

FACTORS CONSIDERED WHEN ASSESSING WEAR OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE CYLINDERS

Igor Okhrimenko, Dmytro Danko

Higher education student in the specialty H7 Agroengineering,
Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. *In the work, the factors influencing the intensity of wear of the cylinder-piston group of internal combustion engines are investigated analytically, using a mathematical model. The influence of design, operational and thermal parameters on the process of wear of cylinder surfaces is considered. The analysis of lubrication conditions, pressure and temperature in the friction zone is carried out, and the main causes of loss of performance of parts are also determined. The results obtained can be used to predict the engine resource, improve repair technologies and increase the reliability of the cylinder-piston group.*

Keywords: *internal combustion engine, cylinder-piston group, wear, wear intensity, influence factors, mathematical model, friction, lubrication, engine life.*

Determining cylinder wear using calculation methods and predicting engine durability are of great practical importance. In addition, knowledge of the wear diagram of designed engines is necessary for the development of optimal cylinder manufacturing technologies that ensure maximum engine life during operation. Obtaining an operational wear diagram for new engines requires a significant amount of time and high material costs. To achieve reliable results, it is necessary to conduct research on many engines over a long period. Creating a mathematical model for calculating cylinder wear significantly speeds up the process and reduces costs, allowing you to obtain the necessary data several times faster and cheaper. However, to date, there is no single and reliable method for calculating cylinder wear. This is due to the large number of factors that affect the wear of internal combustion engine cylinders, and their different effects on different engines and in different operating conditions. All factors that affect the intensity of cylinder wear can be conditionally divided into two groups: internal and external. Internal factors include those that cannot be changed during operation, in particular: the design features of the engine and the physical and mechanical properties of the rubbing materials (bushings, rings, piston). External factors include a large number of variable parameters that can vary during operation, such as: used oils, air, fuel and oil purity, operating modes (load, speed, temperature), as well as indicator parameters of engine operation (compression ratio, boost ratio, maximum combustion pressures, gas temperatures, etc.).

The main problem is that external factors that affect the friction of piston rings against the cylinder vary along the height of the cylinder and differ at different points in it. Even when all internal and external factors are taken into account, cylinder wear is caused by friction between the piston rings (which can be from 3 to 8 per piston) and

the piston. Each ring operates under different friction conditions and in different areas of the cylinder. Cylinder wear is the result of the complex influence of all factors.

When creating a mathematical model of cylinder wear, an important role is played by the selection of the main factors that significantly affect this process. To simplify the calculations, it is necessary to make certain assumptions and highlight the main factors. In modern engines that have a reliable air and fuel cleaning system and use high-quality oils, the influence of some factors can be ignored, taking them as constant and such that only shift the wear curve. This applies, for example, to the type of fuel or oil. The physical and mechanical properties of rubbing materials do not change the nature of the wear curve, but only affect its absolute values, so they can also be ignored.

Among the factors that cannot be ignored are objectively existing and variable parameters along the cylinder height: friction pressure, piston speed and cylinder surface temperature. So, the main factors that affect cylinder wear are:

- gas pressure in the cylinder;
- instantaneous piston speed;
- cylinder wall surface temperature.

Other internal and external factors can be considered secondary and not taken into account at the first stage, since their influence is manifested not in changing the qualitative nature of wear, but only in shifting the wear diagram by a constant value in the direction of increasing or decreasing the ordinates. For example, the type of fuel or oil can affect the wear diagram, but this only changes the overall level of wear. Similarly, the physical and mechanical properties of rubbing materials (rings, piston and cylinder) do not change the shape of the wear diagram, but only its magnitude.

Regarding the consideration of certain factors or the calculation of the wear diagram, it should be noted that the methodology developed by the authors allows, if necessary, to expand it by including additional factors, both primary and secondary, that can affect the wear diagram.

Thus, the following conclusions can be drawn:

- Changing the engine operating modes has a significant impact on the nature and magnitude of wear of diesel cylinder liners.
- For each diesel engine, there is an optimal crankshaft speed at which bushing wear is minimal.
- Increasing the boost ratio has a positive effect on the nature of the wear pattern, smoothing it out.
- Increasing the temperature of the bushing surface reduces the intensity of wear and has a positive effect on the resource of the cylinder-piston group parts.
- The most desirable way to increase the engine resource is to increase the boost ratio when operating at optimal speeds and ensuring the maximum possible and permissible temperature level for the cylinder-piston group parts.

List of sources used:

1. Gajrani, K. K., Sankar, M. R., & Kumar, K. (2018). Performance assessment of nano-lubricants in machining. *Tribology International*, 119, 400–412. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2017.11.030>

2. Shah, P., Gadkari, A., Sharma, A., Shokrani, A., & Khanna, N. (2021). Comparison of machining performance under MQL and ultra-high voltage EMQL conditions based on tribological properties. *Tribology International*, 153, 106595. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2020.106595>
3. Huang, S., Tao, L., Wang, M., & Xu, X. (2018). Enhanced machining performance and lubrication mechanism of electrostatic minimum quantity lubrication — EMQL milling process. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94, 655–666. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0935-4>
4. Lv, T., Xu, X.-F., Yu, A.-B., & Hu, X.-D. (2021). Oil mist concentration and machining characteristics of SiO₂ water-based nano-lubricants in electrostatic minimum quantity lubrication (EMQL) milling. *Journal of Materials Processing Technology*, 290, 116964. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2020.116964>
5. Iwasaki, M., Hirai, K., Fukumori, K., Higashi, H., Inomata, Y., & Seto, T. (2020). Characterization of submicron oil mist particles generated by metal machining processes. *Aerosol and Air Quality Research*, 20(6), 1469–1479. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2019.11.0607>
6. Cui, Z., Xie, Y., & Zhang, Y. (2024). Lubricant activity enhanced technologies for sustainable machining: Mechanisms and processability. *Chinese Journal of Aeronautics*, 38(6), 103203. <https://doi.org/10.1016/j.cja.2024.08.034>
7. Xu, W., Li, C., Zhang, Y., et al. (2022). Electrostatic atomization minimum quantity lubrication machining: from mechanism to application. *International Journal of Extreme Manufacturing*, 4(4), 042003. <https://doi.org/10.1088/2631-7990/ac9652>
8. Lymar, O., & Marchenko, D. (2022). Prospects for the application of restoring electric arc coatings in the repair of machines and mechanisms. In *Proceedings of the 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES 2022)*. <https://doi.org/10.1109/MEES58014.2022.10005709>.
9. Marchenko, D., Matvyeyeva, K., Kurepin, V. (2024). Increasing the wear resistance of plunger pairs of high-pressure fuel pumps using extreme pressure additives. *Problems of Tribology*, 29(4/114), 24–31. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2024-114-4-24-31>
10. Marchenko, D., Matvyeyeva, K. (2024). Study of Wear Resistance of Cylindrical Parts by Electromechanical Surface Hardening. *Problems of Tribology*, 29(1/111), 25–31. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2024-111-1-25-31>.

Анотація. У роботі аналітичним шляхом, із використанням математичної моделі, досліджено фактори, що впливають на інтенсивність зношування циліндро-поршневої групи двигунів внутрішнього згорання. Розглянуто вплив конструктивних, експлуатаційних і теплових параметрів на процес зношування поверхонь циліндрів. Проведено аналіз умов мащення, тиску та температури в зоні тертя, а також визначено основні причини втрати працездатності деталей. Отримані результати можуть бути використані для прогнозування ресурсу двигуна, удосконалення технологій ремонту та підвищення надійності роботи циліндро-поршневої групи.

Ключові слова: *двигун внутрішнього згоряння, циліндро-поршнева група, зношування, інтенсивність зносу, фактори впливу, математична модель, тертя, мащення, ресурс двигуна.*

Scientific supervisors:

Marchenko D.D.,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Tractors and Agricultural Machinery, Operation and Technical Service,
Mykolayiv National Agrarian University

УДК 631.361.8

Оцінка ефективності роботи сепаратора насіння дині у складі технологічної лінії

Круподер О.М., Коваленко О.О.,

здобувачі вищої освіти спеціальності 208 Агроінженерія
Миколаївський національний аграрний університет
м. Миколаїв, Україна

Анотація. *У роботі розглянуто підвищення ефективності виділення насіння дині у складі технологічної лінії з використанням сепаратора грохотного типу. Описано конструкцію та технологічний процес сепарації, включно з подрібненням плодів і очищенням насіння від мезги та домішок. Визначено основні фактори, що впливають на якість сепарації, та встановлено оптимальні режими роботи для зниження травмування насіння і втрат при забезпеченні високої чистоти продукту.*

Ключові слова: *сепарація, насіння, решета, технологічні параметри.*

У сучасному овочівництві та баштанництві важливе значення має забезпечення виробництва якісним насіннєвим матеріалом. Виробництво насіння овочевих і баштанних культур потребує застосування спеціалізованих машин і технологічних ліній, що забезпечують механізоване виділення, очищення та підготовку насіння. Одним із ключових елементів таких ліній є сепаратори насіння, що виконують функції відокремлення насіння від м'якоті плодів, домішок і сторонніх включень. Дослідження, присвячені створенню технологічних ліній виділення насіння овоче-баштанних культур, в тому числі насіння дині, показують, що такі лінії складаються з комплексу машин: подрібнювачів плодів, сепараторів, мийних установок, систем очищення та сушіння насіння. Основним завданням сепаратора є відокремлення насіння від м'якоті, шкірки та інших частин плоду з мінімальним пошкодженням насіннєвого матеріалу. Ефективність роботи сепаратора визначається такими