

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> / tapchicokhi.com.vn

Chào mừng 100 năm
Ngày Báo chí Cách mạng Việt Nam
(21/6/1925 - 21/6/2025)



- ❖ Xây dựng mô hình mô phỏng lá nhíp ô tô bằng phương pháp phần tử hữu hạn
- ❖ Thực nghiệm đo phân bố nhiệt độ của lòng khuôn phun ép nhựa
- ❖ Nghiên cứu mô hình thử nghiệm kiểm tra hệ thống phanh khẩn cấp thang máy gia đình

Số 329, tháng 6 năm 2025

Tạp chí Cơ khí Việt Nam phát hành ngày 25 tháng 6 năm 2025



NGHIÊN CỨU – TRAO ĐỔI (10– 614)

1. PGS,TS. Phan Văn Hiếu : Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ tới độ nhám bề mặt khi gia công tia lửa điện bằng phương pháp xung định hình.....	10
2. Phạm Trọng Nhân, Phùng Trí Công, Văn Ngọc Hiệp, Đỗ Huỳnh Nhật : Thiết kế chế tạo bộ cấp phối và đập cánh quạt ly tâm bán tự động dùng trong hệ thống hút bụi và sợi thuốc lá.....	16
3. Trương Chí Công, Trần Quang Giang, Chu Văn Hiếu, Vũ Trọng Nam, Nguyễn Việt Anh : Nghiên cứu mô phỏng dòng chảy nhựa bằng phần mềm NX: so sánh cổng Pin Point và Side Gate.....	23
4. Phạm Thị Minh Huệ, Đặng Văn Đông, Trần Đăng Đức, Nguyễn Đức Dương, Nguyễn Thế Bảo, Nguyễn Chí Dũng, Nguyễn Huy Hoàng, Nguyễn Đức Long, Nguyễn Đức Thật : Thiết kế chế tạo bộ phận vận chuyển cây giống trong máy trồng chuối nuôi cấy mô.....	29
5. Đặng Quốc Vương, Lê Đức Huy, Ngô Lê Hoàng Long, Bùi Quốc Thắng, Lương Thanh Nhật : Thiết bị đo điện tim cầm tay hỗ trợ chẩn đoán bệnh từ xa.....	34
6. TS. Lê Thanh Tuấn , PGS,TS. Vũ Ngọc Tuấn , ThS. Đỗ Nhật Trường : Khảo sát ảnh hưởng của chu trình hoạt động đến tiêu hao năng lượng trên ô tô.....	40
7. Triệu Quý Huy : Tối ưu hóa thiết kế và phân tích động học cơ cấu ba bánh leo cầu thang cho xe kéo nhỏ gọn vận chuyển hàng hóa.....	46
8. Trương Minh Đức, Hoàng Đức Cường, Vũ Toàn Thắng : Nâng cao độ chính xác của hệ thống đo độ phẳng không tiếp xúc bằng công nghệ đệm khí.....	50
9. Lưu Thế Duyệt, Đồng Minh Tuấn, Khổng Văn Nguyên, Trần Bùi Bông : Ứng dụng Matlab – Simulink mô phỏng hệ thống truyền lực xe hybrid sử dụng hộp số kiểu hai chế độ	56
10. Lương Văn Tới, Huỳnh Công Lớn : Nghiên cứu sự ảnh hưởng của vị trí đầm dùi và tỉ số nén của khuôn đến chất lượng bó vỉa bê tông trong máy đúc bó vỉa hệ sử dụng đầm dùi để tạo rung động.....	64
11. Nguyễn Hoàng Long, Huỳnh Hồ Trung Tịnh, Nguyễn Duy Ánh : Điều khiển robot đa hướng ba bánh bằng phương pháp dự báo mô hình.....	73
12. TS. Ngô Gia Việt : Xây dựng mô hình toán nhằm đánh giá ảnh hưởng của quá trình uốn tới độ chính xác gia công ống thép tàu thủy.....	82
13. ThS. Nguyễn Đức Bình , ThS. Nguyễn Mạnh Chiêu : Nghiên cứu ảnh hưởng của chiều dày lớp cấu cặn đến hiệu suất nhiệt của bộ trao đổi nhiệt kiểu ống vỏ.....	88
14. Nguyễn Thanh Tuấn, Khổng Văn Nguyên : Ứng dụng Matlab – Simulink mô phỏng quá trình cháy của động cơ trang bị hệ thống phun nhiên liệu Commonrail.....	93
15. ThS. Vũ Huy Khôi , ThS. Mai Văn An , ThS. Tạ Bá Dũng : Nghiên cứu ảnh hưởng của lỗ trích khí đến hoạt động của máy tự động trên súng trường STR406.....	99
16. KS. Đỗ Văn Tinh , ThS. Nguyễn Tuấn Hưng : Tối ưu hóa cấu trúc của cánh tay robot năm bậc tự do bằng phương pháp mô phỏng phân tích.....	103
17. ThS. Lê Huỳnh Đức , ThS. Vũ Văn Thi , ThS. Nguyễn Tuấn Hưng : Xây dựng mô hình mô phỏng lá nhíp ô tô bằng phương pháp phần tử hữu hạn.....	107
18. TS. Phạm Thị Thủy , ThS. Nguyễn Sơn Tùng : Lựa chọn vật liệu chế tạo răng cắt phá hủy đất đá sử dụng tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh.....	111

19. Nguyễn Thành Trung: Phân tích các tình huống đâm va trong hàng hải và các bài học kinh nghiệm dựa trên quy tắc COLREGs 72.....	116
20. Nguyễn Thế Lương: Nghiên cứu ảnh hưởng của tuổi đời xe và chế độ bảo dưỡng đến chất lượng phát thải của xe máy phun xăng điện tử đang lưu hành.....	122
21. Nguyễn Trường Giang, Nguyễn Hồng Lĩnh: Thiết kế bộ điều khiển PD cho hệ phi tuyến và nhiều biến ứng dụng cho robot công nghiệp.....	130
22. Phạm Đức Thiên, Nguyễn Thanh Tùng: Xây dựng mô hình toán để tạo hình biên dạng rotor CIC bơm roots.....	135
23. Nguyễn Quốc Toàn, Bùi Thanh Hương: Nghiên cứu xây dựng mô hình ma-nơ-canh ảo từ dữ liệu quét 3D ứng dụng trong thiết kế và thử sửa mẫu ảo.....	140
24. Tăng Bá Đại, Nguyễn Thị An Khang, Ngô Phi Hùng, Lê Thế Quốc Hưng: Ảnh hưởng tốc độ vòng quay động cơ diesel HINO XZU650 đến nồng độ phát thải khí xả.....	147
25. Lê Trạch Trường, Vũ Trần Hoàng, Nguyễn Văn Minh, Phí Hoàng Trình: Nghiên cứu mô phỏng quá trình phanh tái sinh trên xe VF3.....	152
26. Trần Văn Mạnh: Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến khả năng gia công vật liệu da bằng phương pháp dây nóng.....	158
27. Nguyễn Tiến Dũng: Tối ưu hóa đa mục tiêu quá trình gia công vi-EDM vật liệu Ti6Al4V bằng điện cực WC sử dụng phương pháp Taguchi – TOPSIS.....	162
28. Nguyễn Văn Mùi: Tự động hóa quá trình thiết kế thiết bị cấp phôi tự động theo nguyên lý rung động.....	165
29. Trần Văn Mạnh: Tối ưu hóa đa mục tiêu quá trình gia công da bằng dây nóng sử dụng phương pháp Taguchi – DEAR.....	172
30. Vũ Tiến Đại, Hoàng Trần Đăng, Đỗ Hoàng Lâm, Đỗ Tuấn Anh, Trần Đức Nghĩa: Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số vận hành đến đặc tính hoạt động của hệ thống truyền lực trên ô tô điện.....	176
31. Nguyễn Thành Đông: Sai số phi tuyến chu kỳ trong giao thoa kế heterodyne sửa đổi trong phép đo dịch chuyển nhỏ.....	183
32. Nguyễn Thành Đông: Hiệu chỉnh phép đo pha và dịch chuyển trong giao thoa kế homodyne điều biến tần số.....	188
33. Nguyễn Tiến Huy, Vũ Minh Hùng, Đỗ Thế Vinh: Nghiên cứu cấu trúc tế vi liên kết hàn giáp mối thép A572-GRADE 50 cho trụ điện gió tại Việt Nam bằng quá trình hàn GMAW.....	194
34. Luyện Văn Hiếu, Trần Mạnh Duy, Nguyễn Đình Hạnh: Mô phỏng hệ thống truyền lực thu hồi năng lượng trên xe lu bánh lốp.....	200
35. Đinh Mai Hương, Lê Thị Lành: Ảnh hưởng của thông số công nghệ may đến độ bền và độ giãn đứt đường may 514 trên vải dệt kim single.....	208
36. PGS, TS. Đinh Văn Thắng: Ứng dụng thuật toán logic trong xác định pha chạm đất cho lưới điện trung áp mở.....	216
37. Nguyễn Thị Ngọc Huyền: Mô phỏng điều khiển hệ thống phun PU trong sản xuất tôn 5 sóng với TIA Portal.....	221
38. Võ Ngọc Anh Tuấn, Vũ Hoàng Thái Duy, Lê Trung Hòa: Thiết kế và chế tạo máy in 3D – FDM tốc độ cao.....	226
39. Nguyễn Thành Trung: Đánh giá độ chính xác của panme đầu đo chữ V thông qua so sánh với máy đo tọa độ.....	232
40. Bùi Trọng Hiếu, Trần Thị Kiều My, Huỳnh Hữu Nghị: Nghiên cứu ảnh hưởng của thông số công nghệ đến độ chính xác của sản phẩm Green Part trong công nghệ in 3D kim loại theo phương pháp Extrusion-based Additive.....	238

41. Nguyễn Thị Ngọc Huyền, Lê Đức Bảo: Nghiên cứu mô hình thử nghiệm kiểm tra hệ thống phanh khẩn cấp thang máy gia đình.....	248
42. Hoàng Trọng Trần Huy: Điều độ động tàu vào bến cảng container bằng giải thuật Local Search.....	254
43. Lê Hoàng Bảo, Trần Nguyên Duy Phương, Nguyễn Văn Thành, Trương Quốc Thanh, Đinh Trường Hoàng Vinh: Thiết kế thiết bị hỗ trợ điều trị phục hồi chức năng chi trên và chi dưới cho bệnh nhân sau đột quỵ não.....	262
44. Lê Bảo Việt, Nguyễn Tiến Dũng, Vũ Đình Hoan, Nguyễn Đình Dương, Trương Văn Thuận: Nghiên cứu ứng dụng bộ điều khiển PID vào hệ thống treo bán tích cực nhằm nâng cao độ êm dịu của ô tô.....	268
45. Nguyễn Văn Quang, Phạm Sơn Minh, Quách Văn Thiêm, Nguyễn Văn Mang: Nghiên cứu quá trình biến dạng tạo lỗ trên thân ống hình trụ phục vụ liên kết hàn ống rẽ nhánh.....	274
46. Trần Nhật Quang, Hồ Xuân Thành, Nguyễn Hà, Lê Thanh Tùng: Thực nghiệm chế tạo mẫu liên kết hai lớp vật liệu bằng phương pháp ép ở nhiệt độ cao.....	282
47. Vy Lăng Thiên Phước, Nguyễn Tiến Dũng, Trần Thanh Thuởng, Nguyễn Trà Kim Quyên: Nghiên cứu chế tạo mô hình giải nhiệt dạng lớp cho lòng khuôn với sản phẩm dạng lõm.....	290
48. Nguyễn Tấn Đạt, Trần Thanh Lam, Huỳnh Nguyễn Hoàng, Lê Thanh Tùng: Thực nghiệm đo nhiệt độ lòng khuôn dạng phẳng.....	298
49. Nguyễn Sỹ Huy, Nguyễn Phan Anh, Huỳnh Quang Duy, Phan Thanh Nhân: Ảnh hưởng của các thông số đến kích thước đường hàn.....	305
50. Nguyễn Hoàng Vũ, Nguyễn Phan Anh, Phan Thanh Nhân, Vũ Quang Huy: Nghiên cứu ảnh hưởng của thông số chần đến bán kính cong của ống.....	313
51. Trần Quang Vinh, Nguyễn Hà, Lê Thanh Tùng, Phan Thanh Nhân: Chế tạo các mẫu thử độ bền uốn bằng phương pháp hàn TIG.....	321
52. Nguyễn Thuỳ Diễm Quyên, Trần Thanh Thuởng, Vũ Quang Huy, Đỗ Văn Đại: Chế tạo tấm khuôn bằng phương pháp tạo hình theo lớp.....	328
53. Nguyễn Văn Hoàng Long, Nguyễn Khắc Nhân, Đỗ Văn Hiến, Âu Thị Kim Loan: Thử nghiệm module giữ và chần ống kim loại.....	335
54. Phạm Đức Toản, Nguyễn Hà, Huỳnh Quang Duy, Nguyễn Văn Sơn: Nghiên cứu dự đoán ứng suất kéo của kết cấu dạng lattice.....	341
55. Lê Vũ Quang Huy, Hồ Sỹ Hùng, Nguyễn Trọng Hiếu, Nguyễn Hải Hoàn: Nghiên cứu thực nghiệm hàn thép tấm ở vị trí đầu mí.....	349
56. Nguyễn Quốc Đoàn, Nguyễn Lê Tường, Đỗ Văn Hiến, Phan Thanh Nhân: Thực nghiệm chế tạo chi tiết dạng tấm bằng phương pháp chần.....	357
57. Võ Nguyễn Anh Tú, Nguyễn Văn Sơn, Hoàng Trọng Nghĩa, Tạ Nguyễn Minh Đức: Dự đoán đường cong ứng suất uốn.....	366
58. Nguyễn Văn Mạnh, Nguyễn Trà Kim Quyên, Trần Thanh Lam, Nguyễn Văn Sơn: Nghiên cứu thực nghiệm độ bền uốn của liên kết hàn thép tấm dạng đầu mí.....	373
59. Luu Anh Tung, Hoang Van Got, Do The Vinh, Vu Ngoc Pi, Hoang Anh Toan: MRR optimization in Nano-MQL milling of hardened 90CrSi tool steel using CUO nanoparticles.....	380
60. Phạm Sĩ Hưng, Nguyễn Lê Tường, Huỳnh Quang Duy, Vũ Quang Huy: Quy trình tạo mẫu và thử nghiệm độ bền cho mẫu hàn liên kết dạng đầu mí.....	388
61. Nguyễn Dương Quang Huy, Tạ Nguyễn Minh Đức, Huỳnh Quang Duy, Nguyễn Văn Sơn: Nghiên cứu ứng dụng phương pháp in 3D từ vật liệu lỏng trong chế tạo chi tiết có kết cấu dạng lattice.....	394
62. Nguyễn Hữu Phước, Trương Minh Trí, Nguyễn Lê Tường, Nguyễn Hải Hoàn: Thiết kế module hàn thép.....	403

63. Trần Xuân Hoàng, Nguyễn Văn Tú, Nguyễn Quang Sáng, Tạ Nguyễn Minh Đức: Nghiên cứu chế tạo chi tiết chịu uốn có dùng kết cấu lattice.....	412
64. Hồ Minh Trí, Dương Văn Linh, Nguyễn Văn Tú, Trần Thanh Lam: Thực nghiệm nhiệt độ của lòng khuôn âm với các thông số gia nhiệt khác nhau.....	419
65. Lê Đức Thắng, Trần Thanh Thuởng, Trần Thanh Lam, Nguyễn Quang Sáng: Thực nghiệm đo phân bố nhiệt độ của lòng khuôn phun ép nhựa.....	426
66. Huỳnh Văn An, Trần Thế San, Đỗ Văn Hiến, Nguyễn Trà Kim Quyên: Phân bố nhiệt độ của lòng khuôn dương với các thông số gia nhiệt khác nhau.....	434
67. Nguyễn Thị Thúy Ngọc, Đinh Thị Xuân, Ngô Chí Trung: Đặc trưng xoắn và kéo đứt của một số mẫu chỉ may thông dụng trên thị trường Việt Nam.....	440
68. TS. Phạm Thanh Nhựt: Thực nghiệm khảo sát ảnh hưởng của kết cấu vách đến tổn thất nhiệt của hầm bảo quản lạnh trên tàu cá vỏ gỗ.....	445
69. Nguyễn Thị Bích Hậu, Đỗ Đức Thành: Nghiên cứu sử dụng hệ thống điều khiển phụ tải bằng sóng đề điều chỉnh dung lượng bù phân tán lưới trung áp 35kV nhằm giảm tổn thất điện năng.....	452
70. Đỗ Thị Kim Liên, Nguyễn Duy Chiến: Tích hợp phương pháp Entropy và phương pháp RAM (phương pháp đánh giá gốc) để tối ưu đa mục tiêu quá trình mài thép SKD11....	458
71. Trần Đức Toàn: Nghiên cứu xây dựng phương pháp bổ sung lượng bù do biến dạng đàn hồi cho thuật toán xác định lượng bù sai số vị trí của vít me – đai ốc bi.....	470
72. Trần Lâm: Nghiên cứu công nghệ sửa chữa đầu chốt nối cánh tuabin hơi nước thép không gỉ AISI 422SS bằng công nghệ in 3D laser bột.....	470
73. Nguyễn Anh Tuấn: Mô phỏng khe hở đầu cánh tuabin sử dụng khoang lõm kết hợp gân.....	478
74. PGS, TS. Phan Văn Hiếu: Thiết kế, chế tạo mô hình máy ép bánh trung thu sử dụng vi điều khiển Arduino Nano.....	488
75. Trần Trọng Tuấn, Nguyễn Hoàng Vũ, Vũ Ngọc Khiêm: Thực nghiệm đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ tuần hoàn khí thải (%EGR) đến các chỉ tiêu kinh tế, năng lượng, môi trường của động cơ diesel Hyundai D4CB 2.5 TCI-A.....	495
76. Nguyễn Vũ Cường, Phạm Minh Hiếu, Đỗ Đức Thành, Phạm Thị Tuyết Thanh, Đặng Quốc Vương: Tính toán, mô phỏng biến dạng và lực tác động lên vỏ máy biến áp công suất lớn bằng phương pháp phần tử hữu hạn.....	502
77. PGS, TS. Phan Văn Hiếu: Nghiên cứu ảnh hưởng của điện áp đánh lửa (U) đến độ nhám bề mặt khi xung thép C45 bằng điện cực Graphit trên máy xung định hình CNC (P26+E30) – MAXSEE.....	507
78. Trần Minh Thúy: Mô hình hóa động học robot tác hợp gia công cơ khí.....	514
79. Nguyễn Văn Thanh, Nguyễn Hữu Lộc: Ứng dụng phân tích phần tử hữu hạn để trực quan hóa trường ứng suất-biến dạng nhằm tìm biện pháp nâng cao độ bền mỏi của chi tiết máy.....	521
80. Võ Thanh Hòa, Nguyễn Phan Thanh Hào, Nguyễn Hữu Lộc: Nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến độ bền tiếp xúc bánh răng nhựa sử dụng phương pháp Taguchi.....	528
81. Trần Văn Lợi, Nguyễn Hùng Mạnh, Trần Xuân Nhã: Nghiên cứu ứng dụng MPC-LTI cho điều khiển chuyển làn xe tự hành.....	536
82. Nguyễn Hùng Mạnh: So sánh các cấu hình truyền lực Ô tô Hybrid (HEV).....	542
83. ThS. Đỗ Hữu Tuấn, ThS. Phùng Công Dũng: Ứng dụng phần mềm WorkingModel phân tích động lực học của cầu trục một dầm.....	549
84. Hoàng Minh Tuấn: Ổn định của vòng đàn hồi chịu tải trọng thủy tĩnh.....	554
85. Trương Việt Anh, Lê Thị Thái: Khảo sát ảnh hưởng của xâm thực trong khai thác vận hành chân vịt seri B bằng phương pháp quan sát vết sơn.....	559

86. Bui Van Binh: Numerical buckling analysis of laminated composite wing-shaped plates with box-type stiffeners under uniform compression.....	565
87. Bui Van Binh, Pham Hai Trinh: Free vibrational and buckling analysis of C-section laminated composite beam.....	572
88. Le Xuan Thuy: Dynamic analysis of stiffened shallow shell on nonlinear elastic supports subjected to blast loading.....	579
89. Van-Thanh Ngo: Vibration analysis of a rotor system supported by nonlinear hydrodynamic bearings.....	584
90. Tran Quoc Hung, Hoang Van Got, Do The Vinh, Vu Ngoc Pi, Hoang Anh Toan: Surface roughness modeling and parameter influence in Nano-MQL milling process.....	590
91. Truong Thi Thu Huong, Vu Trung Tuyen, Nguyen Thi Quoc Dung, Le Thi Phuong Thao: Surface roughness optimization in EDM considering graphite electrode type using Gaussian process regression.....	598
92. Hung Quach, Nguyen Hong Linh, Le Ha An: Strain localization and fracture strain path in a high-strength 7075 aluminum alloy.....	605
93. Vo Ngoc Anh Tuan, Nguyen Duc Nhan, Phan Xuan Vu Kha: Fabricate a soft robotic actuator using FDM 3D printing.....	609

DOANH NGHIỆP – DOANH NHÂN (615 – 616)

LILAMA 10 – Ghi dấu ấn quan trọng tại dự án Thủy điện Hòa Bình mở rộng.....	615
---	-----

LỰA CHỌN VẬT LIỆU CHẾ TẠO RĂNG CẮT PHÁ HỦY ĐẤT ĐÁ SỬ DỤNG TẠI CÁC MỎ THAN HÀM LÒ VÙNG QUẢNG NINH

SELECTION THE APPROPRIATE MATERIALS OF CONICAL PICKS USED IN UNDERGROUND COAL MINE (QUANG NINH, VIETNAM)

TS. Phạm Thị Thủy*, ThS. Nguyễn Sơn Tùng

Trường Đại học Mở - Địa chất

*Email: phamthithuy@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo trình bày đã phân tích điều kiện làm việc, nguyên nhân các dạng hỏng hóc phổ biến và cơ chế mòn răng cắt phá hủy đất đá trong khai thác mỏ sử dụng trên các máy đào lò liên hợp, máy khâu than sử dụng trong khai thác than hầm lò vùng Quảng Ninh. Từ đó, nhóm tác giả đã đề xuất ra loại vật liệu phù hợp với điều kiện làm việc thực tế để chế tạo phần thân và mũi răng cắt tương ứng là 30CrMnSiNi2A và BK20.

Từ khóa: Răng cắt phá hủy đất đá; Máy đào lò; Máy khâu than; Chống mài mòn; Thép hợp kim kết cấu; Thép hợp kim hóa tốt.

ABSTRACT

Combination digging machines and long-wall coal shearers are heavy and robust mining machinery. It seems to be the present picks are not durable enough when carried out in cutting the non-homogeneous rock in the Quang Ninh underground coal mine, Vietnam. This paper briefly presents theoretical analysis to define the cause of pick's damages, and then proposes the appropriate materials of pick's body and pick's tip. Based on the related papers and researching, the authors selected 30CrMnSiNi2A for the body and carbide BK20 for the tip of conical picks.

Keywords: Conical pick; Rock cutting; Abrasion resistance; Long-wall coal shearer; Underground combination machinery.

1. MỞ ĐẦU

Thực hiện cơ giới hóa khai thác than hầm lò, máy đào lò liên hợp, máy khâu than liên hợp đã được các đơn vị thuộc TKV nghiên cứu đưa vào sử dụng [8]. Quá trình sử dụng cho thấy, mức tiêu hao răng cắt khá lớn, đặc biệt là các máy khâu có xuất xứ từ Trung Quốc. Trong quá trình làm việc với cường độ lớn, địa chất đất đá phức tạp, không đồng nhất, phần

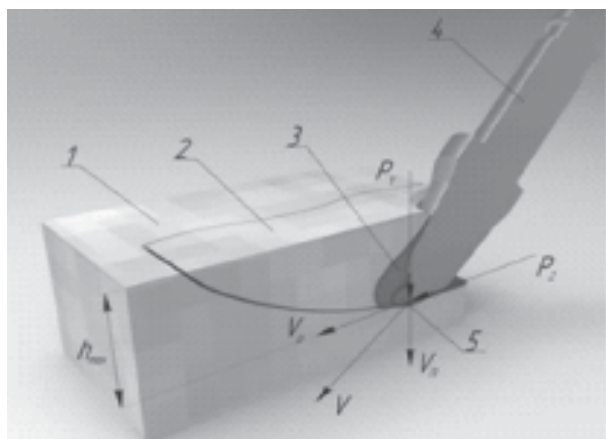
lớn các vỉa than có đất đá xen kẽ nên các răng cắt thường xuyên bị hỏng với các dạng hỏng như mòn, nứt mẻ, vỡ hoặc tụt mảnh hợp kim cứng. Lượng tiêu hao răng cắt với máy khâu than trong điều kiện vỉa than có đá kẹp, địa chất phức tạp lên tới $(12 \div 50)$ răng/1000 tấn than [7]. Khi cắt trong đất đá cứng và địa chất phức tạp tuổi thọ của răng cắt đôi khi chỉ vài giờ làm việc [4]. Để nâng cao tính tự chủ trong sửa chữa, thay thế răng cắt phá hủy đất đá đáp



ứng nhu cầu sửa chữa rất lớn hiện nay cần có những nghiên cứu lựa chọn vật liệu, phương pháp gia công để tự chủ trong việc chế tạo răng cắt thay thế là vấn đề rất cấp thiết.

2. ĐIỀU KIỆN LÀM VIỆC CỦA RĂNG CẮT PHÁ HỦY ĐẤT ĐÁ

Răng cắt đất đá trên tang khâu của thiết bị đào lò hoặc máy khâu than là một chi tiết dạng hình trụ, phần đầu thuôn nhọn giống hình đầu đạn, phần chuôi được hạ bậc, đuôi có xẻ rãnh vòng hãm. Răng được lắp lên đài đỡ răng gắn trên tang khâu [7]. Trong quá trình cắt đất đá hoặc cắt khâu than, tang khâu quay tròn quanh trục và trục tang khâu chuyển động tịnh tiến theo phương vuông góc với gương lò hoặc gương than. Các răng cắt va đập với khối đất đá hoặc than, nén ép lên khối đất đá gây ra phá hủy thể tích kết hợp với chuyển động của răng cắt thể tích đất đá bị dập nát được tách ra khỏi nguyên khối ban đầu.



Hình 1. Sơ đồ phá hủy đất đá bằng răng cắt [7]:

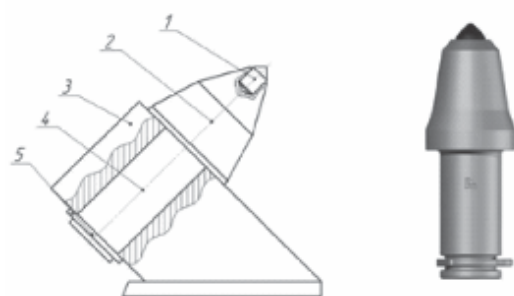
- 1 – Khối đất đá; 2 – Vùng biến dạng đàn hồi;
- 3 – Vùng vỡ vụn; 4 – Răng cắt;
- 5 – Vùng nén ép (tâm áp lực)

Hình 1 mô tả quá trình phá hủy đất đá bằng răng cắt. Răng cắt nén lên khối đất đá một lực P có phương dọc theo trục răng cắt.

Dưới tác dụng của lực nén P gây ra ứng suất nén trong thể tích đất đá. Ứng suất nén lan tỏa trong thể tích khối đất đá. Trong trường hợp lý tưởng, đất đá nguyên khối và đồng nhất thì ứng suất phân bố trong không gian bán cầu với tâm bán cầu tại vị trí tiếp xúc giữa mũi răng cắt và đất đá. Tại vùng thể tích có ứng suất nén vượt qua giới hạn bền của đất đá thì đất đá bị vỡ vụn, dập nát và ở những vị trí có ứng suất nhỏ đất đá bị biến dạng đàn hồi. Tại tâm áp lực (vùng màu đỏ), đất đá bị nghiền nát thành dạng bột. Xung quanh vùng thể tích nghiền nát, đất đá bị vỡ vụn gọi là vùng ép vỡ đàn hồi (vùng màu xanh). Ngoài cùng là một vùng biến dạng đàn hồi và xuất hiện các vết nứt do mỏi. Do các răng cắt lần lượt va đập, cắt đất đá nên ứng suất và biến dạng đàn hồi trong khối đất đá có dạng xung mạch đập. Biến dạng đàn hồi dạng mạch đập góp phần phá vỡ đất đá theo cơ chế phá hủy mỏi. Thể tích của vùng nứt vỡ phụ thuộc vào lực nén ép và độ kiên cố, tính giòn của đất đá và khoảng cách từ tâm áp lực tới mặt thoáng gương lò [5] và [7].

Mặt trước của răng cắt tiếp xúc với đất đá vỡ vụn, phần này chịu ma sát nhỏ nhưng chịu nén lớn. Mặt sau của răng cắt tiếp xúc với đất đá nguyên khối chưa bị phá hủy, phần này chịu lực ma sát lớn và bị mài mòn. Xét trong một phạm vi góc quay nhỏ xung quanh tâm quay của răng cắt thì coi như răng cắt có chuyển động tịnh tiến. Lực cắt P được chia làm hai thành phần: P_y và P_z . Lực P_z có phương tiếp tuyến với quỹ đạo chuyển động của mũi răng cắt, có vai trò bóc tách khối đất đá trong vùng phá hủy và vùng dập nát ra khỏi nguyên khối ban đầu. Lực P_y có phương pháp tuyến, có giá trị phụ thuộc vào tính chất đàn hồi của đất đá, nếu đất đá có độ đàn hồi cao và độ kiên cố lớn thì lực P_y lớn, [1] và [7]. Dưới tác dụng của phản lực pháp tuyến của khối đất đá và chuyển động trượt của mặt sau răng cắt sẽ xuất hiện lực

ma sát gây nên mài mòn răng cắt, khi răng cắt bị mòn thì góc sắc của răng giảm dần tới lực nén cần thiết P tăng lên. Khi đó, thể tích đất đá bị nghiền vụn tăng lên, vùng thể tích dập nát thu hẹp lại, hiệu quả phá hủy đất đá giảm, mức độ mài mòn răng tăng lên, [5] và [7]. Để khắc phục hiện tượng này, mối ghép giữa chuỗi răng cắt và lỗ dài đỡ răng cắt là mối ghép lỏng, cho phép răng cắt xoay được quanh trục răng cắt, từ đó răng mòn đều và tự được mài sắc, [4] và [7]. Tại vùng mỏ Quảng Ninh, các vỉa than thường nằm xen kẽ giữa các tầng đất đá cát kết, bột kết, sét kết và sét than, độ kiên cố lên tới $f = 8 \div 10$ theo thang chia độ bền kháng nén một trục của Giáo sư M. M. Protodiaconov [7].



Hình 2. Cấu tạo răng cắt phá hủy đất đá:
1 – Mũi răng cắt; 2 – Đầu răng cắt;
3 – Đai đỡ răng cắt; 4 – Chuỗi răng cắt;
5 – Vòng hãm

Như phân tích trên, khi răng cắt nén lên khối đất đá với áp lực P thì khối đất đá biến dạng, dập nát, nứt vỡ và răng cắt sẽ tiến sâu vào đất đá một chiều sâu h . Lực nén dọc trục cần thiết P trên răng cắt phá hủy đất đá phụ thuộc vào độ kiên cố của đất đá, tính đàn hồi của đất đá, góc sắc nhọn của đỉnh răng cắt và chiều sâu cắt mong muốn. Lực nén cần thiết P đối với răng cắt phá hủy đất đá mũi cắt dạng côn được xác định như sau [2]:

$$P = \frac{2 \cdot E \cdot h^2 \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\pi \cdot (1 - \nu^2)} \quad (2-1)$$

Trong đó: P – Lực nén dọc trục trên răng cắt, N; E – Mô-đun đàn hồi của đất đá, N/m^2 ; h – Độ ngập sâu của răng cắt vào khối đất đá, m^2 ; α – Góc côn của đỉnh răng; ν – Hệ số poisson của đất đá.

Thành phần lực pháp tuyến P_y :

$$P_y = P \cdot \sin \varphi \quad (2-2)$$

Trong đó: P – Lực nén dọc trục trên răng cắt, N; φ – Góc nghiêng trục răng cắt (góc cắt); P_y – Thành phần lực theo phương pháp tuyến, N.

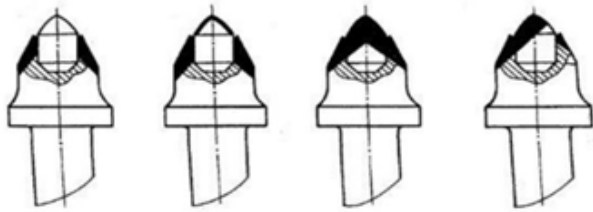
Lực ma sát theo phương tiếp tuyến tại mặt sau của răng cắt:

$$F_f = f \cdot P_y \quad (2-3)$$

Trong đó: F_f – Lực ma sát theo phương tiếp tuyến, N; f – Hệ số ma sát của đất đá; P_y – Thành phần lực theo phương tiếp tuyến, N.

Về cơ bản răng cắt chỉ chịu nén và chịu mài mòn trên bề mặt. Các răng lần lượt vào cắt phá hủy đất đá rồi thoát ra ngoài nên tải trọng nén tác dụng lên răng cắt có dạng chu kỳ, mạch đập. Phần mũi răng cắt và đầu thân răng có ứng suất lớn. Trong quá trình cắt, nhiệt độ phát sinh tại mũi răng cắt có thể lên tới $1100^\circ C$. Do đó, răng cắt phá hủy đất đá thường có các dạng hỏng như sau [7]: Mòn do ma sát; Bong tróc bề mặt mũi răng cắt và vùng kim loại của thân răng cắt bao quanh mũi hợp kim do hiện tượng ô-xy hóa hình thành các vảy ô-xít, hiện tượng tôi cục bộ hoặc hiện tượng kết tinh lại do nhiệt phát sinh lớn khi cắt; Nứt vỡ, sứt mẻ răng cắt do mỏi; Tụt đầu hợp kim do dẫn, do biến dạng dẻo cùng với do mòn giảm kích thước phần chóp côn của thân răng cắt dẫn tới giảm khả năng đàn hồi, giảm ma sát tại mối ghép giữa thân răng cắt và mũi hợp kim cứng; Tụt đầu

hợp kim cứng do mòn, gãy mối hàn; Gãy chuỗi răng do quá tải, do mỏi.



Hình 3. Một vài dạng hỏng răng cắt phá hủy đất đá do mòn

3. VẬT LIỆU CHẾ TẠO RĂNG CẮT PHÁ HỦY ĐẤT ĐÁ

Phần mũi răng cắt chịu ứng suất lớn và mài mòn mãnh liệt, đặc biệt khi cắt phá hủy đất đá có độ kiên cố lên tới $f = 10$, có tính mài mòn cao, nhiệt độ phát sinh khi cắt lên tới trên 1000°C . Đầu mũi răng thường được chế tạo từ các vật liệu: BK8, BK5B, BK10KC, BK12KC. Gần đây, một số nghiên cứu thử nghiệm sử dụng vật liệu gốm thay thế vật liệu hợp kim cứng nhằm mục đích bền mòn trong điều kiện phát sinh nhiệt độ lớn [7].



Hình 4. Yêu cầu độ cứng bề mặt thân răng cắt phá hủy đất đá

Cũng theo tài liệu này, phần thân răng cắt được chế tạo từ thép hợp kim hóa tốt hoặc

thép hợp kim kết cấu như 40X, 40XM, 30XГCA [7]. Thép hợp kim kết cấu làm tăng cơ tính tổng hợp của thép như tăng độ bền, độ dai và đập, giới hạn bền mỏi lớn. Ngoài ra, các thành phần nguyên tố hợp kim như Si giúp tăng độ đàn hồi, chống dão, sự có mặt của Cr, Ni, Al giúp tăng khả năng bền nhiệt [3]. Nhóm thép này đạt được độ cứng bề mặt sau khi nhiệt luyện lên tới 60 HRC mà vẫn giữ được độ dẻo dai bên trong, đảm bảo khả năng chịu tải trọng lớn, tải trọng va đập và có giới hạn mỏi cao. Phần thân răng cắt cần độ cứng bề mặt yêu cầu lên tới $(50 \div 55)$ HRC [7]. Phần mũi răng cắt, hợp kim cứng được hàn hoặc ép vào lỗ trên thân răng cắt (mối ghép có độ dôi). Do vậy, vật liệu chế tạo thân răng cắt phải có độ dẻo dai, giới hạn bền lớn nhưng tỷ lệ biến dạng dẻo (hay còn gọi là dão) thấp. Độ dai va đập cần đạt tới 25 J/cm^2 , độ bền kéo không nhỏ hơn 1000 MPa, phần đầu thân răng cắt tiếp xúc với đất đá cần đạt độ cứng bề mặt tối thiểu 50 HRC, phần chuỗi răng cắt có độ cứng khoảng $(35 \div 40)$ HRC [4].

4. LỰA CHỌN VẬT LIỆU CHẾ TẠO RĂNG CẮT

Thứ nhất, dựa trên cơ sở phân tích điều kiện làm việc của răng cắt phá hủy đất đá, nguyên nhân dẫn tới mòn hỏng răng cắt và một số thông tin vật liệu chế tạo răng cắt đã được công bố trong một số tài liệu tính toán thiết kế liên quan.

Thứ hai, trên cơ sở phân tích đặc điểm vật liệu kim loại, các nhãn hiệu thép hợp kim chất lượng cao dành cho chế tạo chi tiết máy làm việc trong điều kiện tải trọng lớn, tải trọng động, tải trọng va đập và nhiệt độ lớn [3].

Lựa chọn vật liệu chế tạo thân răng cắt phá hủy đất đá là thép hợp kim có độ bền, độ dai và có khả năng chịu nhiệt độ tốt: 30CrMnSiNi2A.

Ngoài ra, thép 30CrMnSiNi2A còn chứa các nguyên tố Al, Cu, Ni. Trong quá trình nung nóng chậm (nhiệt luyện sau gia công) sẽ hình thành các hợp chất Al_2O_3 , Các-bít khó tan hạt mịn được hình thành ở biên các hạt Austenit. Do đó, thu được tổ chức Austenit hạt nhỏ khi nung tới nhiệt độ tối. Sau khi áp dụng quy trình nhiệt luyện hợp lý sẽ thu được cơ tính mong muốn [6]. Lựa chọn vật liệu chế tạo mũi cắt là vật liệu hợp kim cứng độ bền cao, chịu mài mòn và bền nhiệt: BK20.

5. KẾT LUẬN

Cơ giới hóa khai thác than, sử dụng các máy đào lò liên hợp, máy khâu than liên hợp là một xu thế tất yếu hiện nay ở nước ta. Do địa chất vỉa than ở vùng Quảng Ninh có tính chất phức tạp, đất đá có độ kiên cố lớn dẫn tới mức tiêu hao răng cắt phá hủy đất đá lớn. Qua phân tích điều kiện làm việc của răng cắt cho thấy dạng hồng mòn thân răng, bong tróc bề mặt mũi hợp kim là hai dạng hồng chủ yếu cần phải khắc phục.

Căn cứ theo tài liệu vật liệu kỹ thuật, tính toán thiết kế máy nhóm nghiên cứu đã đề xuất lựa chọn vật liệu chế tạo mũi răng cắt và phần thân răng cắt tương ứng là hợp kim BK20 hoặc tương đương và thép hợp kim 30CrMnSiNi2A hoặc tương đương. ♦

Ngày nhận bài: 09/4/2025

Ngày phản biện: 28/4/2025

Tài liệu tham khảo:

- [1]. A Prakash, V. M. S. R. Murthy, K. B. Singh, C. Kumar and L. A. Kumaraswamidhas (2016), “A methodology for designing cutting drum of surface miner to achieve production of desired chip size”. Indian Academic of Sciences.
- [2]. Gao Kuidong, Du Changlong, Jiang Hongxiang, Liu Songyong (2014), “A theoretical model for predicting the Peak cutting force of conical pick”. Journal of Mining Engineering, China.
- [3]. Hà Văn Vui, Nguyễn Chỉ Sáng, Phan Đăng Phong (2006), “Sổ tay Thiết kế cơ khí - Tập 1”. NXB. Khoa học Kỹ thuật.
- [4]. Lukasz Boloz (2019), “Direction for increasing conical picks’ durability”. AGH University of Science and Technology, Poland.
- [5]. Nguyễn Hoàng, Bùi Xuân Nam (2015), “Ứng dụng bài toán Bousinessq để xác định các thông số của đầu đập thủy lực khi phá vỡ đất đá trên mỏ lộ thiên”. Tạp chí Khoa học Công nghệ Mỏ, số 4, năm 2015.
- [6]. Nguyễn Thị Yên (2005), “Giáo trình Vật liệu cơ khí”. NXB. Hà Nội.
- [7]. Phạm Văn Tiến (2021), “Luận án tiến sỹ kỹ thuật – Nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố đến tuổi thọ của răng cắt trên tang máy khâu dùng trong khai thác than hầm lò vùng Quảng Ninh”. Trường Đại học Mỏ - Địa chất.
- [8]. <https://moit.gov.vn/khoa-hoc-va-cong-nghe/than-vang-danh-hieu-qua-cua-viec-ung-dung-may-dao-lo-combai-2.html>