

TỐI ƯU HÓA QUÁ TRÌNH BẢO DƯỠNG HỆ THỐNG THỦY LỰC TRÊN MÁY THI CÔNG NỀN: PHÂN TÍCH QUY TRÌNH VÀ TÁC ĐỘNG ĐẾN HIỆU SUẤT CÔNG VIỆC

Nguyễn Trung Kiên, Nguyễn Văn Chiến
Khoa Công nghiệp - Xây dựng, Trường Cao đẳng Lai Châu

Tóm tắt: Bài viết nghiên cứu quy trình bảo dưỡng hệ thống thủy lực trên các máy thi công nền, bao gồm máy xúc, máy ủi và máy lu. Hệ thống thủy lực, với các bộ phận chính như bơm, van phân phối, mô tơ và xilanh, đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo hiệu suất và độ bền của thiết bị. Bài viết phân tích các phương pháp kiểm tra và bảo dưỡng, từ việc thay dầu và kiểm tra các bộ phận hao mòn cho đến việc xử lý các sự cố như rò rỉ dầu và tắc nghẽn. Đồng thời, tác giả cũng đề xuất việc tối ưu hóa quy trình bảo dưỡng thông qua công nghệ giám sát hiện đại và bảo dưỡng dựa trên tình trạng thiết bị, giúp tiết kiệm chi phí và thời gian. Việc đào tạo học sinh về các quy trình bảo dưỡng và áp dụng công nghệ mới trong bảo dưỡng hệ thống thủy lực là điều kiện cần thiết để đảm bảo chất lượng công việc và an toàn lao động trong ngành thi công nền.

Từ khóa: Bảo dưỡng hệ thống thủy lực, máy thi công nền, máy xúc, máy ủi, máy lu, kiểm tra và bảo dưỡng, công nghệ giám sát, bảo dưỡng dựa trên tình trạng thiết bị, tối ưu hóa bảo dưỡng, an toàn lao động, đào tạo kỹ thuật viên.

OPTIMIZING THE HYDRAULIC SYSTEM MAINTENANCE PROCESS ON CONSTRUCTION MACHINERY: PROCESS ANALYSIS AND ITS IMPACT ON WORK EFFICIENCY

Abstract: This paper investigates the maintenance process of hydraulic systems on construction machinery, including excavators, bulldozers, and rollers. The hydraulic system, consisting of key components such as pumps, distribution valves, motors, and cylinders, plays a crucial role in ensuring the performance and longevity of the equipment. The paper analyzes various inspection and maintenance methods, from oil changes and wear part inspections to troubleshooting issues such as oil leaks and blockages. Furthermore, the authors propose optimizing the maintenance process through modern monitoring technologies and condition-based maintenance, which helps save costs and time. Training students in maintenance procedures and the application of new technologies in hydraulic system maintenance is essential to ensure work quality and labor safety in the construction industry.

Keywords: Hydraulic system maintenance, construction machinery, excavators, bulldozers, rollers, inspection and maintenance, monitoring technologies, condition-based maintenance, maintenance optimization, labor safety, technician training.

Nhận bài: 05/10/2025

Phản biện: 05/11/2025

Duyệt đăng: 10/11/2025

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống thủy lực đóng vai trò thiết yếu trong việc vận hành các máy thi công nền như máy xúc, máy ủi và máy lu. Những hệ thống này không chỉ giúp truyền tải năng lượng mà còn quyết định hiệu suất làm việc và tính ổn định của máy móc trong suốt quá trình thi công. Đặc biệt, trong ngành xây dựng, các máy thi công nền hoạt động liên tục và chịu tác động lớn từ môi trường làm việc khắc nghiệt, đòi hỏi việc bảo dưỡng hệ thống thủy lực phải được thực hiện định kỳ để duy trì hiệu suất tối ưu và đảm bảo an toàn lao động. Việc không thực hiện bảo dưỡng đúng cách có thể dẫn đến hư hỏng, giảm hiệu quả công việc và tăng chi phí sửa chữa. Theo nghiên cứu của Tiến Dũng (2021), các sự cố thường gặp trong hệ thống thủy lực như rò rỉ dầu, tắc nghẽn hoặc mất áp suất có thể làm gián đoạn quá trình thi công, ảnh hưởng nghiêm trọng đến tiến độ công trình và chi phí.

Tuy nhiên, trong thực tế, nhiều quy trình bảo dưỡng thủy lực chưa được thực hiện một cách tối ưu, dẫn đến hiệu suất công việc không đạt như mong muốn. Do đó, việc tối ưu hóa các quy trình bảo dưỡng trở thành yêu cầu cấp thiết để không chỉ nâng cao hiệu quả làm việc mà còn giảm thiểu chi phí bảo trì và kéo dài tuổi thọ của thiết bị. Bài viết nhằm mục đích phân tích các quy trình bảo dưỡng hệ thống thủy lực trên các loại máy thi công nền, đồng thời đề xuất các biện pháp tối ưu hóa nhằm nâng cao hiệu quả công việc, từ đó cải thiện chất lượng và an toàn lao động trong ngành thi công xây dựng. Các nghiên cứu gần đây chỉ ra rằng việc áp dụng công nghệ giám sát và bảo dưỡng dựa trên tình trạng thiết bị có thể giúp phát hiện sớm sự cố và thực hiện bảo dưỡng kịp thời, từ đó mang lại hiệu quả rõ rệt trong việc giảm thiểu hư hỏng và tối ưu hóa chi phí bảo dưỡng (Nguyễn Phước Bình, 2004; Tiến Dũng, 2021).

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Tổng quan về hệ thống thủy lực và cấu trúc các bộ phận

Hệ thống thủy lực là một phần không thể thiếu trong các máy thi công nền, đóng vai trò quan trọng trong việc truyền động và điều khiển các bộ phận của máy, từ đó đảm bảo hiệu suất hoạt động cao và ổn định. Các bộ phận chính của hệ thống thủy lực bao gồm bơm thủy lực, van phân phối, mô tơ thủy lực, xilanh thủy lực và lọc dầu thủy lực, mỗi bộ phận có một chức năng và nhiệm vụ riêng biệt, hỗ trợ lẫn nhau trong suốt quá trình vận hành. Bơm thủy lực chịu trách nhiệm cung cấp dầu thủy lực, van phân phối điều khiển dòng chảy của dầu đến các bộ phận khác, mô tơ và xilanh thủy lực chuyển đổi năng lượng từ dầu thủy lực thành chuyển động cơ học, trong khi lọc dầu thủy lực đảm bảo chất lượng dầu, giúp hệ thống hoạt động trơn tru và kéo dài tuổi thọ của các bộ phận (Nguyễn Phước Bình, 2004).

Mỗi bộ phận trong hệ thống thủy lực có yêu cầu kỹ thuật riêng, và hiểu rõ về cấu tạo cũng như nguyên lý hoạt động của chúng là điều kiện tiên quyết để thực hiện bảo dưỡng hiệu quả. Ví dụ, bơm thủy lực có thể được phân loại thành bơm bánh răng, bơm pít tông và bơm cánh gạt, mỗi loại có ưu điểm và nhược điểm riêng, phù hợp với từng ứng dụng cụ thể. Các bộ phận như van phân phối và mô tơ thủy lực yêu cầu phải được kiểm tra kỹ lưỡng để phát hiện sớm các dấu hiệu hư hỏng, như tắc nghẽn hoặc mất áp suất, ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất của toàn bộ hệ thống (Tiến Dũng, 2021).

Việc hiểu rõ cấu tạo và nguyên lý làm việc của các bộ phận trong hệ thống thủy lực không chỉ giúp các kỹ thuật viên bảo dưỡng thiết bị đúng cách mà còn giúp phát hiện và phòng ngừa các sự cố tiềm ẩn, từ đó đảm bảo máy móc hoạt động liên tục, giảm thiểu thời gian ngừng máy và chi phí sửa chữa không đáng có. Do đó, việc đào tạo kỹ thuật viên về các bộ phận này và quy trình bảo dưỡng phù hợp là yếu tố quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả và độ bền của hệ thống thủy lực trong các máy thi công nền (Nguyễn Xuân Thủy, 2020).

2.2. Các phương pháp kiểm tra và bảo dưỡng hệ thống thủy lực

Kiểm tra và bảo dưỡng hệ thống thủy lực là một quá trình quan trọng để duy trì hiệu suất và tuổi thọ của máy thi công nền. Để bảo dưỡng hiệu quả, việc kiểm tra định kỳ các bộ phận thủy lực

như bơm, van phân phối, mô tơ và xilanh là cần thiết nhằm phát hiện và khắc phục sớm các sự cố tiềm ẩn. Quy trình kiểm tra hệ thống thủy lực bắt đầu với việc kiểm tra bơm thủy lực, kiểm tra hoạt động của các van phân phối, mô tơ và xilanh thủy lực. Các kỹ thuật viên cần xác định các dấu hiệu của sự cố, như sự thay đổi về áp suất hay tốc độ của dầu thủy lực, để đưa ra biện pháp xử lý kịp thời (Nguyễn Phước Bình, 2004).

Các phương pháp bảo dưỡng hệ thống thủy lực chủ yếu bao gồm vệ sinh, thay dầu thủy lực, và kiểm tra các bộ phận có thể bị mài mòn trong quá trình vận hành. Việc thay dầu thủy lực định kỳ giúp loại bỏ các tạp chất và duy trì chất lượng dầu, từ đó tránh được các hư hỏng do bụi bẩn hay cặn dầu tích tụ trong hệ thống. Đồng thời, vệ sinh các bộ phận như bơm, van và mô tơ thủy lực cũng là một bước quan trọng để đảm bảo hoạt động trơn tru của hệ thống. Thêm vào đó, kiểm tra các bộ phận bị mài mòn và kiểm tra rò rỉ dầu sẽ giúp phát hiện các vấn đề sớm, tránh để chúng gây hư hỏng nghiêm trọng (Tiến Dũng, 2021).

Trong quá trình kiểm tra và bảo dưỡng, các lỗi phổ biến thường gặp trong hệ thống thủy lực bao gồm rò rỉ dầu, hư hỏng van, xước xilanh, và tắc nghẽn bộ lọc. Rò rỉ dầu thường xuất hiện tại các khớp nối, ống dẫn hoặc các bộ phận bị lão hóa, làm giảm hiệu suất của hệ thống và gây mất dầu. Hư hỏng van có thể dẫn đến mất kiểm soát dòng chảy của dầu, ảnh hưởng đến khả năng điều khiển các bộ phận máy. Xước xilanh là kết quả của việc không thay thế dầu hoặc bộ phận lọc dầu đúng cách, làm giảm khả năng hoạt động của xilanh. Tắc nghẽn bộ lọc gây ảnh hưởng đến chất lượng dầu, dẫn đến sự cố trong các bộ phận khác của hệ thống. Để nhận diện những lỗi này, kỹ thuật viên cần kiểm tra áp suất, kiểm tra tình trạng dầu, và vệ sinh các bộ phận lọc dầu thường xuyên (Nguyễn Xuân Thủy, 2020).

2.3. Quy trình bảo dưỡng hệ thống thủy lực máy xúc, máy ủi và máy lu

Quy trình bảo dưỡng hệ thống thủy lực cho các loại máy thi công nền như máy xúc, máy ủi và máy lu cần phải được thực hiện riêng biệt, tùy thuộc vào cấu tạo và yêu cầu kỹ thuật của từng loại máy. Máy xúc, máy ủi và máy lu đều sử dụng hệ thống thủy lực để điều khiển các bộ phận quan trọng như cần xúc, gầu xúc, đầm tẩm, hoặc rôto, và mỗi loại máy có những yêu cầu bảo dưỡng khác nhau để đảm bảo hiệu suất tối ưu.

Máy xúc bánh xích và bánh lốp

Quy trình bảo dưỡng hệ thống thủy lực máy xúc, dù là máy xúc bánh xích hay bánh lốp, thường bắt đầu với việc kiểm tra dầu thủy lực. Dầu phải được thay thế định kỳ để tránh tình trạng cạn bẩn tích tụ, gây tắc nghẽn các bộ phận quan trọng như bơm, van, và xilanh. Các bộ phận cần được kiểm tra kỹ lưỡng, đặc biệt là mô tơ và van phân phối. Mô tơ thủy lực có thể gặp phải sự cố như rò rỉ hoặc mất áp suất, và van phân phối có thể bị tắc nghẽn do dầu bẩn. Sau khi thay dầu, các bộ phận như bơm, mô tơ, van và xilanh thủy lực cần được kiểm tra và thay thế các bộ phận hao mòn (Nguyễn Phước Bình, 2004). Đặc biệt, đối với máy xúc bánh xích, cần chú ý đến các khớp nối và bộ phận bánh xích, những khu vực dễ bị mài mòn trong quá trình vận hành.

Máy ủi và máy lu

Quy trình bảo dưỡng hệ thống thủy lực cho máy ủi và máy lu chủ yếu tập trung vào các bộ phận như mô tơ thủy lực và xilanh. Máy ủi, với chức năng đẩy đất và điều khiển lưỡi ủi, yêu cầu kiểm tra kỹ lưỡng hệ thống mô tơ để đảm bảo khả năng vận hành mạnh mẽ. Đối với máy lu, hệ thống thủy lực điều khiển việc ép đất và cần được bảo dưỡng thường xuyên để đảm bảo áp lực ổn định. Các bộ phận thủy lực như van phân phối và xilanh cũng cần được kiểm tra để phát hiện kịp thời các dấu hiệu mài mòn hoặc rò rỉ. Vệ sinh và thay dầu định kỳ là những bước không thể thiếu trong quy trình bảo dưỡng các máy này (Tiến Dũng, 2021).

Các bước bảo dưỡng cụ thể

Một quy trình bảo dưỡng cụ thể cho hệ thống thủy lực bao gồm các bước thay dầu định kỳ, kiểm tra và thay thế các bộ phận hao mòn như xilanh, mô tơ, và van. Việc thay dầu thủy lực giúp loại bỏ các tạp chất và duy trì chất lượng dầu, từ đó tránh được sự cố tắc nghẽn trong hệ thống. Các bộ phận bị mài mòn cần được thay thế kịp thời, bao gồm các bộ lọc dầu, gioăng phớt và các van bị hư hỏng. Vệ sinh các bộ phận thủy lực như bơm, van và mô tơ theo định kỳ cũng rất quan trọng để duy trì hiệu suất tối ưu của hệ thống. Các bộ phận cần được kiểm tra không chỉ về mặt vật lý mà còn về khả năng hoạt động, nhằm phát hiện sớm các dấu hiệu hư hỏng và tránh gây gián đoạn công việc (Nguyễn Xuân Thủy, 2020).

2.4. Hư hỏng và nguyên nhân trong hệ thống thủy lực

Hệ thống thủy lực, mặc dù rất quan trọng trong các máy thi công nền, nhưng vẫn có thể gặp phải

một số sự cố trong quá trình vận hành. Những sự cố này có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến hiệu suất làm việc và độ bền của thiết bị. Việc nhận diện và xử lý kịp thời những hư hỏng này sẽ giúp giảm thiểu sự gián đoạn trong công việc và chi phí sửa chữa.

Các sự cố phổ biến trong hệ thống thủy lực

Một số sự cố thường gặp trong hệ thống thủy lực bao gồm mất áp suất, rò rỉ dầu, hư hỏng van, và tắc nghẽn trong hệ thống. Mất áp suất thường là dấu hiệu của việc bơm thủy lực không hoạt động hiệu quả, có thể là do dầu bị ô nhiễm hoặc bộ lọc dầu bị tắc. Rò rỉ dầu thường xảy ra tại các khớp nối hoặc bộ phận gioăng phớt đã bị mài mòn. Hư hỏng van phân phối có thể làm mất kiểm soát dòng chảy của dầu, dẫn đến các bộ phận không thực hiện được chức năng của mình. Tắc nghẽn trong hệ thống có thể xuất phát từ cạn bẩn trong dầu hoặc bộ lọc dầu bị tắc, làm giảm lưu lượng dầu và ảnh hưởng đến hiệu suất của hệ thống (Nguyễn Phước Bình, 2004).

Nguyên nhân của các sự cố

Nguyên nhân của các sự cố này chủ yếu đến từ mài mòn tự nhiên của các bộ phận thủy lực, sự rò rỉ từ các bộ phận bị hư hỏng hoặc quá trình vận hành và bảo dưỡng không đúng cách. Mài mòn tự nhiên là một yếu tố không thể tránh khỏi, nhưng việc thay thế kịp thời các bộ phận bị mòn có thể giúp ngăn ngừa các sự cố nghiêm trọng. Rò rỉ dầu thường là do gioăng phớt hoặc các khớp nối bị hư hỏng, có thể xuất phát từ quá trình vận hành lâu dài hoặc sử dụng dầu kém chất lượng. Ngoài ra, sự cố trong quá trình bảo dưỡng như thay dầu không đúng loại hoặc không thay dầu định kỳ cũng góp phần gây ra các sự cố này (Tiến Dũng, 2021).

Phương pháp kiểm tra và sửa chữa các sự cố

Để phát hiện và khắc phục kịp thời các sự cố trong hệ thống thủy lực, việc kiểm tra định kỳ là rất quan trọng. Kỹ thuật viên cần kiểm tra áp suất của hệ thống thủy lực, tình trạng dầu, và các bộ phận như bơm, van, mô tơ, và xilanh. Khi phát hiện các dấu hiệu rò rỉ dầu, cần thay thế các gioăng phớt hoặc bộ phận bị hư hỏng ngay lập tức. Tắc nghẽn trong hệ thống cần được xử lý bằng cách vệ sinh bộ lọc và thay dầu thủy lực nếu cần thiết. Việc thay thế các bộ phận hao mòn và sửa chữa các hư hỏng kịp thời sẽ giúp duy trì hiệu suất của hệ thống và ngăn ngừa các sự cố nghiêm trọng (Nguyễn Xuân Thủy, 2020).

2.5. Tối ưu hóa quy trình bảo dưỡng

Việc tối ưu hóa quy trình bảo dưỡng hệ thống thủy lực trong các máy thi công nền là một yếu tố quan trọng để nâng cao hiệu quả công việc, giảm thiểu sự cố và tối ưu hóa chi phí. Các phương pháp bảo dưỡng truyền thống thường dựa vào lịch trình định kỳ, tuy nhiên, với sự phát triển của công nghệ hiện đại, việc áp dụng các công nghệ mới giúp tối ưu hóa quy trình này, mang lại nhiều lợi ích đáng kể.

Áp dụng công nghệ hiện đại trong bảo dưỡng

Công nghệ hiện đại ngày nay cho phép áp dụng các cảm biến để giám sát tình trạng hệ thống thủy lực theo thời gian thực, giúp phát hiện sớm các vấn đề trước khi chúng trở nên nghiêm trọng. Cảm biến có thể đo lường các chỉ số như áp suất, nhiệt độ và độ nhớt của dầu thủy lực, từ đó cung cấp thông tin chính xác về tình trạng hoạt động của hệ thống. Thông qua các cảm biến này, các kỹ thuật viên có thể nhận diện kịp thời các bất thường trong hệ thống và đưa ra các biện pháp bảo dưỡng phù hợp mà không cần phải đợi đến thời điểm bảo dưỡng định kỳ.

Bên cạnh đó, các phần mềm hỗ trợ bảo dưỡng và lập lịch bảo dưỡng tự động đang trở thành công cụ hữu ích trong việc tối ưu hóa quy trình bảo dưỡng. Các phần mềm này có thể lập kế hoạch bảo dưỡng tự động, theo dõi tình trạng của thiết bị và đưa ra thông báo khi đến thời điểm cần bảo dưỡng hoặc khi phát hiện sự cố. Điều này giúp đảm bảo rằng hệ thống thủy lực luôn được duy trì trong trạng thái hoạt động tốt mà không cần tốn quá nhiều thời gian và công sức từ kỹ thuật viên (Tiến Dũng, 2021).

Bảo dưỡng dựa trên tình trạng thiết bị

Thay vì thực hiện bảo dưỡng theo lịch trình cố định, bảo dưỡng dựa trên tình trạng thiết bị là phương pháp tối ưu hơn. Phương pháp này chỉ thực hiện bảo dưỡng khi hệ thống thực sự gặp sự cố hoặc khi có dấu hiệu cảnh báo từ cảm biến. Điều này không chỉ giúp tiết kiệm chi phí bảo dưỡng mà còn tránh việc thay thế hoặc sửa chữa những bộ phận còn tốt, điều này vốn không cần thiết trong bảo dưỡng truyền thống.

Các tín hiệu từ cảm biến cung cấp thông tin chi tiết về trạng thái của các bộ phận trong hệ

thống thủy lực, từ đó giúp các kỹ thuật viên thực hiện bảo dưỡng chính xác và kịp thời. Phân tích dữ liệu thu thập từ cảm biến giúp xác định chính xác khi nào cần thay dầu, thay thế các bộ phận bị hao mòn, hoặc vệ sinh các bộ phận như bộ lọc và van phân phối, đảm bảo rằng mỗi công việc bảo dưỡng được thực hiện khi có dấu hiệu cụ thể của sự cố (Nguyễn Phước Bình, 2004).

Ưu điểm của tối ưu hóa bảo dưỡng

Tối ưu hóa quy trình bảo dưỡng mang lại nhiều ưu điểm đáng kể. Đầu tiên, phương pháp này giúp giảm thiểu chi phí và thời gian bảo dưỡng. Việc chỉ bảo dưỡng khi cần thiết và sử dụng công nghệ giám sát giúp giảm thiểu các chi phí liên quan đến bảo trì không cần thiết. Thứ hai, bằng việc áp dụng công nghệ và bảo dưỡng dựa trên tình trạng thiết bị, hiệu suất làm việc của hệ thống thủy lực được cải thiện rõ rệt, đồng thời kéo dài tuổi thọ của các bộ phận máy móc, giúp máy thi công nền hoạt động liên tục và hiệu quả hơn.

III. KẾT LUẬN

Bài viết làm rõ tầm quan trọng của việc bảo dưỡng hệ thống thủy lực trong các máy thi công nền, đồng thời phân tích các phương pháp và quy trình bảo dưỡng hiệu quả. Việc bảo dưỡng hệ thống thủy lực đúng cách không chỉ giúp kéo dài tuổi thọ của máy móc mà còn nâng cao hiệu quả công việc, giảm thiểu sự cố và tối ưu hóa chi phí vận hành. Một trong những yếu tố quan trọng trong quá trình là việc áp dụng công nghệ giám sát hiện đại, chẳng hạn như cảm biến và phần mềm quản lý bảo dưỡng, giúp giám sát tình trạng của hệ thống theo thời gian thực và đưa ra các cảnh báo kịp thời. Bảo dưỡng dựa trên tình trạng thiết bị thay vì bảo dưỡng định kỳ không cần thiết giúp tiết kiệm thời gian và chi phí, đồng thời đảm bảo hiệu suất tối ưu của các bộ phận thủy lực.

Việc tối ưu hóa quy trình bảo dưỡng thông qua công nghệ hiện đại là một bước tiến quan trọng, nhưng không thể thiếu yếu tố đào tạo kỹ thuật viên. Đặc biệt, trong môi trường giảng dạy tại các trường cao đẳng, việc đào tạo học sinh về các quy trình bảo dưỡng và tối ưu hóa hệ thống thủy lực không chỉ giúp các em nắm vững kiến thức lý thuyết mà còn trang bị kỹ năng thực hành cần thiết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Phước Bình. (2004). *Giáo trình máy xây dựng*. Đại học Bách khoa Đà Nẵng.
 Tiến Dũng, L. V. (2021). *Điều khiển khí nén và thủy lực*. Đại học Sư phạm kỹ thuật TP. HCM.
 Nguyễn Xuân Thủy. (2020). *Cấu tạo, nguyên lý hoạt động và sửa chữa máy xây dựng đường*. NXB Giao Thông Vận Tải.
 Nguyễn Xuân Thủy, Vũ Văn Tới, *Tài liệu bổ trợ khóa vận hành máy xây dựng*. NXB Giao Thông Vận Tải.