

TẠP CHÍ



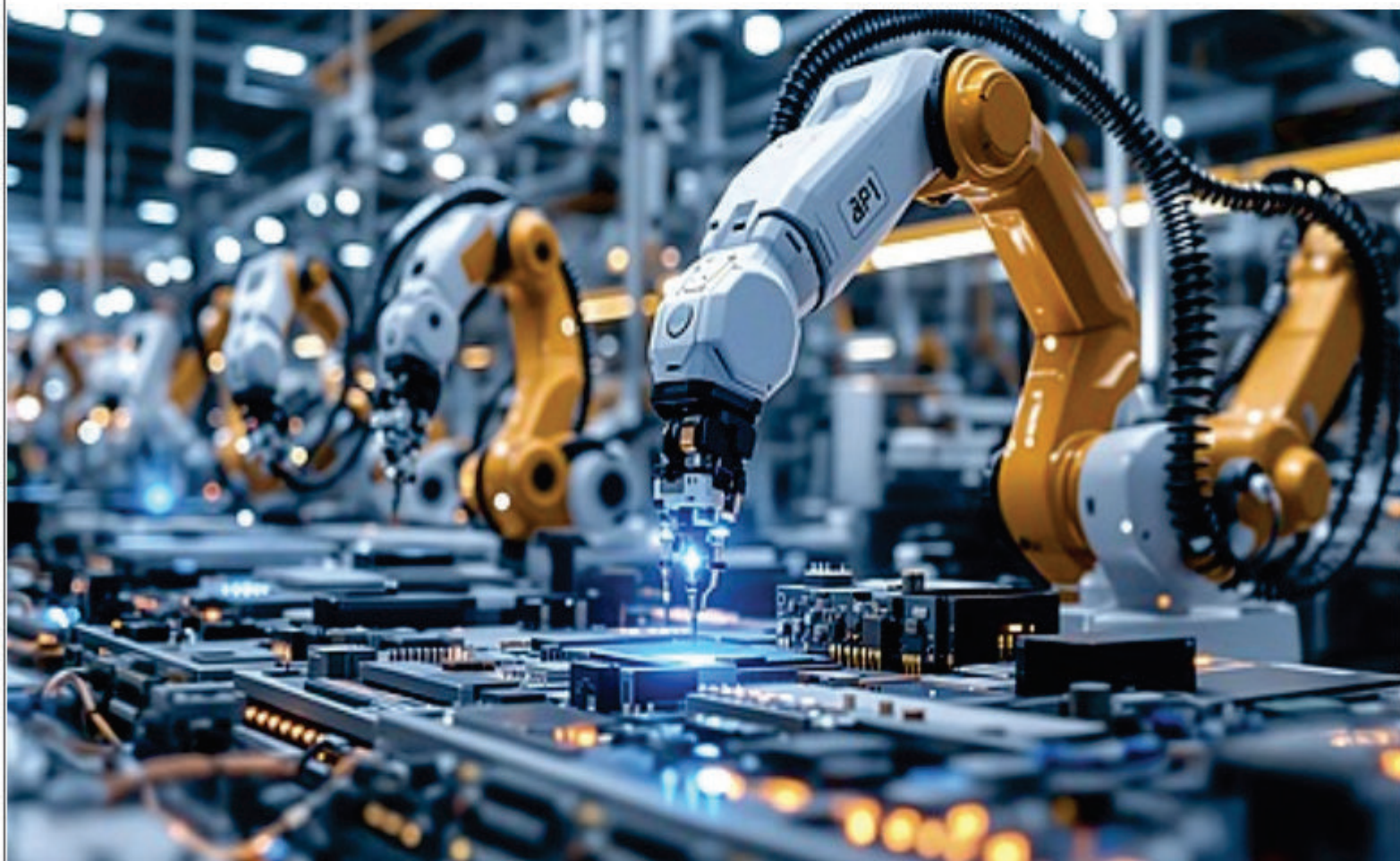
ISSN 2615 - 9910 (bản in)
ISSN 2815 - 5505 (online)

CƠ KHÍ VIỆT NAM

VIETNAM MECHANICAL ENGINEERING JOURNAL

CƠ QUAN CỦA TỔNG HỘI CƠ KHÍ VIỆT NAM

• <http://cokhivietnam.vn>



- ❖ Nghiên cứu, tính toán, chế tạo bề thử tạo áp cho thử nghiệm các thiết bị dưới nước
- ❖ Phân tích dao động riêng của cánh tay robot nhằm cải thiện độ cứng vững động học
- ❖ Nghiên cứu các lực tác dụng lên cánh gạt của bơm thủy lực cánh gạt

Số 340, tháng 4 năm 2026

Tạp chí Cơ khí Việt Nam phát hành ngày 28 tháng 4 năm 2026



NGHIÊN CỨU – TRAO ĐỔI (9 – 532)

1. Nguyễn Xuân Tiến, Nguyễn Quang Huân, Trần Quốc Đạt, Nguyễn Thị Hà Thương: Nghiên cứu, tính toán, chế tạo bể thử tạo áp cho thử nghiệm các thiết bị dưới nước.....	9
2. Nguyễn Trường Giang: Thiết kế bộ điều khiển PD-FF cho hệ phi tuyến đa biến: Ứng dụng cho robot công nghiệp.....	16
3. Phạm Ngọc Anh: Nghiên cứu ảnh hưởng của áp suất và lượng dịch chuyển dọc trục đến sự thay đổi chiều dày thành ống hai nhánh bằng phương pháp đập thủy tĩnh.....	22
4. TS. Nguyễn Thị Thu Lê, ThS. Lê Thị Minh Phương: Nghiên cứu ảnh hưởng của quỹ đạo chạy dao đến độ nhám bề mặt bằng mô phỏng trên NX CAM.....	27
5. ThS. Đào Văn Lập, ThS. Phạm Thị Thanh: Xây dựng chương trình vẽ biểu đồ nội lực cho kết cấu dầm liên tục bằng ứng dụng lập trình Matlab.....	34
6. Nguyễn Lan Hương: Nghiên cứu nâng cao chất lượng thiết bị công tác máy xây dựng.....	39
7. TS. Lê Quý Chiến, ThS. Nguyễn Bá Thiện, ThS. Phạm Thị Như Trang, ThS. Vi Thị Nhung, ThS. Trần Thị Duyên, ThS. Trần Đình Hưởng: Mô hình hóa, mô phỏng một số thông số động học và động lực học ô tô điện.....	46
8. Ngô Văn Thanh: Tổng quan về động cơ đốt trong sử dụng nhiên liệu hydro: Những tiến bộ gần đây và triển vọng tương lai.....	55
9. Trần Thụy Liên: Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt ma sát đến độ cứng vững của kim dẹt tốc độ cao bằng mô phỏng phần tử hữu hạn.....	60
10. Nguyễn Gia Phong: Phân tích lực căng sợi và ảnh hưởng của chúng đến kết cấu máy kéo sợi....	66
11. ThS. Nguyễn Thị Hòa: Tích hợp robot dẫn hướng thị giác đàn đảo ngược trong tự động hóa sản xuất dệt may.....	72
12. Đinh Văn Phương, Nguyễn Thanh Bình: Phân tích và mô phỏng hệ thống cân bằng cell pin chủ động trên ô tô điện.....	77
13. Nguyễn Văn Hạnh, Trần Trọng Thử, Trần Huy Hoàng: Nghiên cứu đánh giá hiệu quả mạch cân bằng thụ động trong bộ pin ô tô điện bằng phương pháp mô phỏng số.....	83
14. ThS. Nguyễn Thị Lan Anh: Mô phỏng số tính chất cơ học của vật liệu dệt ở cấp độ sợi bằng phương pháp phần tử hữu hạn.....	88
15. Nguyễn Văn Du: Xác lập cấu hình hệ thống cung cấp nhiên liệu CNG và đánh giá ảnh hưởng của các chế độ vận hành đến phát thải trên động cơ CNG chuyển đổi từ động cơ xăng điều khiển điện tử...	94
16. TS. Đông Phạm Khôi, ThS. Lê Thanh Bình, ThS. Lê Xuân Hùng, TS. Vương Hùng Dũng, ThS. Tăng Hải Nam: Nghiên cứu, chế tạo cảm biến màng kim loại đo áp suất gián tiếp ở nhiệt độ cao sử dụng cơ cấu cân bằng lực khí nén.....	99
17. Tạ Quang Thái, Lương Đình Thi, Lê Tiến Dương: Đánh giá tổng quan về nhiên liệu hàng không: Từ nhiên liệu truyền thống đến các giải pháp bền vững và phi carbon trong tương lai.....	112
18. Trần Minh Thế Uyên, Đinh Huỳnh Thiên Định, Nguyễn Minh Toàn: Ứng dụng mạng thần kinh nhân tạo (ANN) trong dự đoán độ bền xoắn của sản phẩm in 3D từ nhựa PLA.....	121
19. TS. Lê Hữu Ban, TS. Nguyễn Nam Quý: Mô phỏng quỹ đạo tên lửa đạn đạo.....	129
20. TS. Lê Hữu Ban, TS. Nguyễn Nam Quý: Tính toán quỹ đạo bom bằng phương pháp hệ số xấp xỉ.....	133

21. Dương Thị Thảo, Phạm Thành Long, Đỗ Thế Vinh: Mô hình hóa trường sai số và bù sai lệch vị trí của robot IRB120 bằng xử lý ảnh và học máy.....	137
22. Nguyễn Mạnh Chiêu, Nguyễn Đức Bình: Nghiên cứu ảnh hưởng của dòng chảy thứ cấp đến các thông số nhiệt của thiết bị trao đổi nhiệt dạng ống xoắn đặt theo phương ngang.....	145
23. Dương Xuân Quang: Nghiên cứu đặc tính nhiệt động học của két chứa khí hóa lỏng trong quá trình bơm và nhận hàng trên tàu LNG/LPG.....	150
24. ThS. Phạm Anh Tuấn, TS. Nguyễn Anh Ngọc: Nghiên cứu giải pháp tăng số chỗ đỗ xe cho tầng hầm chung cư cũ bằng hệ thống đỗ xe cơ khí 2 tầng thấp (dưới 3 m).....	157
25. PGS,TS,NGND. Nguyễn Đăng Diệm, TS. Nguyễn Anh Ngọc: Nghiên cứu lý thuyết về quá trình lão hóa và quá trình phục hồi của máy xây dựng.....	162
26. TS. Nguyễn Thành Nhân: Áp dụng phương pháp hồi quy tuyến tính để xây dựng mô hình toán học dự đoán ảnh hưởng các thông số công nghệ đến chất lượng bề mặt khi gia công tia lửa điện vật liệu X12M.....	168
27. TS. Nguyễn Thành Nhân, Mạc Thanh Tùng: Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ tới chất lượng bề mặt gia công của thép 9XC bằng phương pháp gia công tia lửa điện.....	173
28. Nguyễn Công Thuật, Hoàng Mạnh Cường: Ảnh hưởng của cường độ dòng điện kích thích và tốc độ quay tới mô men và công suất của phanh dòng điện xoáy 50 kW.....	178
29. Nguyễn Công Thuật, Phạm Hùng Cường: Ảnh hưởng của một số thông số tới quá trình làm mát phanh dòng điện xoáy 50 kW.....	183
30. Bành Quốc Nguyên, Cao Xuân Hiếu, Dương Thị Trúc Giang: Phân tích ứng suất, biến dạng và độ ổn định của bồn sấy chân không tiết diện tròn bằng phương pháp phần tử hữu hạn.....	188
31. Nguyễn Văn Thái Hà, Trần Anh Sơn: Nghiên cứu sự biến đổi của đường trung hòa khi chấn vật liệu tấm có bào rãnh V.....	195
32. Nguyễn Thị Xuân Hương, Phạm Thị Yến: Kết cấu chân đỡ cần trục quayside container crane (QC), ship to shore crane (STS) với các tàu chở container trọng tải lớn.....	201
33. ThS. Nguyễn Văn Hoàn: Nghiên cứu chế tạo thiết bị thử và kiểm tra kim phun trong hệ thống cấp nhiên liệu Common Rail trên động cơ diesel cỡ nhỏ.....	207
34. TS. Ngô Gia Việt: Nghiên cứu đánh giá hiệu suất thiết bị tổng thể (OEE) trong lĩnh vực sản xuất cơ khí.....	213
35. Tô Trọng Hiên, Mai Thế Trọng, Hoàng Văn Mười: Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến độ nhám bề mặt cổ khuỷu của trục khuỷu động cơ tàu thủy trong quá trình mài bằng máy di động.....	221
36. Phạm Minh Ngọc, Nguyễn Thị Minh Anh: Mô hình hóa và mô phỏng dây chuyền SMT nhằm phân tích năng suất và xác định nút thắt trong sản xuất công nghiệp.....	227
37. Phạm Anh Đức, Phạm Minh Ngọc: Đánh giá hiệu quả áp dụng MES trong cải tiến quản lý chất lượng tại một số doanh nghiệp sản xuất cơ khí ở Việt Nam.....	234
38. Nguyễn Tiến Dũng, Lê Xuân Giang, Trần Nguyên Bình, Đồng Văn Duy, Lê Bảo Việt, Dư Tuấn Đạt: Mô hình hóa và mô phỏng điều khiển phân cấp cho robot hai chân gắn bánh xe sử dụng LQR và PID.....	242
39. TS. Cao Ngọc Vi, TS. Thắm Bội Châu: Đánh giá ảnh hưởng của độ quá nhiệt đến hiệu suất vận hành của hệ thống làm lạnh nén hơi.....	248
40. Đặng Thanh Tùng, Trần Văn Thắng: Nghiên cứu thiết kế hệ thống tự động đóng mở bướm gió cho quạt gió buồng máy trên tàu biển.....	253

41. Vũ Huy Hoàng, Nguyễn Xuân Hiếu, Vũ Thị Thu Trang: Nghiên cứu chế tạo máy phay CNC tích hợp in 3D FDM phục vụ chế tạo mẫu nhanh.....	261
42. Trần Thế Nghiệp: Nghiên cứu công nghệ tạo mảnh sắt thương cho đạn lưu phóng 30 mm bằng phương pháp dập vuốt biến mỏng thành.....	269
43. Lê Hà An, Nguyễn Hồng Linh, Quách Hùng, Phạm Xuân Mỹ: Ứng dụng thuật toán YOLO kết hợp phương pháp nhận dạng hình ảnh trong việc kiểm tra linh kiện điện tử trên bảng mạch in.....	274
44. TS. Đoàn Văn Tú, KS. Hoàng Văn Dũng: Nghiên cứu ảnh hưởng tham số hình học mặt cắt dầm chủ dạng tổ hợp của cầu trục hai dầm tại Việt Nam.....	280
45. ThS. Phạm Ngọc Thủy, ThS. Nguyễn Thị Minh Nguyệt: Phát triển logistics thông minh tại Việt Nam: Thực trạng và bài học kinh nghiệm từ một số quốc gia trên thế giới.....	288
46. Vũ Văn Trung, Nguyễn Anh Ngọc: Nghiên cứu phương pháp lý thuyết xác định các thành phần lực cản động của nền đất tác dụng lên cọc thép trong quá trình hạ cọc bằng búa rung.....	298
47. ThS. Nguyễn Văn Trúc: Ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến lực cắt khi gia công hợp kim nhôm A2024 trên máy phay CNC.....	307
48. Nguyễn Thanh Hào: Nghiên cứu mô phỏng số dòng phun nhiên liệu CNG rối xoáy trong buồng đốt lò hơi.....	311
49. ThS. Nguyễn Đức Trung, ThS. Tạ Thị Thanh Huyền, Bùi Minh Nghĩa, Trần Văn Khang, PGS, TS. Trần Văn Như: Thiết kế bộ điều khiển trượt bền vững cho hệ thống phanh ABS thích ứng với sự thay đổi khối lượng xe.....	315
50. TS. Nguyễn Nam Quý: Về một phương pháp giải bài toán ngược động lực học bay.....	322
51. ThS. Tạ Thị Thanh Huyền, ThS. Phạm Trung Dũng: Đánh giá tính dẫn hướng của ô tô sử dụng hệ thống ổn định ngang chủ động ở cả hai trục.....	327
52. Triệu Quý Huy, Đặng Văn Hòa: Mô phỏng và đánh giá thực nghiệm máy cắt bàn đa năng có khả năng điều chỉnh góc cắt phục vụ sản xuất công nghiệp.....	335
53. Đỗ Anh Tuấn, Hoàng Trung Kiên, Triệu Quý Huy: Ảnh hưởng của điều kiện cắt và gia nhiệt đến chất lượng bề mặt khi tiện thép SKD61 bằng dao HSS.....	341
54. ThS. Nguyễn Thùy Dung: Phân tích dao động riêng của cánh tay robot nhằm cải thiện độ cứng vững động học.....	346
55. ThS. Nguyễn Thùy Dung: Phân tích động lực học và đánh giá rung động của robot 3-DOF dưới tác động dao động từ động cơ dẫn động.....	350
56. TS. Nguyễn Anh Ngọc, ThS. Tống Đức Năng: Nghiên cứu kiểm soát dao động của hệ đường ống và kết cấu bằng thiết bị tắt chấn động lực điều chỉnh khối lượng.....	354
57. Bùi Văn Bình, Trần Ngọc Tiến: Lựa chọn vật liệu cho dao phay trong gia công tốc độ cao sử dụng phương pháp trọng số Entropy.....	359
58. Bùi Văn Bình, Trần Ngọc Tiến: Lựa chọn robot công nghiệp sử dụng phương pháp ra quyết định trong môi trường mờ.....	367
59. TS. Nguyễn Như Cẩn, TS. Nguyễn Quang Lượng, TS. Nguyễn Hải Minh: Đánh giá phương pháp giải tích giải bài toán cơ bản thuật phóng trong.....	374
60. Nguyễn Văn Tuấn, Nguyễn Thị Nam: Đánh giá đặc tính công suất và phát thải của động cơ sử dụng methanol nguyên chất (M100).....	379
61. Phí Trọng Hùng: Nghiên cứu thực nghiệm và mô phỏng về cơ chế tạo phoi và lực cắt khi mài phẳng gang nén CGI.....	383

62. Lương Thế Thắng, Ngô Sỹ Đồng: Nghiên cứu phát hiện vết nứt bề mặt trên thép S45C sử dụng sóng Rayleigh.....	391
63. TS. Nguyễn Như Cần , ThS. Đoàn Văn Dũng: Thay thế thuốc phóng cháy hủy dạng băng hỗn hợp thuốc phóng có các đặc trưng hình dạng giống với các đặc trưng của từng giai đoạn khi giải bài toán thuật phóng trong.....	396
64. TS. Mai Anh Quang , TS. Trần Vũ Quang , KS. Ngô Trần Phi Hùng: Nghiên cứu, tính toán và thiết kế thiết bị lùi nòng nhân tạo pháo mặt đất.....	400
65. Trần Quang Phước, Đoàn Đình Khánh, Trần Thái Đức Duy: Nghiên cứu ảnh hưởng và tối ưu hóa thông số hàn laser đến độ bền kéo của mối hàn hợp kim nhôm AA1050.....	405
66. Nguyễn Hùng Mạnh, Trần Văn Lợi: Nghiên cứu mô phỏng điều khiển hệ truyền lực ô tô thuần điện.....	413
67. Nguyễn Quang Minh: Nghiên cứu, phân tích và đánh giá khả năng áp dụng công nghệ xây dựng đường hầm hiện đại của Trung Quốc vào dự án đường sắt cao tốc tại Việt Nam.....	421
68. Nguyễn Văn Lại, Nguyễn Thành Đức, Chu Mạnh Cường: Nghiên cứu các lực tác dụng lên cánh gạt của bơm thủy lực cánh gạt.....	432
69. Nguyễn Văn Tuấn, Tô Toàn Thắng, Nguyễn Hoàng Linh, Đinh Thế Hưng, Đỗ Văn Trường: Phân tích nguyên lý đầu về tính chất cơ học, điện tử và nhiệt điện của vật liệu ZnGeS ₂ đơn lớp.....	437
70. PGS,TS. Phan Văn Hiếu: Thiết kế, chế tạo mô hình hệ thống đo lường và phân loại bur kiện sử dụng vi điều khiển Arduino Nano.....	442
71. ThS. Đỗ Khắc Sơn: Xây dựng phần mềm điều khiển từ xa cho hệ thống điều hòa ô tô.....	449
72. Đỗ Mạnh Hồng, Phạm Văn Sơn: Phép chiếu và ứng dụng của nó trong một số phần mềm đồ họa kỹ thuật.....	456
73. TS. Phạm Việt Hoàng , ThS. Nguyễn Thành Thắng , ThS. Nguyễn Đức Long , KS. Vương Hoàng Giang , KS. Nguyễn Trần Tùng Lâm: Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn phân tích ảnh hưởng của hiệu ứng kích thước hình học của phôi dạng tấm trong quá trình dập vi mô đến các thông số công nghệ... ..	462
74. Nguyễn Thị Thu Nga: Khai triển hai trụ giao nhau và tính toán tọa độ các điểm thuộc hình khai triển, ứng dụng trong gia công cơ khí.....	468
75. Cù Đình Anh , GS. Vũ Đức Lập: Đánh giá độ an toàn chuyển động và khả năng bám đường của ô tô quân sự 2 cầu khi chuyển động trên đường không bằng phẳng.....	475
76. Huy Bình Dang, Nguyen Duy Phuong Tran, Quang Tri Bui, Quoc Thanh Truong, Van Thanh Nguyen, Viet Hung Vu: Design of a rehabilitation device of bilateral upper limbs for post stroke patient.....	482
77. Hoang Van Nam, Pham Tien Dung: Calculation and design of a Podjet-type hanging waterjet nozzle (size 330).....	489
78. Hoang Van Nam, Do Xuan Thanh, Bui Van Phat: Numerical benchmark simulation of explosion problems according to NATO TTA 705 using Altair Hyperworks RADIOSS.....	499
79. Tran Huu Danh, Tran Ngoc Giang: Multi-objective optimization of a two-stage helical gearbox with a split slow stage using NSGA-II and MARCOS: Minimizing footprint and maximizing efficiency..	507
80. Huynh Thanh Thuong, Bui Van Huu: Crystal orientation dependence of crack growth and crack-tip deformation in iron-3 wt.% Si single-crystal thin plates.....	516
81. Huynh Thanh Thuong, Bui Van Huu: Influence of artificial neural network architecture depth on surface roughness prediction in finish milling of 6061 aluminium alloy.....	523

NGHIÊN CỨU CÁC LỰC TÁC DỤNG LÊN CÁNH GẠT CỦA BƠM THỦY LỰC CÁNH GẠT

STUDYING THE FORCES ACTING ON THE VANES OF A VANE HYDRAULIC PUMP

Nguyễn Văn Lại, Nguyễn Thành Đức, Chu Mạnh Cường

Bộ môn Kỹ thuật Cơ khí – Trường Đại học Mở - Địa chất

Tóm tắt

Bài báo trình bày nội dung nghiên cứu các lực tác dụng lên cánh gạt của bơm thủy lực cánh gạt, phân tích đặc tính gia tốc của đầu cánh gạt trên biên dạng stato của bơm cánh gạt tác dụng kép. Các kết luận được rút ra dựa trên phân tích này. Một sơ đồ về các lực tác dụng lên cánh gạt được trình bày. Một công thức tính khối lượng tới hạn của cánh gạt được thiết lập. Hai đồ thị biểu diễn gia tốc của đầu cánh gạt theo góc quay của rotor được vẽ cho hai biên dạng stato khác nhau.

Từ khóa: Cánh gạt, bơm thủy lực cánh gạt, lực ma sát, biên dạng stato.

Abstract

This paper presents a study of the forces acting on the vanes of a vane hydraulic pump, analyzing the acceleration characteristics of the vane tip on the stator profile of a double-acting vane pump. Conclusions are drawn based on this analysis. A diagram of the forces acting on the vanes is presented. A formula for calculating the critical mass of the vane is established. Two graphs representing the acceleration of the vane tip as a function of the rotor rotation angle are plotted for two different stator profiles.

Keywords: Vane, vane hydraulic pump, friction force, stator profile, rotor...

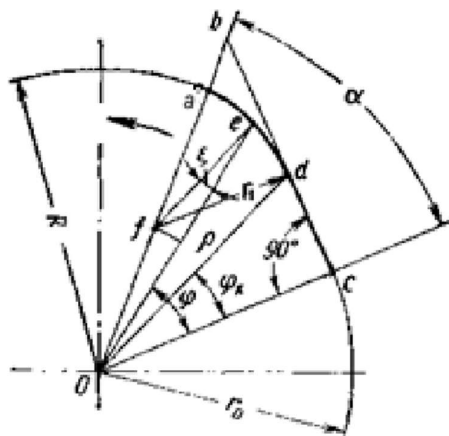
1. GIỚI THIỆU

Bơm thủy lực thể tích nói chung, bơm thủy lực cánh gạt nói riêng là thiết bị chính trong bộ nguồn thủy lực của hệ truyền động thủy lực thể tích. Bơm thủy lực cánh gạt được sử dụng rộng rãi trong các hệ truyền động thủy lực thể tích, vì kết cấu tương đối đơn giản, dải làm việc rộng, đặc biệt là trong các hệ truyền động thủy lực trên máy công cụ, máy CNC, trên tàu biển...

Trong quá trình hoạt động, cánh gạt di chuyển trong các rãnh rotor và ép vào stato của bơm do lực hướng tâm. Đồng thời, cần phải khắc phục lực ma sát trong rãnh rotor. Biên dạng stato là yếu tố quyết định đặc tính động học và động lực học của cánh gạt, rất quan trọng. Biên dạng stato được chọn sao cho không có sự thay đổi hữu hạn tức thời về vận tốc của cánh gạt so với rotor, trong khi lực quán tính về mặt lý thuyết tăng đến vô cùng. Do đó, cánh gạt có thể tách rời khỏi bề mặt stato, dẫn đến sự mài mòn nhanh chóng của cánh gạt và stato [1].

2. CÁC PHƯƠNG TRÌNH TOÁN HỌC

Giả thiết các cánh gạt được bố trí hướng tâm trong các rãnh rotor. Tọa độ của điểm tiếp xúc α với stato được cho trong hệ tọa độ cực $(\rho - \varphi)$. Rotor quay theo hướng mũi tên với vận tốc góc ω . Vận tốc của cánh gạt so với rotor sẽ là $\frac{d\rho}{dt}$ [2] (Hình 1). Giả thiết biên dạng stato có dạng xoắn ốc Archimedes thì phương trình của biên dạng này trong tọa độ cực được viết như sau:



Hình 1. Biên dạng stato của bơm cánh gạt tác động kép và các thông số tính toán [2].

$$\rho = \frac{r_0}{\cos\varphi} = (R - r_1)\cos(\alpha - \varphi) + \sqrt{r_1^2 + (R - r_1)^2\sin^2(\alpha - \varphi)} \quad (1)$$

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{\omega r_0 \sin\varphi}{\cos^2\varphi} = (R - r_1)\sin(\alpha - \varphi)\omega + \frac{\omega(R - r_1)^2\sin^2(\alpha - \varphi)}{2\sqrt{r_1^2 + (R - r_1)^2\sin^2(\alpha - \varphi)}} \quad (2)$$

Trong đó: r_0 – bán kính cung tròn ban đầu; r_1 – bán kính cung tròn liên hợp với r_0 ; R – bán kính cung tròn liên hợp với tiếp tuyến của cung tròn bán kính r_1 ; ω - vận tốc góc của rotor; φ - góc quay của rotor; ρ - bán kính của stator; α - góc giới hạn khu vực liên hợp giữa cung tròn bán kính r_1 và r_0 .

Đặc tính vận tốc $\frac{d\rho}{dt}$ theo góc quay rotor φ , được xây dựng bằng cách sử dụng các phương trình (2) và (3) cho trường hợp $\alpha = \frac{\pi}{4}$ và $\arctg\varphi_x = \frac{\pi}{8}$ (Hình 4), cho thấy vận tốc tăng từ 0 đến giá trị cực đại, sau đó giảm xuống 0. Ngoài vận tốc tương đối $\frac{d\rho}{dt}$, cánh gạt còn có vận tốc tịnh tiến u_n .

Tiếp theo, phân tích gia tốc trong quá trình chuyển động của điểm tiếp xúc giữa cánh gạt và stato. Các gia tốc sau tác động lên cánh gạt dọc theo đường tiếp tuyến (Hình 2). Trong trường hợp này, biên dạng stato của bơm cánh gạt tác động kép có dạng đường thẳng [4].

Gia tốc $\frac{d^2\rho}{dt^2}$ được xác định bằng cách vi phân phương trình (2):

$$\frac{d^2\rho}{dt^2} = \omega^2 r_0 \frac{\cos^2\varphi + 2\sin^2\varphi}{\cos^2\varphi} \quad (3)$$

Gia tốc góc ω_n , trong quá trình quay đều của rotor, là gia tốc hướng tâm và được xác định bởi phương trình:

$$\omega_n = \omega^2 \left(\rho - \frac{1}{2} \right) \quad (4)$$

Gia tốc Caryolis:

$$\omega_k = \omega \frac{d\rho}{dt} \quad (5)$$

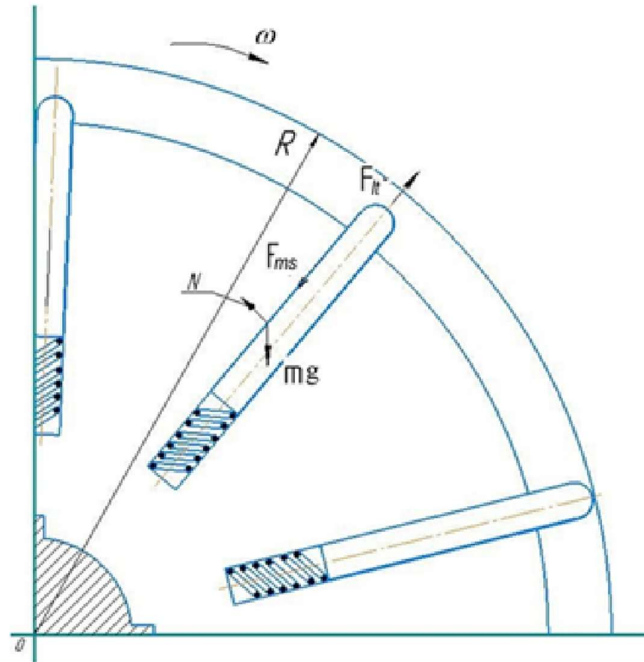
Nếu cộng các gia tốc này lại, ta sẽ thu được gia tốc tuyệt đối của trọng tâm cánh gạt ω_a . Khi cộng các gia tốc, ta có thể thấy rằng:

tròn bán kính r_l , lực quán tính hướng về phía ngoại vi, và cánh gạt bị ép vào stato bởi lực ly tâm [5].

Dựa trên kết quả phân tích, có thể kết luận rằng cần đáp ứng hai yêu cầu khi lựa chọn biên dạng stato:

Vận tốc của cánh gạt so với rotor phải thay đổi một cách trơn tru từ 0 đến giá trị cực đại, sau đó giảm dần một cách trơn tru về 0.

Gia tốc hướng tâm phải lớn hơn gia tốc tương đối một lượng sao cho tích của gia tốc này và khối lượng của cánh gạt đủ để khắc phục lực ma sát của cánh gạt trong rãnh rotor. Hình 3 thể hiện sơ đồ các lực tác dụng lên các cánh gạt.



Hình 3. Sơ đồ các lực tác dụng lên cánh gạt.

Lực ly tâm:

$$F_{lt} = m\omega^2 R \quad (6)$$

Trong đó: m là khối lượng của cánh gạt; ω là vận tốc góc của rotor.

Lực ma sát của cánh gạt trong rãnh rotor:

$$F_{ms} = \mu N \quad (7)$$

Trong đó: μ là hệ số ma sát; N là lực pháp tuyến.

Lực pháp tuyến có thể được tính bằng lực tác dụng lên một mặt phẳng:

$$N = p_c \cdot S = \rho g h_c \cdot S \quad (8)$$

Trong đó: p_c là áp suất dư tại trọng tâm của mặt có diện tích S .

Dựa trên các phương trình trên trên, ta có thể xác định lực ly tâm tới hạn, tức là lực tối thiểu mà ở đó cánh gạt sẽ bị ép vào stato.

$$\begin{cases} F_{lt} = F_{ms} \\ m\omega^2 R = \rho g h_c \cdot S \end{cases} \quad (9)$$

Từ đó ta có thể suy ra khối lượng tới hạn của cánh gạt:

$$m = \frac{\rho g h_c \cdot S}{\omega^2 R} \quad (10)$$

Lực ly tâm sẽ thay đổi tùy thuộc vào góc quay của rotor, và quy luật biến đổi lực ly tâm sẽ khác nhau tùy thuộc vào loại biên dạng stato. Do đó, cần xây dựng đặc tính về sự thay đổi lực ly tâm theo góc quay của rotor cho hai loại biên dạng stato khác nhau.

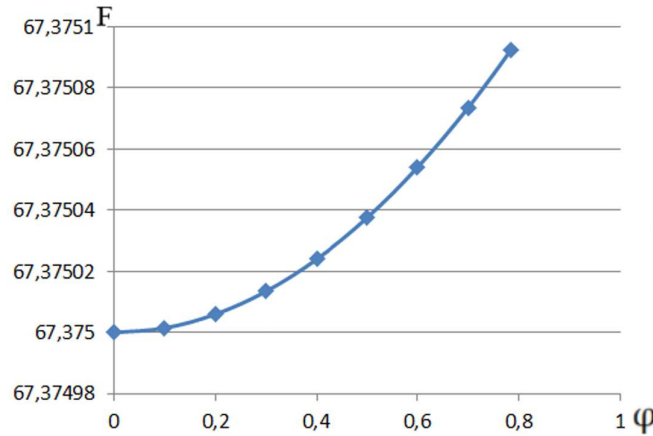
Trường hợp thứ nhất, chúng ta sẽ sử dụng biên dạng stato phổ biến nhất, đảm bảo điều kiện gia tốc của cánh gạt không đổi so với rotor và được xác định bởi phương trình sau:

$$F_{lt} = m\omega^2 \left(r_0 + \frac{2(R - r_0)}{a^2} \right) \varphi^2 \quad (11)$$

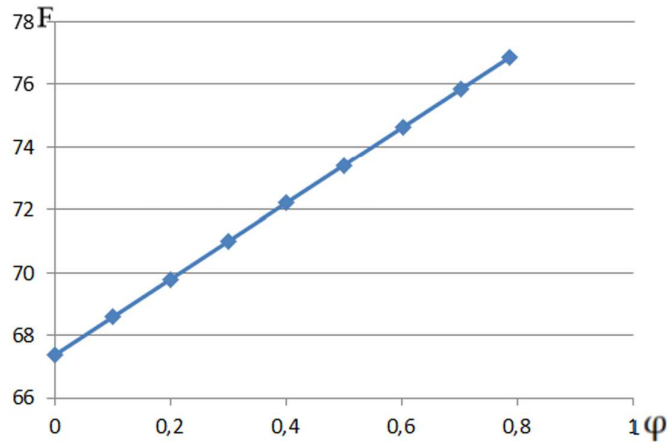
Trong đó: r_0 là bán kính nhỏ của stato; R là bán kính lớn của stato; φ là góc quay của rotor và $a = \frac{R-r_0}{\alpha}$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Đặc tính lực ly tâm phụ thuộc góc quay của cánh gạt được thể hiện trong Hình 4. Trong đặc tính này, góc quay của cánh gạt bị giới hạn bởi vùng làm việc của biên dạng stato, tức là $\pi/4$ đối với 8 cánh gạt.



Hình 4. Lực ly tâm của cánh gạt theo góc quay rotor trong bơm cánh gạt tác động kép với biên dạng stato đảm bảo gia tốc cánh gạt không đổi so với rotor.



Hình 5. Sự thay đổi hình sin của gia tốc cánh gạt theo góc quay của rotor

Trường hợp thứ hai của biên dạng stato được áp dụng dựa trên sự thay đổi vận tốc và gia tốc cánh gạt theo tính chất hình sin (Hình 5). Bán kính lớn của stato được xác định:

$$R = r_0 + a\varphi - \frac{a\alpha}{2\pi} \sin \frac{2\pi}{\alpha} \varphi \quad (12)$$

Và lực ly tâm tác dụng lên cánh gạt:

$$R = m\omega^2 \left(r_0 + a\varphi - \frac{a\alpha}{2\pi} \sin \frac{2\pi}{\alpha} \varphi \right) \quad (13)$$

4. KẾT LUẬN

Về mặt lý thuyết, biên dạng stato tạo ra sự thay đổi gia tốc cánh gạt hình sin là ưu việt hơn, vì nó loại bỏ các tác động bậc hai. Lực quán tính trong biên dạng stato với sự thay đổi gia tốc cánh gạt hình sin tăng nhanh hơn và giá trị cực đại của nó lớn hơn so với biên dạng có gia tốc cánh gạt không đổi. Do đó, có thể xem xét việc sử dụng cánh gạt nhẹ hơn, điều này tạo tiền đề để tăng hiệu suất và tuổi thọ của bơm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hydraulics, Hydraulic Machines, and Hydraulic Drives: A Textbook for Mechanical Engineering Universities / T.M. Bashta, S.S. Rudnev, B.B. Nekrasov, et al. – Moscow: Mashinostroenie, 1982. – 423 p.
- [2]. Sveshnikov, V.K. Machine Tool Hydraulic Drives: A Handbook / V.K. Sveshnikov. – Moscow: Mashinostroenie, 2008. – 640 p.
- [3]. Grinchar, N.G. Fundamentals of Machine Hydraulic Drives: A Textbook. Part 1 / N.G. Grinchar, N.A. Zaitseva. – Moscow: Federal State Budgetary Educational Institution "Educational and Methodological Center for Education in Railway Transport", 2016. – 444 p.
- [4]. Zaychenko, I.Z. Vane Pumps and Hydraulic Motors / I.Z. Zaychenko, L.M. Myshlevsky. - Moscow: Mashinostroenie, 1970. – 229 p.
- [5]. Bashta, T.M. Positive-Displacement Hydraulic Drives / T.M. Bashta [et al.]. - Moscow: Mashinostroenie, 1979. – 628 p.