

TÍNH TOÁN KIỂM NGHIỆM PISTON ĐỘNG CƠ XĂNG KHÍ TĂNG ÁP

CALCULATION TEST PISTON OF THE GASOLINE ENGINE WHEN TURBOCHARGED

Nguyễn Văn Tuấn*, Lê Quang Thắng

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải

TÓM TẮT

Hiện nay, có nhiều hãng xe đã áp dụng tăng áp cho một số dòng xe của mình và cho thấy rõ ưu việt về cải thiện tính năng vận hành, tính kinh tế nhiên liệu cũng như giảm thiểu các thành phần phát thải độc hại. Tuy nhiên, khi tăng áp tải trọng nhiệt và tải trọng cơ học tác dụng lên piston sẽ tăng lên. Để có giải pháp tăng tuổi thọ của piston trong động cơ xăng sau khi tăng áp, piston được tính toán kiểm nghiệm trên phần mềm Ansys theo tiêu chí về độ bền cơ học. Trong nghiên cứu này, tác giả tính toán kiểm nghiệm ở chế độ khắc nghiệt nhất của động cơ là chế độ tốc độ động cơ lớn nhất và có xét đến ma sát sinh ra giữa piston và xylanh.

Từ khoá: Piston; Tăng áp; Động cơ đốt trong; Phần mềm Ansys.

ABSTRACT

Many automakers have applied turbochargers to some of their models and clearly show their advantages in improving performance, fuel economy, and reducing emissions. However, when supercharged, the piston's thermal and mechanical loads will increase. To have a solution to increase the life of the piston in a gasoline engine after turbocharging, the piston is calculated and tested on Ansys software according to the mechanical strength criteria. In this study, the author estimates that the test in the most extreme mode of the engine is the maximum engine speed mode and considers the friction generated between the piston and the cylinder.

Keywords: Piston; Turbocharger; Internal combustion engine; Ansys software.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

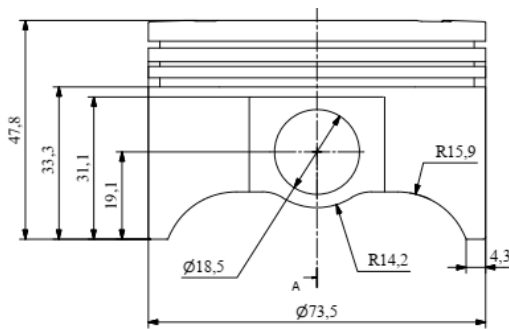
Ngày nay, ô tô đang trở thành phương tiện được sử dụng phổ biến nhất trong nhiều lĩnh vực khác nhau, vì vậy, nhu cầu về dầu mỡ tăng lên nhanh chóng. Thế giới đang phải đối mặt với thực tế ô nhiễm môi trường và nguồn nhiên liệu dầu mỡ đang dần cạn kiệt [1]. Để khắc phục những vấn đề khó khăn trên, động cơ tăng áp được coi là lựa chọn lý tưởng để đạt

cả hai mục đích là sức mạnh vận hành và bảo vệ môi trường [2]. Việc giảm kích thước động cơ như một cách chính để cải thiện mức tiêu thụ nhiên liệu của động cơ xăng trong khi vẫn duy trì ưu điểm [3]. Bên cạnh đó, khi tăng áp tải trọng nhiệt và tải trọng cơ học tác dụng lên các bộ phận trong xylanh của động cơ, đặc biệt là các piston cũng tăng lên [4]. Khi hoạt động lâu dài trong điều kiện như vậy có thể gây ra hư hỏng cho piston và giảm đáng kể tuổi thọ của

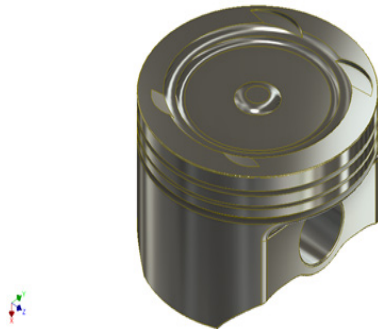
piston, ảnh hưởng nghiêm trọng đến độ tin cậy của toàn bộ động cơ. Cho nên, bài báo này sẽ trình bày kết quả nghiên cứu về ứng dụng phần mềm Ansys trong tính toán kiểm nghiệm bền piston của động cơ xăng sau khi tăng áp.

2. ĐẶC ĐIỂM NHÓM PISTON ĐỘNG CƠ 1NZ-FE

Động cơ 1NZ-FE là động cơ xăng với piston đỉnh bằng, có thể tạo xoáy lốc nhẹ. Đầu piston có hai rãnh để lắp xéc-măng khí và xéc-măng dầu đảm bảo yêu cầu bao kín tốt.



Hình 1. Bản vẽ piston động cơ

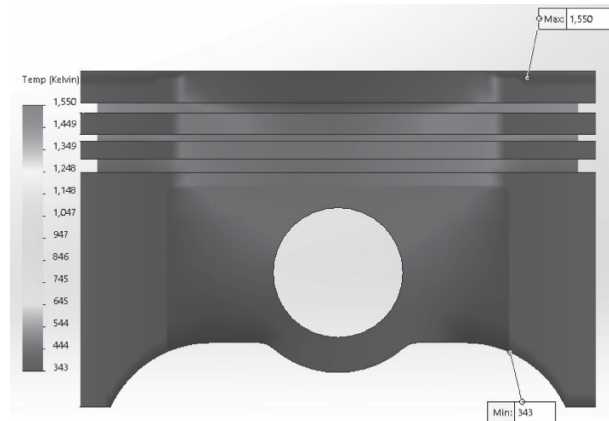


Hình 2. Mô hình 3D Piston

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tính toán nhiệt độ trên piston

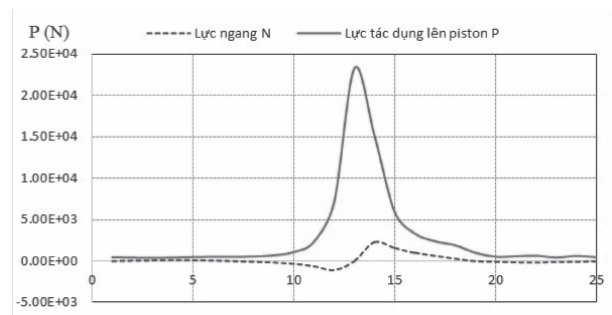
Tại chế độ 100% tốc độ động cơ $n = 6000$ vg/ph nhiệt độ trung bình trong xylanh là $T = 1550$ °K.



Hình 3. Trường nhiệt độ trên piston

Hình 3, hiển thị trường nhiệt độ của piston. Nhiệt độ ở rãnh xéc măng khí đầu tiên rất lớn khoảng 1.400°K , nhiệt độ trên rãnh xéc măng khí thứ hai khoảng 1.250°K . Từ trên xuống dưới giá trị nhiệt độ dọc theo trục của piston giảm dần. Nhiệt độ ở mép rãnh xupap nạp và xupap xả cao, trong quá trình làm việc dễ gây hư hỏng piston tại vị trí này.

3.2. Tính toán ảnh hưởng cơ học đến piston

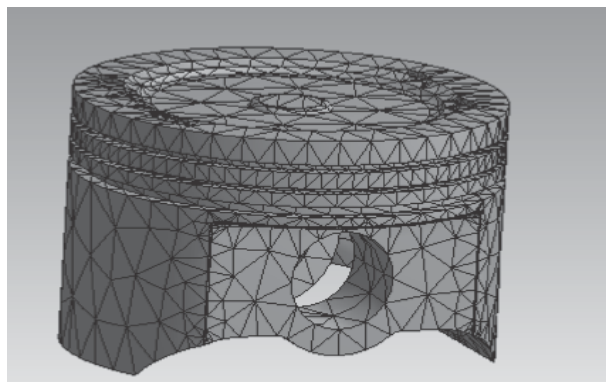


Hình 4. Lực tác dụng lên piston

Lực tác dụng lên piston được tính toán dựa vào lực khí thể và lực quán tính, kết quả lực tác dụng lên piston tại chế độ $n = 6.000$ vg/ph được thể hiện như trên Hình 4.

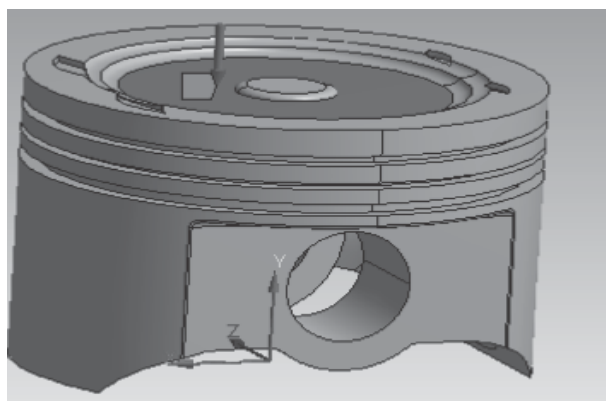
Sau khi thiết kế piston tiến hành đưa mô hình piston vào phần mềm Ansys để tiến hành

chia lưới và tính toán, hình dáng piston và hình chia lưới được thể hiện như trên Hình 5.

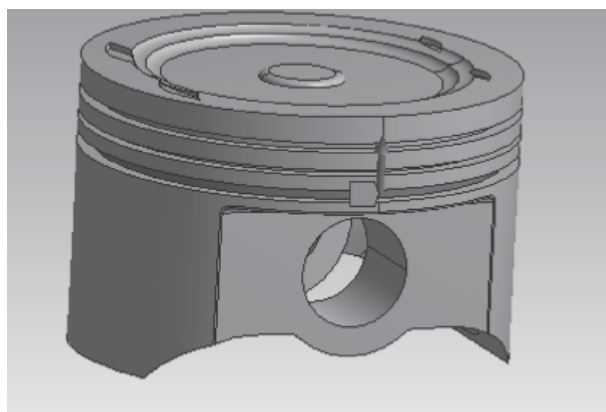


Hình 5. Mô hình chia lưới piston

Sau khi chia lưới tiến hành khai báo lực tác dụng lên piston được thể hiện như trên Hình 6, Hình 7.

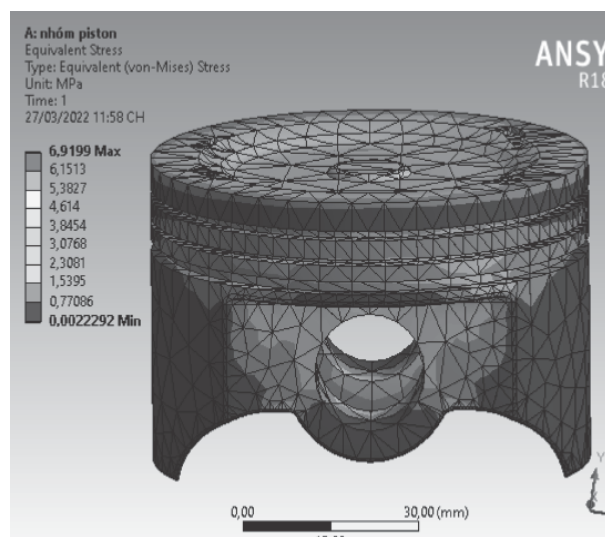


Hình 6. Lực khí thể trên piston



Hình 7. Lực ma sát trên piston

- Kết quả và thảo luận:



Hình 8. Kết quả ứng suất tác dụng lên piston sau khi tính toán

NHẬN XÉT:

Sự phân bố ứng suất diễn ra trên piston ở các tốc độ động cơ được thể hiện như trên Hình 8. Từ Hình 8, ta thấy, khi động cơ làm việc ứng suất thay đổi từ 0,002MPa đến 6,92MPa, ứng suất này nhỏ hơn ứng suất cho phép của hợp kim nhôm là (20-30) Mpa. Các vùng ứng suất lớn nhất chủ yếu xuất hiện tại đỉnh piston và các rãnh xéc măng. Tại vị trí đỉnh piston có sự phân bố ứng suất từ 1,1MPa đến 3,3MPa.

Khi piston chịu lực khí thể lớn nhất thì bị uốn nhẹ ở phần bề mặt không có bộ đỡ của chốt piston, ứng suất tập trung lớn nhất tại các góc lượn giữa đỉnh piston và thân piston; thân piston và bộ chốt piston. Đó chính là các vùng chịu nguy hiểm của piston trong quá trình làm việc, để tránh tình trạng nứt, gây biến dạng tại các bề mặt đó thì nên bo cong, mạ crom, tạo gân tăng cứng để tăng độ cứng vững, ổn định cho piston trong quá trình làm việc.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở ứng dụng hai phần mềm SolidWork và Ansys Workchben để thiết kế và tính toán. Kết quả tính toán cho thấy, ứng suất lớn nhất tác dụng lên piston là 6,92MPa ứng suất này nhỏ hơn ứng suất cho phép và thỏa mãn điều kiện bền. Các vùng ứng suất lớn nhất chủ yếu xuất hiện tại đỉnh piston và các rãnh xéc măng. Tại vị trí đỉnh piston có sự phân bố ứng suất từ 1,1MPa đến 3,3MPa. ❖

Ngày nhận bài: **03/5/2023**

Ngày phản biện: **31/5/2023**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. B. Jia, R. Mikalsen, A. Smallbone, and A. P. Roskilly, *A study and comparison of frictional losses in free-piston engine and crankshaft engines*, Applied Thermal Engineering, vol. 140, pp. 217–224, 2018.
- [2]. C. Fang, X. Meng, Y. Xie, C. Wen, and R. Liu, *An improved technique for measuring piston-assembly friction and comparative analysis with numerical simulations: under motored condition*, Mechanical Systems and Signal Processing, vol. 115, pp. 657–676, 2019.
- [3]. H. Li, H. Liu, S. Jiang, and J. Chang, *A study on the oil transport in piston skirt-cylinder liner under fully flooded conditions using improved SPH simulations*, Engineering Analysis with Boundary Elements, vol. 109, pp. 176–186, 2019.
- [4]. A. Azzi, A. Maoui, A. Fatu, S. Fily, and D. Souchet, *Experimental study of friction in pneumatic seals*, Tribology International, vol. 135, pp. 432–443, 2019.