала $j_{ai}$ , м/с <sup>2</sup> |                    |   |   |   |   |     |     |   |
| Час розгону в інтервалі, $t_i$ , с.                       |                    |   |   |   |   |     |     |   |
| Сумарний час розгону $T = \sum t_i$ , с                   |                    |   |   |   |   |     |     |   |
| Шлях розгону в інтервалі $S_i$ , м                        |                    |   |   |   |   |     |     |   |
| Сумарний шлях розгону $S = \sum S_i$ , м                  |                    |   |   |   |   |     |     |   |

Падіння швидкості під час переключення передач дорівнює  $\Delta V_n = t_n \cdot g \cdot (-2\Psi_1) / \delta_n = t_n \cdot g \cdot \Psi_1 / \delta_n$ , де  $t_n = 1,5$  с. - час переключення передач;  $\Psi_1$ -коефіцієнт сумарного опору дороги при швидкості автомобіля на початку переключення;  $\delta_n$  – коефіцієнт врахування мас автомобіля, що обертаються ( $\delta_n = 1 + 0.03 \dots 0.05$ ).

Користуючись розрахунковими даними, будують графіки залежностей  $v = f(t_a)$  і  $v = f(S_a)$ .



Графіки часу та шляху розганяння автомобіля

#### Порядок виконання роботи:

1. Встановити автомобіль у вихідну позицію на початку горизонтальної ділянки дороги довжиною не менше 1000 м.
2. Виставити показчик пройденого шляху і секундомір на початок відліку.
3. Запустити двигун і увімкнути першу передачу.
4. За командою одночасно з початком руху з максимальним прискоренням увімкнути секундомір.
5. При переключеннях передач і в проміжках між переключеннями одночасно фіксувати швидкість, пройдений шлях та час з початку рушання. Максимальна швидкість не повинна перевищувати дозволеної правилами дорожнього руху для даної категорії дороги.
6. Одержані значення швидкості, шляху та часу включити до таблиці.
7. Пункти 1 - 6 повторити при русі автомобіля даній ділянці дороги в зворотньому напрямку.
8. Одержані дані за пунктами 6 і 7 усереднити і представити у вигляді графіків  $V_a = f(t)$ ,  $V_a = f(S_a)$ .
9. Порівняти одержані дані з паспортними даними автомобіля.

#### Контрольні питання:

1. Визначити і порівняти прискорення автомобіля на кожній передачі.
2. Пояснити, чому прискорення на нижчих передачах мають більші чисельні значення, ніж на вищих.
3. З'ясуйте поняття динамічності і швидкості автомобіля.
4. Назвіть головні параметри швидкісних якостей автомобіля.
5. Перелічіть основні фактори впливу конструкції автомобіля на його швидкісні характеристики.
6. Поясніть, як впливає технічний стан ходової частини автомобіля на показники його швидкісної характеристики.