

MỘT SỐ VẤN ĐỀ TRONG THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ PHUN VỮA BÊ TÔNG

TS NGUYỄN VĂN THỊNH, KS ĐÌNH TRỌNG THÂN

Trung tâm Công nghệ Máy xây dựng và Cơ khí thực nghiệm
Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông Vận tải

Trên cơ sở tham khảo các thiết bị phun vữa của nước ngoài, nhóm nghiên cứu đã tiến hành lựa chọn phương án thiết kế, chế tạo thiết bị phun vữa bê tông xi măng phù hợp với nguồn vật tư và công nghệ gia công trong nước. Bài báo tập trung giới thiệu các yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị phun vữa xi măng thi công đường hầm, mái dốc; giới thiệu các giải pháp khoa học và công nghệ đã được áp dụng để chế tạo bộ thiết bị đáp ứng các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật.

Từ khoá: thiết bị phun vữa bê tông.

SOME ISSUES IN DESIGN AND MANUFACTURE OF CEMENT CONCRETE SPRAY EQUIPMENT

Summary

This report introduces the study results related to the design and manufacture of concrete mortar spray equipment which is one of study scopes of the ministerial-level project at Code No. DT123021.

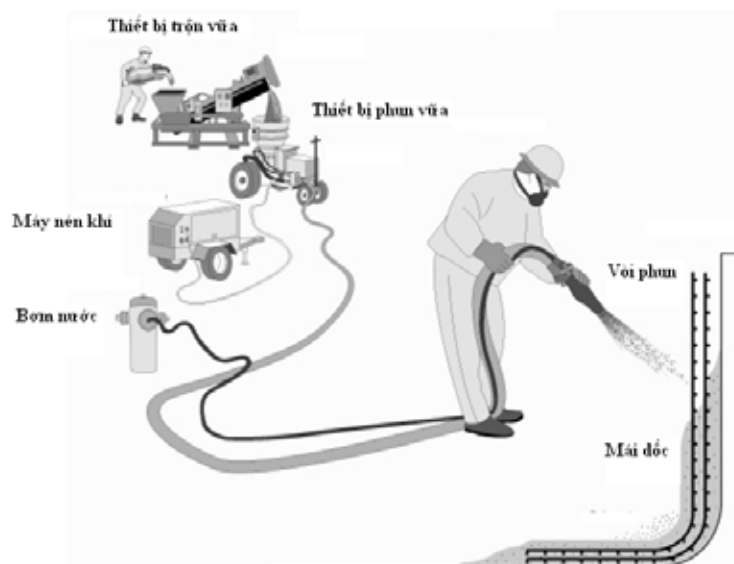
Based on the reference of foreign mortar spray equipments, researchers have selected plans for designing and manufacturing the equipment under domestic material sources and processing technology. The report introduces the technical requirements for the mortar spray equipment that is used to construct tunnel, slope as well as introduces scientific and technological solutions applied to manufacture one domestic equipment satisfying technical and economic criteria.

Keyword: concrete spray equipment.

Đặt vấn đề

Hiện nay ở nước ta, công nghệ phun vữa được áp dụng phổ biến trong thi công hầm như hầm thủy điện (Hoà Bình, Yali, Hàm Thuận, Nà Lơi...) và các hầm đường bộ (Độc Xây, Đèo Ngang, Đèo Hải Vân...). Ngoài ra, công nghệ phun vữa còn được sử dụng rộng rãi trong gia cố chống sụt trượt mái dốc kết hợp với neo đất, như công trình chống sụt trượt trên quốc lộ 70 đoạn Bản Phiệt - Cầu Hồ Kiều 2 thuộc tỉnh Lào Cai, công trình chống sụt lở đường vào Nhà máy thủy điện Huội Quảng (Lai Châu), một số đoạn thử nghiệm chống sụt trượt trên đường Hồ Chí Minh...

Để thi công theo công nghệ này cần có các thiết bị như trong hình 1 gồm: thiết bị trộn vữa, thiết bị phun vữa, máy nén khí, bơm nước, trong đó quan trọng



Hình 1: hệ thống thiết bị trong công nghệ phun vữa xi măng

nhất là thiết bị phun vữa. Hiện nay thiết bị này chưa có đơn vị nào trong nước nghiên cứu thiết kế chế tạo mà đang phải nhập ngoại với giá cao, bất tiện trong việc bảo dưỡng, sửa chữa do phải chờ nhập phụ tùng thay thế. Để làm chủ được công nghệ, hạ giá thành và thuận tiện trong công tác sửa chữa, bảo dưỡng cần phải nghiên cứu thiết kế chế tạo thiết bị phun vữa bằng công nghệ và nguồn vật tư sẵn có trong nước.

Các yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị phun vữa xi măng

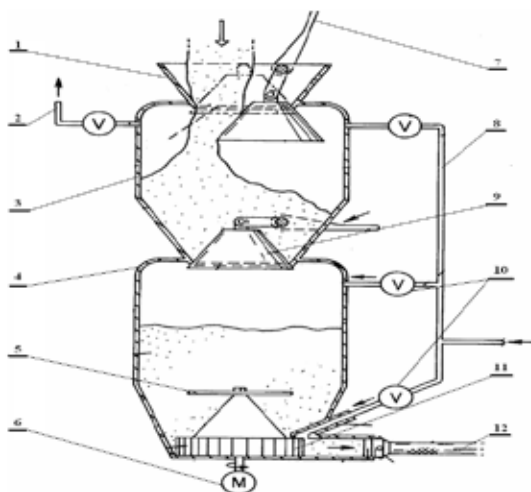
Qua khảo sát các thiết bị đang sử dụng trên các công trình đã và đang thi công ở Việt Nam, qua nghiên cứu tài liệu của các hãng sản xuất nước ngoài cho thấy, thiết bị phun vữa cần có các tính năng kỹ thuật như sau: thổi khí trong quá trình làm sạch bề mặt cần phun; phun vữa cần có tính chất cơ lý theo yêu cầu; phun nước trong quá trình tạo ẩm bề mặt trước khi phun và bảo dưỡng vữa.

Các thông số kỹ thuật của thiết bị phun vữa: năng suất phun lớn nhất 3 m³/h; tỷ lệ nước/xi măng nhỏ hơn 0,4; đường kính trong ống dẫn (42÷50) mm; mức tiêu thụ khí (5÷6) m³/ph; áp suất khí yêu cầu (0,2÷0,6) MPa; tốc độ van quay (11÷15) v/ph; công suất động cơ 3 kW.

Lựa chọn phương án thiết kế

Nhóm tác giả thực hiện phương pháp nghiên cứu thiết kế chế tạo trong nước căn cứ theo mẫu sẵn có, phù hợp của nước ngoài. Thiết bị đang sử dụng phổ biến trên thế giới hiện nay có các kiểu sau:

Phương án 1: Thiết bị phun kiểu bình chứa kín



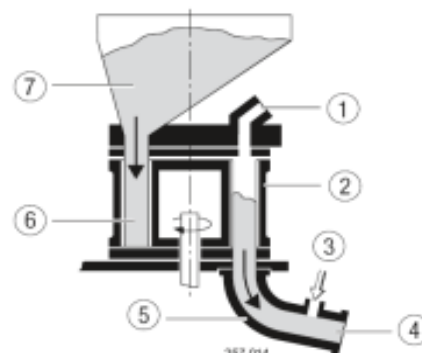
- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1. Phễu nạp | 7. Tay mở van nạp |
| 2. Đường thoát khí | 8. Hệ thống đường ống dẫn khí |
| 3. Bình chứa trung gian | 9. Van thông khoang |
| 4. Bình chứa | 10. Van khí nén |
| 5. Cánh khuấy | 11. Van chia vữa |
| 6. Mô tơ điện | 12. Đường ống phun |

Hình 2: thiết bị phun vữa kiểu bình chứa kín

Vữa từ thùng chứa được van quay đẩy vào buồng hòa khí, tại đây, vữa nhận động năng dòng khí, tăng tốc và đi vào đường ống dẫn tới vòi phun. Bình chứa vữa được bố trí 2 khoang đóng kín luân phiên để tránh rò lọt khí qua van quay và việc nạp vữa không làm gián đoạn quá trình phun.

Phương án này được dùng nhiều trong các trường hợp cần dẫn dòng vữa phun đi xa và cao, do vậy áp lực khí phun phải rất lớn, thường sử dụng 8-10 kg/cm², nếu dùng loại bình chứa hở sẽ dễ bị rò lọt khí, gây tổn thất và không tạo áp để đẩy xa được. Tuy nhiên, phương án này có kết cấu công kênh và năng suất thấp (ngoại trừ các công trình có yêu cầu đặc biệt, còn ít khi người ra sử dụng phương án này).

Phương án 2: Thiết bị phun vữa kiểu van quay ngoài



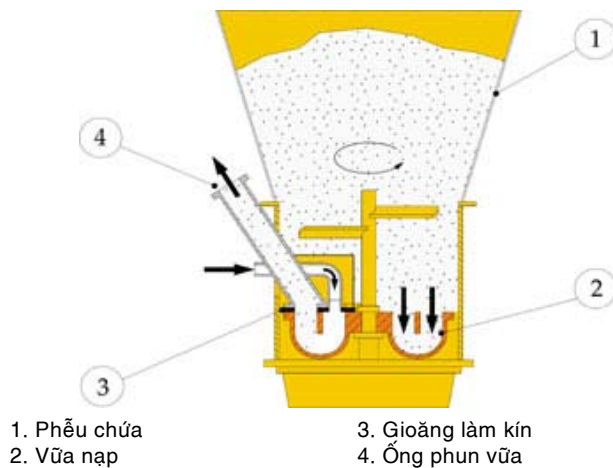
- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 1. Cửa nạp khí thổi vữa | 5. Buồng trộn khí |
| 2. Xilanh công tác | 6. Vữa nạp |
| 3. Cửa nạp khí tăng tốc | 7. Phễu chứa |
| 4. Ống đẩy | |

Hình 3: thiết bị phun vữa kiểu van quay ngoài

Rôto có gắn các xilanh đặt song song và quay quanh trục đồng tâm với hai đĩa cố định, hai đĩa này được áp sát vào mặt đầu rôto đảm bảo kín khít để khí không bị lọt ra ngoài. Khi mỗi xilanh quay đến cửa nạp, vật liệu được điền đầy vào xilanh 2; khi xilanh chứa đầy vữa quay đến cửa phóng, dòng khí cao áp từ cửa 1 quét vữa trong xilanh 2 vào buồng trộn khí, tại đây một dòng khí khác có vận tốc lớn hơn qua cửa 3, truyền động năng cho dòng vật liệu tăng tốc qua vòi phun tới bề mặt cần phun.

Phương án 3: Thiết bị phun vữa kiểu van quay trong

Thiết bị phun vữa kiểu van quay trong có nguyên lý hoạt động giống như thiết bị phun kiểu van ngoài, tuy nhiên các xilanh có cấu tạo đặc biệt hình chữ U, khi xilanh chứa đầy vữa quay đến vị trí phun thì dòng khí đẩy sang ống phun 4.

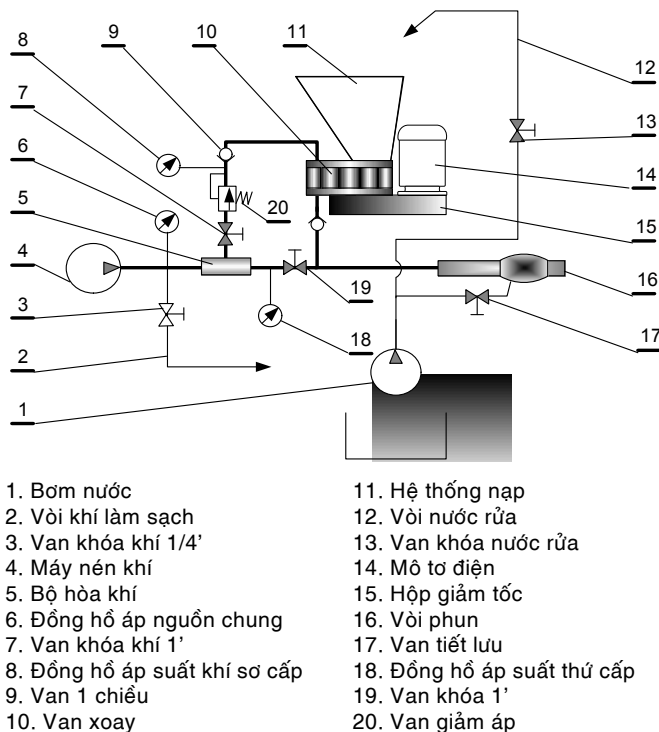


Hình 4: thiết bị bơm vữa kiểu van quay trong

So với thiết bị phun có bình chứa kín, các loại thiết bị phun vữa kiểu van quay có năng suất cao, gọn nhẹ, dễ chế tạo; tuy nhiên nó có nhược điểm là áp lực phun thấp hơn, khi làm việc ồn và bụi hơn.

Phương án được lựa chọn

Thiết bị phun vữa kiểu van quay ngoài tuy có một số nhược điểm nhưng hoàn toàn đáp ứng yêu cầu kỹ thuật của công nghệ, phù hợp với trình độ gia công trong nước, đây cũng là loại thiết bị phun vữa xi măng phổ biến đang sử dụng ở nước ta. Nhóm nghiên cứu đã chọn kiểu này để



Hình 5: sơ đồ cấu tạo thiết bị phun vữa xi măng chế tạo trong nước

thiết kế chế tạo thiết bị phun vữa bê tông xi măng. Sơ đồ cấu tạo của thiết bị được mô tả trên hình 5, các chế độ làm việc của thiết bị như sau:

Chế độ phun khí làm sạch bề mặt trước khi phun: khóa van số 7 và mở van số 19, dòng khí có vận tốc rất lớn được truyền qua ống dẫn, vòi phun hướng thẳng đến bề mặt cần làm sạch, quét sạch các chất bẩn, tạo ra bề mặt sạch sẽ chuẩn bị cho lớp vữa bám vào tốt hơn.

Chế độ phun nước làm sạch bề mặt phun phủ: khóa chặt các van 7, 13; mở các van 19, 17; tắt động cơ 14; khi đó dòng khí được đưa thẳng đến vòi phun hòa trộn với nước phóng thẳng tới bề mặt cần làm sạch, hỗn hợp khí, nước tốc độ cao sẽ tiếp tục thổi sạch bề mặt cần phun, một phần nước sẽ được giữ lại trên bề mặt làm ẩm bề mặt để chuẩn bị cho lớp vữa đầu tiên bám tốt hơn.

Chế độ phun vữa: vữa đã được trộn bên ngoài và nạp liên tục vào phễu chứa 11, vật liệu thông qua các cửa nạp phân phối vào hệ thống các xilanh trong van quay số 10, khi các xilanh chứa đầy vật liệu đến vị trí phóng thì vữa bị dòng khí sơ cấp quét ra khỏi xilanh vào ống dẫn, tại đây, dòng vật liệu được dòng khí thứ cấp hòa trộn và tăng tốc đến đầu vòi phun 16. Một chùm tia phụ gia hoặc nước bổ sung phun phủ toàn bộ hỗn hợp vữa - không khí chuyển thành vữa ướt có pha trộn phụ gia ngay trong vòi phun, vữa phóng ra ngoài với vận tốc rất lớn đập vào bề mặt cần gia cố, vữa bám chặt vào mặt địa tầng, chui vào các khe hở, cổ kết các khối rời rạc làm cho mặt địa tầng vững chắc.

Một số giải pháp áp dụng trong thiết kế, chế tạo bộ thiết bị

Để chế tạo thành công thiết bị này trong điều kiện vật tư sẵn có trên thị trường và trình độ công nghệ chế tạo của nước ta, nhóm tác giả thấy rằng cần phải áp dụng một số giải pháp sau:

Giải pháp lựa chọn chủng loại vật liệu hợp lý

Đối với việc thiết kế, chế tạo bộ thiết bị, trong nhiều trường hợp để giải quyết vấn đề kỹ thuật, kết cấu, vật liệu và kinh tế; một chi tiết có thể được chế tạo từ các vật liệu khác nhau phù hợp với điều kiện làm việc cụ thể của chúng. Trong máy phun vữa, khi chế tạo mặt chia vữa, bề mặt của nó chuyển động quay tròn và ma sát với nhau, yêu cầu phải là vật liệu chịu mài mòn, nhiều hãng chế tạo máy của nước ngoài đã dùng vật liệu có tính năng chịu mài mòn đặc biệt để chế tạo như hợp kim thép mangan hoặc vật liệu phi kim loại (hình 6). Nếu chế tạo toàn bộ bằng các vật liệu trên thì giá thành sẽ cao, mặt khác, trong nhiều trường hợp không thể thực hiện được (không có phôi đủ lớn, hoặc không đảm bảo khả năng chịu lực). Hiện nay trong nước đã chế tạo được gối cầu cao su cốt bản thép với khả năng chịu mài mòn rất tốt, độ bền kéo bóc giữa lớp cao su và



Hình 6: mặt chia vữa trong máy phun vữa có van quay bên ngoài

thép rất cao. Chính vì vậy, nhóm nghiên cứu đã đưa ra giải pháp bản đệm cao su cốt bản thép chịu mài mòn của vữa xi măng vừa đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, vừa bảo đảm tính kinh tế.

Giải pháp giảm tốc độ vòng quay của rôto

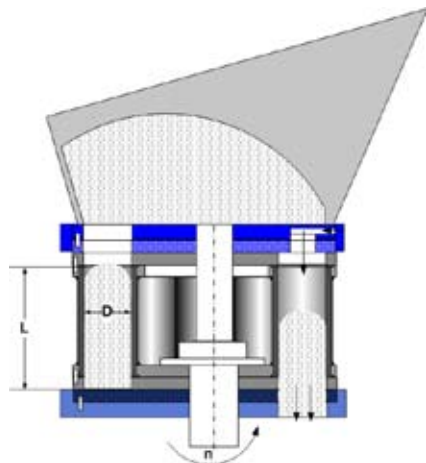
Tốc độ mài mòn mặt chia phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó phải kể đến: áp lực tiếp xúc, vận tốc trượt giữa 2 mặt, cỡ hạt vật liệu. Với cùng loại vữa cần phun, áp suất phun thì vấn đề chịu mài mòn chỉ còn phụ thuộc chủ yếu vào vận tốc trượt giữa 2 mặt, vận tốc trượt càng thấp thì tốc độ mài mòn càng giảm. Để giảm vận tốc trượt, nhóm nghiên cứu đã tăng chiều dài ống xilanh công tác. Năng suất vữa phun được tính như sau:

$$Q = k.n.t.V = k.n.t.\frac{\pi.D^2}{4}.L \quad (1)$$

Trong đó Q: lưu lượng phun (l/ph), n: tốc độ vòng quay (v/ph), t: số xilanh của rôto, v: thể tích 1 xilanh của rôto, D: đường kính trong của xilanh (dm), L: chiều dài xilanh (dm), k: hệ số nạp.

Như vậy, khi tăng chiều dài xi lanh L thì ta có thể giảm tốc độ vòng quay n mà vẫn đảm bảo năng suất phun Q không đổi.

Mặt khác nhóm nghiên cứu thấy rằng, có thể tăng hệ số nạp k bằng cách bố trí các cánh trộn có góc nghiêng theo xu hướng ép vữa về phía cửa nạp kết hợp với đầm rung. Đây là các giải pháp đơn giản mà chúng ta có thể



Hình 7: bộ van quay máy phun vữa

áp dụng được nhằm mục đích giảm tốc độ quay của rôto, giảm tốc độ mài mòn các bề mặt tiếp xúc, nâng cao tuổi thọ của thiết bị.

Giải pháp chống tắc

Trong thực tế khai thác, một số thiết bị hay xảy ra trường hợp bị tắc đường ống, vữa không phun ra được tích tụ đầy trong đường ống, người vận hành phải vệ sinh rất vất vả. Nguyên nhân gây tắc là do đường ống bị gấp hoặc bị vật nặng chèn gây cản vữa lưu thông trong đường ống trong khi rôto vẫn quay và lượng vữa vẫn được cung cấp đều đặn gây tắc đường ống. Trước thực tế trên, nhóm nghiên cứu đã bổ sung thêm van điều áp khí sơ cấp 20 (xem hình 5). Khi vữa có xu hướng tắc, biểu hiện bằng dòng khí nén lưu thông bị giảm, áp lực khí sau van điều áp tăng lên, van điều áp khép bớt dòng khí sơ cấp để hạn chế hoặc ngắt hoàn toàn lượng vữa đẩy vào đường ống. Lúc này toàn bộ lượng khí nén được dồn sang nhánh thứ cấp để đẩy vữa đi. Khi ống thông thoáng, áp lực khí giảm, van điều áp lại mở để đẩy vữa từ ống thao tác đến buồng trộn khí và đẩy vào trong đường ống, quá trình hoạt động lại diễn ra bình thường.

Kết luận

Trên cơ sở nghiên cứu các thiết bị phun vữa của nước ngoài, chúng tôi đã lựa chọn được phương án thiết kế, chế tạo thiết bị phun vữa bê tông xi măng bằng nguồn vật tư và công nghệ sẵn có trong nước. Các giải pháp áp dụng trong thiết kế và chế tạo thiết bị của chúng tôi nhằm khắc phục các điểm yếu về vật liệu và công nghệ gia công trong nước, các giải pháp này dễ áp dụng, thử nghiệm và điều chỉnh cho phù hợp. Việc chế tạo trong nước thiết bị phun vữa xi măng có tính khả thi cao. Giải pháp chống tắc bằng van điều áp khí áp dụng thành công sẽ góp phần nâng cao chất lượng và độ ổn định của thiết bị khi làm việc ■

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Văn Thịnh: Nghiên cứu thiết kế chế tạo thiết bị bơm vữa xi măng phục vụ công trình chống sụt trượt theo công nghệ neo cáp. Hà Nội 2010.
2. Nguyễn Văn Thịnh: Nghiên cứu thiết kế chế tạo thiết bị khoan xiên và hệ thống neo phục vụ công tác gia cố đất. Hà Nội 2009.
3. Lê Quý Thuỷ, Nguyễn Xuân Khang: Nghiên cứu, thiết kế và công nghệ nhằm nâng cao chất lượng chế tạo, sửa chữa xe máy, thiết bị thi công công trình giao thông vận tải. Hà Nội 1995.
4. Nguyễn Xuân Khang: Nghiên cứu những giải pháp khoa học công nghệ thiết kế chế tạo các thiết bị thi công chuyên dùng công trình giao thông vận tải. Hà Nội 2001.