

## Лекція 11

### Побудова моделі зношування на основі натуральних факторів

Досліджуємо можливість використання формули для визначення зносу, що приведена в книзі А.С. Проникова [16] і має такий вигляд:

$$I = a \cdot P \cdot V \cdot t, \quad (4.31)$$

де  $a$  – постійний коефіцієнт;

$P$  – питомий тиск у контактній парі, МПа;

$V$  – швидкість ковзання в контактній парі, м/с;

$t$  – час роботи контактної пари, с.

При необхідних значеннях  $P$  і  $V$  буде мати місце лінійна залежність.

Геометричний образ експериментальної (табл. 4.4) і математичної (4.29) моделей представлено на рис. 4.10. З малюнка видно, що це криволінійна залежність, з якої в такому вигляді дуже важко одержати інформацію для рішення виразу (4.31) у окремому вигляді, тобто для визначення коефіцієнта  $a$ .

Тому доцільно розглянути геометричні образи окремих складових цієї моделі. Зокрема, на рис. 4.11 представлено чотири залежності:

$$y_{1-5} = f(P_{\min}, V_{\min});$$

$$y_{2-6} = f(P_{\max}, V_{\min});$$

$$y_{3-7} = f(P_{\min}, V_{\max});$$

$$y_{4-8} = f(P_{\max}, V_{\max}).$$

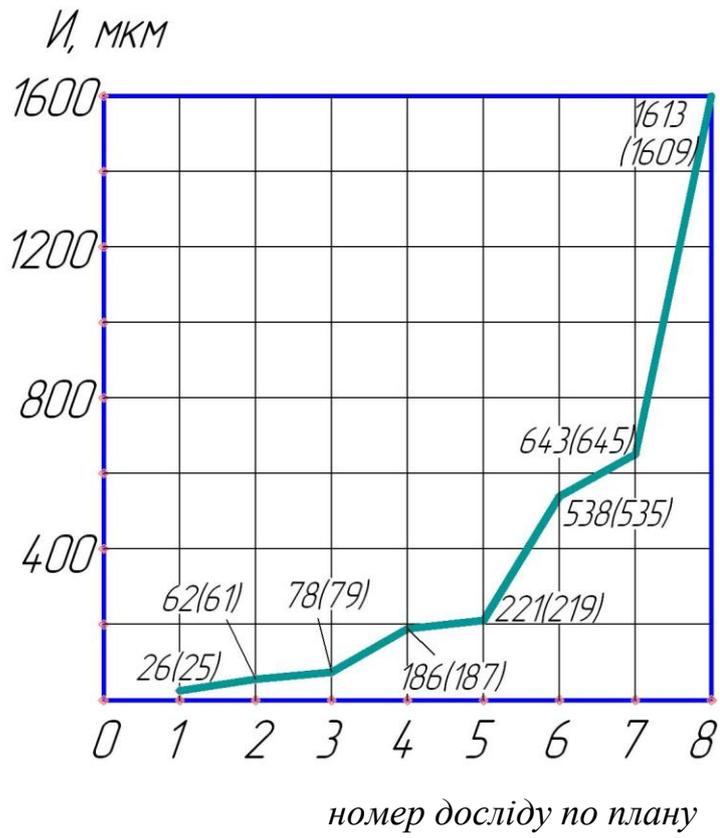


Рисунок 4.10

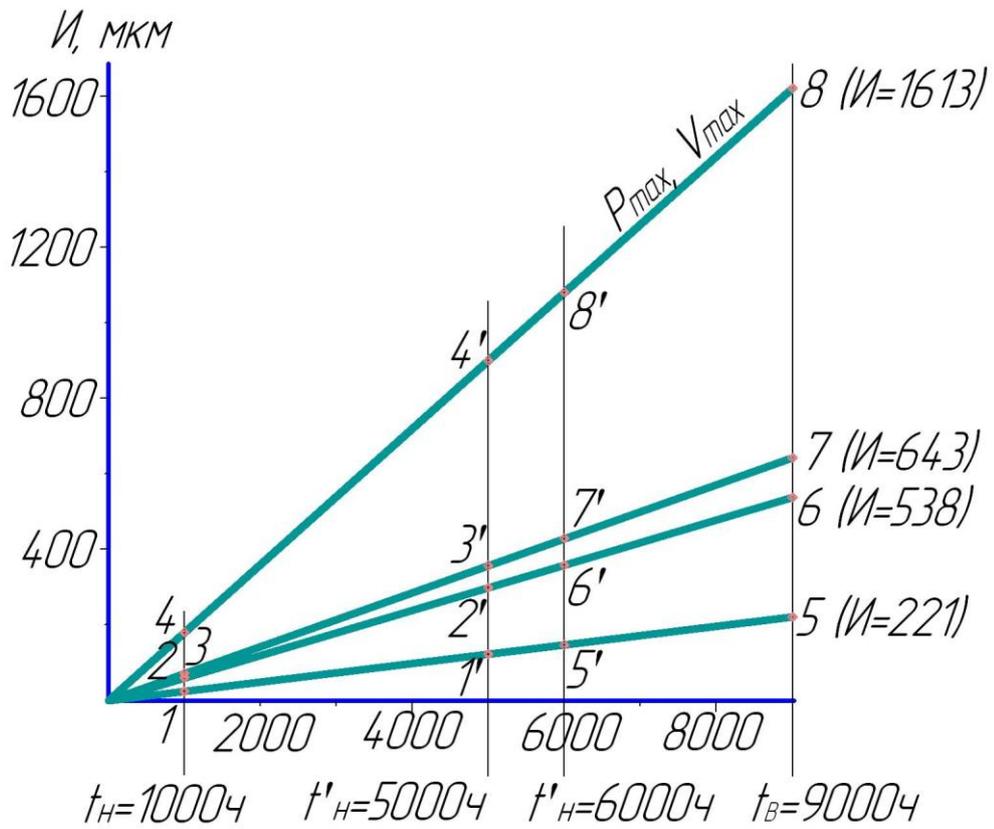


Рисунок 4.11

Оскільки при експерименті виміри здійснювались при  $P = const$  і  $V = const$ , то ці залежності є лінійними. Разом з тим аналіз даних по всім восьми точкам плану експерименту показав на доцільність апроксимації цих залежностей по нулю, тобто на побудову прямих через нуль і точки 5, 6, 7, 8. Це пояснюється тим, що на першій стадії експерименту при  $t = 1000$  годин (точки 1, 2, 3, 4) ще остаточно не стабілізувався процес зношування й облік даних на цьому етапі міг внести істотні погрішності при визначенні коефіцієнта  $a$ . Щоб мати повну вірогідність про лінійність приведених залежностей були проведені виміри при тих же значеннях  $P$  і  $V$ , але тільки у вузькому діапазоні часу ( $t'_H = 5000$  год.,  $t'_B = 6000$  год.). Отримано наступні дані:

$$y'_{1u} = 121; y'_{2u} = 143; y'_{3u} = 304; y'_{4u} = 358; y'_{5u} = 362; y'_{6u} = 430; \\ y'_{7u} = 901; y'_{8u} = 1078,$$

які підтверджують лінійність прийнятих залежностей. Перевірка на відтворюваність дослідів і середньоквадратичне відхилення показала задовільні результати. Таким чином, переконавшись в лінійному характері залежностей  $Y_{1-5}; Y_{2-6}; Y_{3-7}; Y_{4-8}$ , приступаємо до визначення коефіцієнта  $a$ .

З виразу (4.31) можна записати

$$a = \frac{I}{P \cdot V \cdot t} \quad (4.32)$$

Тоді

$$a_5 = \frac{221}{40 \cdot 0,5 \cdot 9000} = 0,001228;$$

$$a_6 = \frac{538}{100 \cdot 0,5 \cdot 9000} = 0,001196;$$

$$a_7 = \frac{643}{40 \cdot 1,5 \cdot 9000} = 0,001191;$$

$$a_8 = \frac{1613}{100 \cdot 1,5 \cdot 9000} = 0,001195;$$

$$a = \frac{a_5 + a_6 + a_7 + a_8}{4} = \frac{0,001228 + 0,001196 + 0,001191 + 0,001195}{4} = 0,0012 .$$

Таким чином, в окремому вигляді одержуємо вираз для визначення величини зносу

$$И = 0,0012 \cdot P \cdot V \cdot t, \text{ мкм.}$$

Виконаємо перевірку адекватності (придатності) цього виразу за критерієм Фішера, для чого спочатку обчислимо знос для восьми точок плану експерименту:

$$И_1 = 0,0012 \cdot P_{\min} \cdot V_{\min} \cdot t_H = 0,0012 \cdot 40 \cdot 0,5 \cdot 1000 = 24;$$

$$И_2 = 0,0012 \cdot P_{\max} \cdot V_{\min} \cdot t_H = 0,0012 \cdot 100 \cdot 0,5 \cdot 1000 = 60;$$

$$И_3 = 0,0012 \cdot P_{\min} \cdot V_{\max} \cdot t_H = 0,0012 \cdot 40 \cdot 1,5 \cdot 1000 = 72;$$

$$И_4 = 0,0012 \cdot P_{\max} \cdot V_{\max} \cdot t_H = 0,0012 \cdot 100 \cdot 1,5 \cdot 1000 = 180;$$

$$И_5 = 0,0012 \cdot P_{\min} \cdot V_{\min} \cdot t_B = 0,0012 \cdot 40 \cdot 0,5 \cdot 9000 = 216;$$

$$И_6 = 0,0012 \cdot P_{\max} \cdot V_{\min} \cdot t_B = 0,0012 \cdot 100 \cdot 0,5 \cdot 9000 = 540;$$

$$И_7 = 0,0012 \cdot P_{\min} \cdot V_{\max} \cdot t_B = 0,0012 \cdot 40 \cdot 1,5 \cdot 9000 = 648;$$

$$И_8 = 0,0012 \cdot P_{\max} \cdot V_{\max} \cdot t_B = 0,0012 \cdot 100 \cdot 1,5 \cdot 9000 = 1620.$$

Експериментальні значення беремо з таблиці 4.4.

Тоді

$$\Delta S_{\text{ад}}^2 = \frac{(26 - 24)^2 + (62 - 60)^2 + (78 - 72)^2 + (186 - 180)^2 + (221 - 216)^2}{8 - 3 - 1} + \frac{(538 - 540)^2 + (643 - 648)^2 + (1613 - 1620)^2}{8 - 3 - 1} = 45,75.$$

Критерій Фішера для цього випадку складе відповідно до (4.30) при отриманому раніше  $\Delta S_y^2 = 27,25$

$$F = \frac{45,75}{27,25} = 1,68.$$

Табличне значення, як було встановлено раніше, складає  $F(0,05;4;8) = 3,838$ .

Тому що виконується умова

$$F = 1,68 < F(0,05;4;8) = 3,838,$$

то отриманий вираз (модель) можна вважати адекватним.

Задавшись величиною граничного зносу  $I_{np}$  з виразу (4.33) можна визначити час наробітку деталі

$$t = \frac{I_{np}}{0,0012 \cdot P \cdot V} . \quad (4.33)$$

Методику визначення довірчого інтервалу часу наробітку можна запозичити з пункту в цьому ж розділі.

На закінчення необхідно підкреслити, що отримані вирази, що дозволяють прогнозувати час наробітку, отримані для суто конкретного випадку шляхом постановки планованого експерименту. А головною метою цього розділу було освітити методологію рішення поставленої задачі на основі планованого експерименту, який дозволяє з мінімальними витратами часу і засобів вирішувати самі складні питання з високим рівнем вірогідності отриманих результатів. Доцільно при цьому для обробки експерименту використовувати ПЕВМ і відповідне стандартне програмне забезпечення.