

Література

1. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход / С. Рассел, П. Норвиг // Москва, Изд. 2-е., 2006. – 1408 с.

2. Павленко В.М. Мультиагентний підхід при побудові системи технічного обслуговування і ремонту автомобіля / В. М. Павленко, Ю. Ю. Свіріна // Новітні технології розвитку автомобільного транспорту. – Харків, 2018. – с. 187.

3. Печеркин С.А. Взаимодействие агентов в мультиагентных системах / Печеркин С.А. // Инновации в науке: сб. ст. по матер. LV междунар. науч.-практ. конф. № 3(52). Часть I. – Новосибирск: СибАК, 2016. – 144 с.

Савчук Володимир Петрович, к.т.н, доцент, Херсонська державна морська академія

Бойко Максим Олександрович, аспірант, Херсонська державна морська академія

Кавун Віталій Іванович, ст. викладач, Херсонська державна морська академія

Сімагін Антон Федорович, Херсонська державна морська академія

РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДВИГУНІВ HUNDAI-HIMSEN ТИПУ H21/32 ТА 25/33

Для дослідження показників надійності циліндрових втулок (ЦВ) нами були використані статистичні дані щодо швидкості зношування ЦВ дизельних двигунів типу H21/32 та H25/33, які були зібрані при обслуговуванні 513-ти ЦВ. Полігон розподілення такої величини у логарифмічній системі координат представлено на рис. 1.

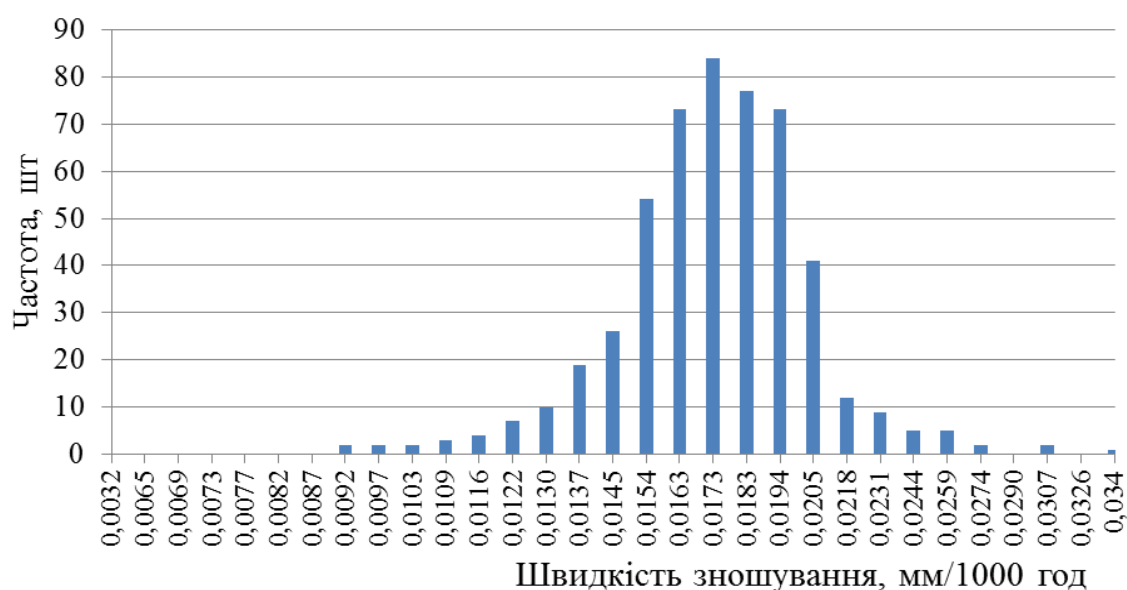


Рисунок 1 – Полігон розподілення швидкості зношування циліндрових втулок двигунів Hyundai-Himsen типу H21/32 та H25/33

В роботі проведено аналіз можливості використання статистичних законів Вейбулла та закону нормального розподілу для опису процесів зношування робочої поверхні ЦВ. Показники двопараметричного закону нормального розподілу наступні: $\bar{x} = 0,0176$ мм/тис.год, та $\sigma = 0,003$ мм/тис. год, то теоретична щільність розподілу швидкості зносу ЦВ набуде виду:

$$f(x) = \frac{1}{0,003\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x_j - 0,0176)^2}{2 \cdot 0,003^2}\right] = 132,98 \cdot \exp\left[-\frac{(x_j - 0,0176)^2}{18 \cdot 10^6}\right]. \quad (1)$$

Інтегральна функція розподілу Вейбулла має вигляд:

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x_i}{0,018}\right)^{6,78}\right]. \quad (2)$$

За результатами розрахунків побудовано криві ймовірності швидкостей зношування ЦВ із використанням представлених законів (рис. 2).

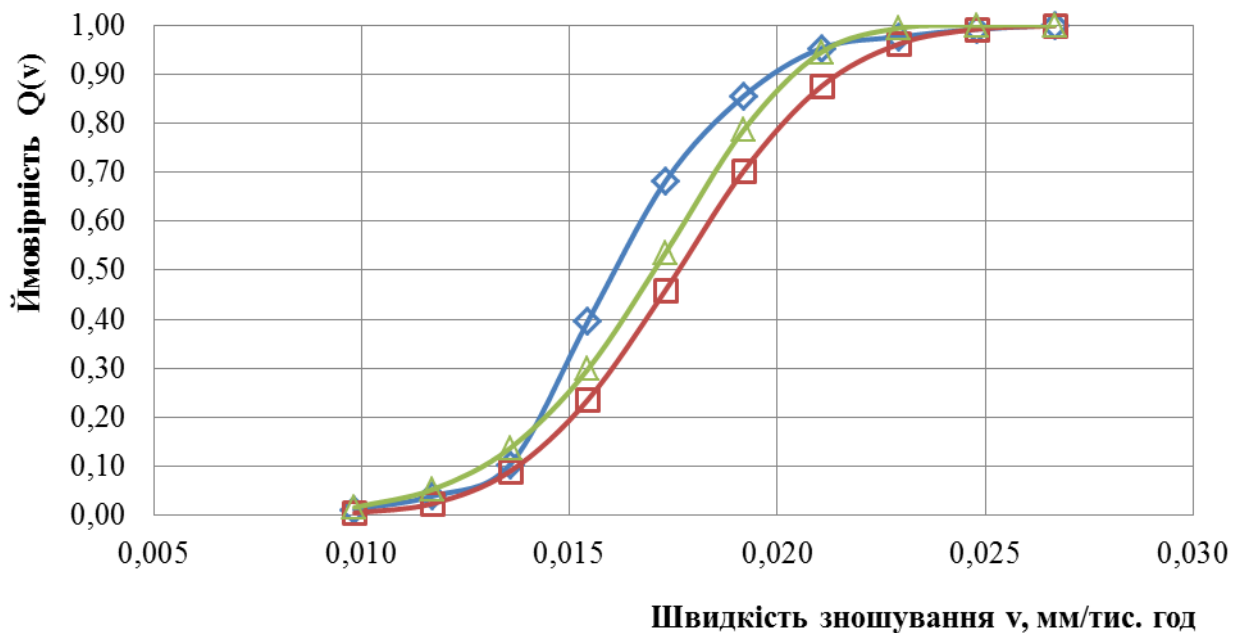


Рисунок 2 – Функції ймовірності набуття швидкості зносу циліндрових втулок:
 ◆ – емпірична функція; ▲ – функція закону Вейбулла; ■ – функція закону нормального розподілу

Результати проведених розрахунків вказують на необхідність використання закону нормального розподілу для математичного вираження очікування швидкості зношування ЦВ.

Нормування середньої та граничної швидкості зносу. Для проведення розрахунків використаємо відомі значення середньої швидкості зношування циліндрових втулок та її середньоквадратичне відхилення:

$\bar{x} = 0,0176$ мм/тис. год, $\sigma = 0,003$ мм/тис. год. Плече середньої швидкості зношування визначимо за виразом $a = x_i - \bar{x}$. Тоді для першого інтервалу

$$a = x_i - \bar{x} = 0,0089 - 0,0176 = -0,0087 \text{ мм/тис. год.} \quad (3)$$

Аналогічним чином проведемо розрахунки і для інших інтервалів. Результати розрахунку приведено в табл. 1.

Моменти першого M_1 та другого ступеня M_2 розрахуємо за наступними виразами:

$$M_1 = \frac{\bar{n} \cdot a}{100}; M_2 = M_1 \cdot a. \quad (4)$$

Середня та гранична швидкості зносу визначаються за виразами:

$$\bar{V} = \bar{x} + \sum M_1 = 0,0176 + 1,3 \cdot 10^{-3} = 0,0189 \text{ мм/тис. год.} \quad (5)$$

$$V_{\text{гр}} = \bar{V} + \sigma = 0,0189 + 0,0027 = 0,0216 \text{ мм/тис. год.} \quad (6)$$

Таблиця 1 – Розрахунок показників для визначення середньої та граничної швидкості зношування

№ інтервалу	Межа інтервалу x_j , мм/тис.год		Середина інтервалу x_i , мм/тис. год	Кількість деталей		швидкості зносу $a = x_i - \bar{x}_i$	Моменти	
	min	max		n_i , шт	$\bar{n} = \frac{n_i \cdot 100}{N}, \%$		Першого ступеня M_1	Другого ступеня M_2
1	0,0089	0,0108	0,010	1,18	1,18	-0,006	-7,25E-05	4,47E-07
2	0,0108	0,0126	0,012	2,75	2,75	-0,004	-1,18E-04	5,06E-07
3	0,0126	0,0145	0,014	6,47	6,47	-0,002	-1,57E-04	3,81E-07
4	0,0145	0,0164	0,015	29,22	29,22	-0,001	-1,62E-04	9,00E-08
5	0,0164	0,0183	0,017	28,63	28,63	0,001	3,76E-04	4,95E-07
6	0,0183	0,0201	0,019	17,25	17,25	0,003	5,50E-04	1,75E-06
7	0,0201	0,0220	0,021	9,80	9,80	0,005	4,96E-04	2,51E-06
8	0,0220	0,0239	0,023	2,35	2,35	0,007	1,63E-04	1,13E-06
9	0,0239	0,0257	0,025	1,57	1,57	0,009	1,38E-04	1,21E-06
10	0,0257	0,0276	0,027	0,78	0,78	0,011	8,36E-05	8,92E-07
Сума				510	–	–	1,30E-03	9,41E-06

Аналізуючи приведені дані, та враховуючи величину граничного зносу циліндрових втулок 0,4 мм, при встановленому значенні граничної швидкості зношування $V_{\text{гр}} = 0,0216$ мм/тис. год. ресурс до капітального ремонту ЦВ складе $T_k = 18,5$ тис. год. Також, виходячи із даних (рис. 3), можна сказати, що близько 0,2 % циліндрових втулок мають ресурс менше 16 тис. год.

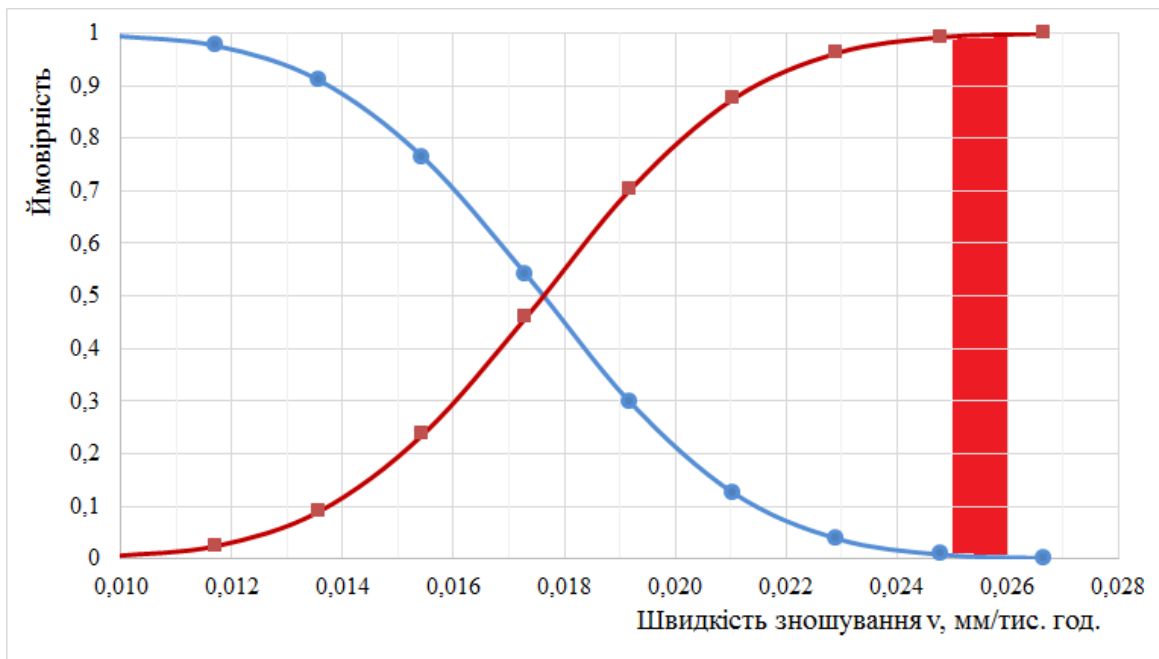


Рисунок 3 – Криві ймовірності: ● – ймовірність безвідмовної роботи $P(x)$; ■ – ймовірність відмов $Q(x)$

Для знаходження параметрів функції, що описує залежність зносу від напрацювання, використаємо інформацію щодо граничного значення зносу $\Delta_{гр}$ та нормований строк експлуатації $t_{гр}$ ЦВ двигунів Hundai-Nimsen. Для двигунів H25/33 ці параметри становлять: $\Delta_{гр} = 0,4$ мм, $t_{гр} = 16$ тис. год і $\alpha = 0,45$. Маючи дані значення можна спрогнозувати значення нормального зносу на протязі нормованого періоду експлуатації. Таким чином, розрахункова залежність прийме вид:

$$\Delta(t) = 0,115 \cdot t^{0,45}. \quad (7)$$

Згідно (7) будемо графічну залежність, що представлена на рис. 4. Крива, що демонструє допустимий знос циліндрових втулок, що забезпечить ресурс до середнього ремонту 18,5 тис. год. також представлено на цьому рисунку. В такому випадку, апроксимуюча залежність має вид:

$$\Delta(t) = 0,108 \cdot t^{0,45}. \quad (8)$$

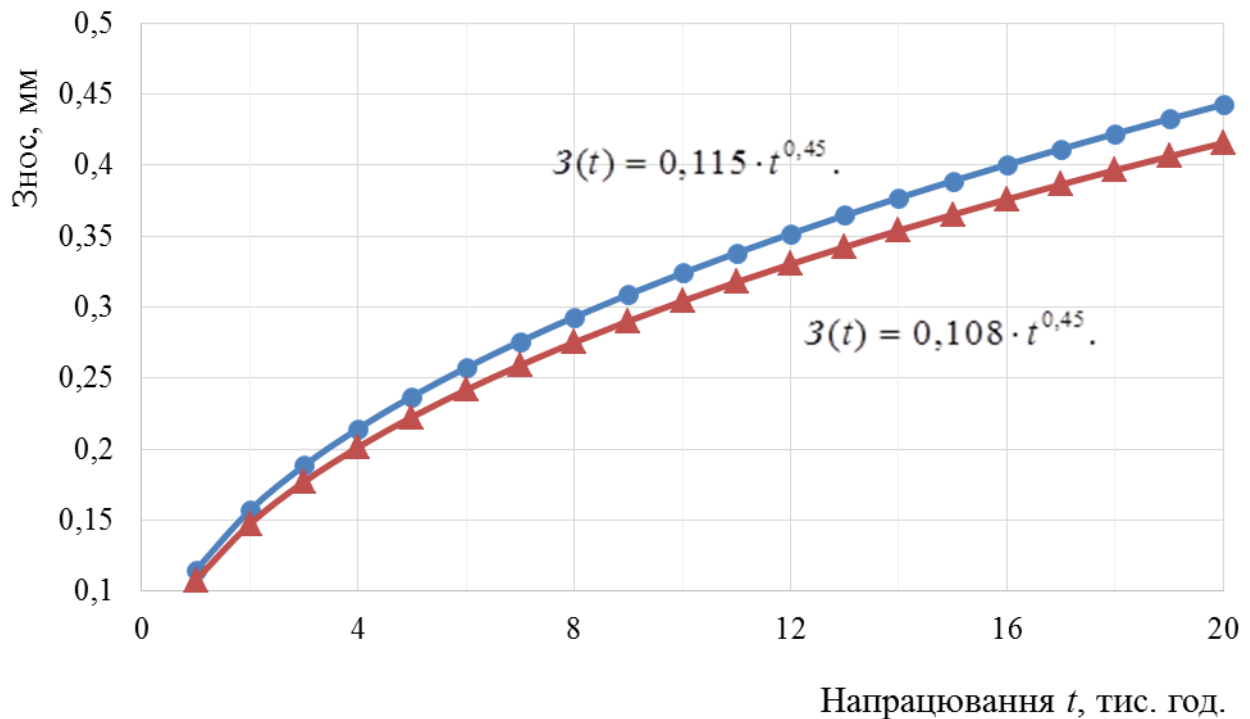


Рисунок 4 – Залежність нормального зносу циліндрових втулок двигунів Hyundai-Himsen H21/32 та H25/33 від напрацювання

Таким чином, знаючи величину реального зносу циліндрових втулок, можливо із великим ступенем ймовірності отримати значення їх залишкового ресурсу. Це надасть можливості корегувати план-графік технічного обслуговування ЦПГ, та проводити ТО і Р за фактичним станом.

Савчук Володимир Петрович, к.т.н, доцент, Херсонська державна морська академія

Білоусов Євген Вікторович, к.т.н., доцент, Херсонська державна морська академія

Скрипка Григорій Леонтійович, ст. викладач, Херсонська державна морська академія

Сатулов Анатолій Іванович, ст. викладач, Херсонська державна морська академія

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПОРШНІВ СЕРЕДНЬООБЕРТОВОГО ДВИГУНА HYUNDAI HIMSSEN H25/33

Двигун HiMSEN H25/33 був розроблений на основі загальної філософії конструювання двигунів HiMSEN, що є компактними, простими і надійними. Висока питома потужність двигунів сприяє їх широкому застосуванню як у складі судових енергетичних установок, так і в стаціонарних умовах. У цьому двигуні застосовуються найсучасніші технології Hi-touch, завдяки чому двигун має чудові експлуатаційні характеристики, низьку витрату палива та низькі показники емісії шкідливих речовин.