

MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM MÁY KHOAN PHUN CỌC XI MĂNG ĐẤT TỰ ĐỘNG

THE EXPERIMENTAL MODEL OF AUTOMATIC LIME CEMENT COLUMN MACHINE

TRẦN XUÂN TUỖ

Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Đà Nẵng

DƯƠNG KIM ÁI

Trung tâm Kiểm định kỹ thuật an toàn xây dựng - Bộ Xây dựng

TÓM TẮT

Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu thiết kế, chế tạo một mô hình thực nghiệm ứng dụng điều khiển tự động cho máy khoan phun cọc xi măng đất. Với mô hình này, tốc độ nâng cần khoan được điều khiển vô cấp theo lượng vữa thực tế phun vào nền đất trong quá trình khoan phun theo một tỷ lệ nhất định mà ta cài đặt trước bằng kỹ thuật vi điều khiển.

ABSTRACT

This article introduce the results of research on designing and manufacturing a application model of automatic control for Cement Column Machine. By this model, the speed to lifting the drill bar is controlled steplessly according to the amount of real mortar ejected into the ground during the process of drilling-ejecting in according with the given ratio that we have pre-installed by the microcontroller technique.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghệ gia cố nền đất yếu bằng cọc xi măng đất bắt đầu áp dụng ở nước ta vào những năm đầu thế kỷ 21, đến nay đã được sử dụng tương đối rộng rãi. Công nghệ này đạt hiệu quả cao khi áp dụng cho các công trình có tải trọng phân bố đều như đường, bến cảng, sân bay, kho chứa dầu... Các tập đoàn xây dựng nước ngoài như: Hercules của Thụy Điển, Sumitomo Construction của Nhật đã đưa thiết bị vào thi công tại Việt Nam.

Với nhu cầu phát triển nhanh chóng về xây dựng các công trình như hiện nay, nhiều công ty xây dựng trong nước đã nhập máy khoan phun của Trung Quốc để thi công do giá thành tương đối thấp. Tuy nhiên, qua sử dụng các máy này có nhiều nhược điểm, trong đó nhược điểm lớn nhất là điều khiển bằng tay nên khả năng kiểm soát chất lượng rất khó khăn, phụ thuộc rất nhiều vào trình độ công nhân.

Từ nhu cầu thực tế trên, bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu thiết kế, chế tạo mô hình máy khoan phun cọc xi măng đất điều khiển tự động. Trên cơ sở đó áp dụng cải tiến máy khoan phun cọc xi măng đất trong điều kiện hiện nay tại Việt Nam.

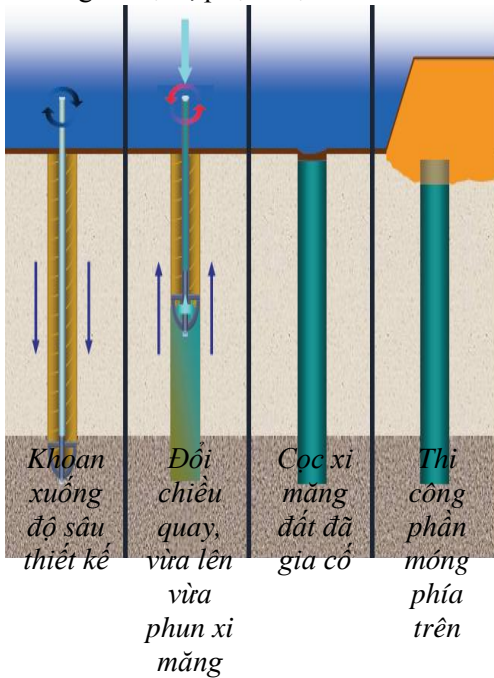
2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Nguyên tắc gia cố nền đất và nguyên lý hoạt động của máy

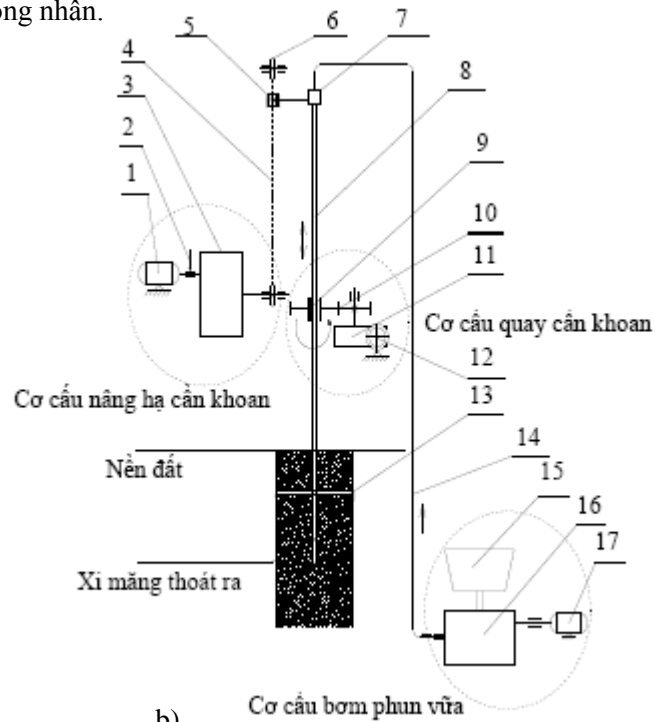
Cọc xi măng đất là hỗn hợp giữa đất nguyên trạng nơi gia cố và xi măng được phun xuống nền đất bởi thiết bị khoan phun. Mũi khoan được khoan xuống làm tơi đất cho đến khi đạt độ sâu lớp đất cần gia cố thì quay ngược lại và dịch chuyển lên. Trong quá trình dịch chuyển lên, xi măng được phun vào nền đất (bằng áp lực khí nén đối với hỗn hợp khô hoặc bằng bơm vữa đối với hỗn hợp dạng vữa ướt). Nguyên lý hoạt động được thể hiện như hình 1.

Nguyên lý của máy thiết kế

Máy khoan phun cọc xi măng đất của Trung Quốc có nhiều nhược điểm, nhược điểm lớn nhất là điều khiển lượng xi măng phun vào nền đất và dịch chuyển lên của mũi khoan hoàn toàn bằng tay. Máy này có hai tín hiệu hiển thị: đó là hiển thị khối lượng xi măng phun bằng cách lấy tín hiệu từ cân điện tử và hiển thị chiều sâu khoan của mũi khoan nhờ cảm biến đo độ sâu. Để điều khiển quá trình khoan phun, công nhân căn cứ vào các hiển thị này trực tiếp phối hợp sự di chuyển đi lên của mũi khoan và lượng xi măng phun theo tỷ lệ nhất định. Do điều khiển bằng tay nên chất lượng cọc thường không ổn định, phụ thuộc rất nhiều vào tay nghề công nhân.



a)



b)

Hình 1. Sơ đồ mô tả quá trình khoan phun và nguyên lý của máy khoan cọc xi măng đất

a) Sơ đồ mô tả quá trình khoan phun

b) Nguyên lý của máy khoan cọc xi măng đất:

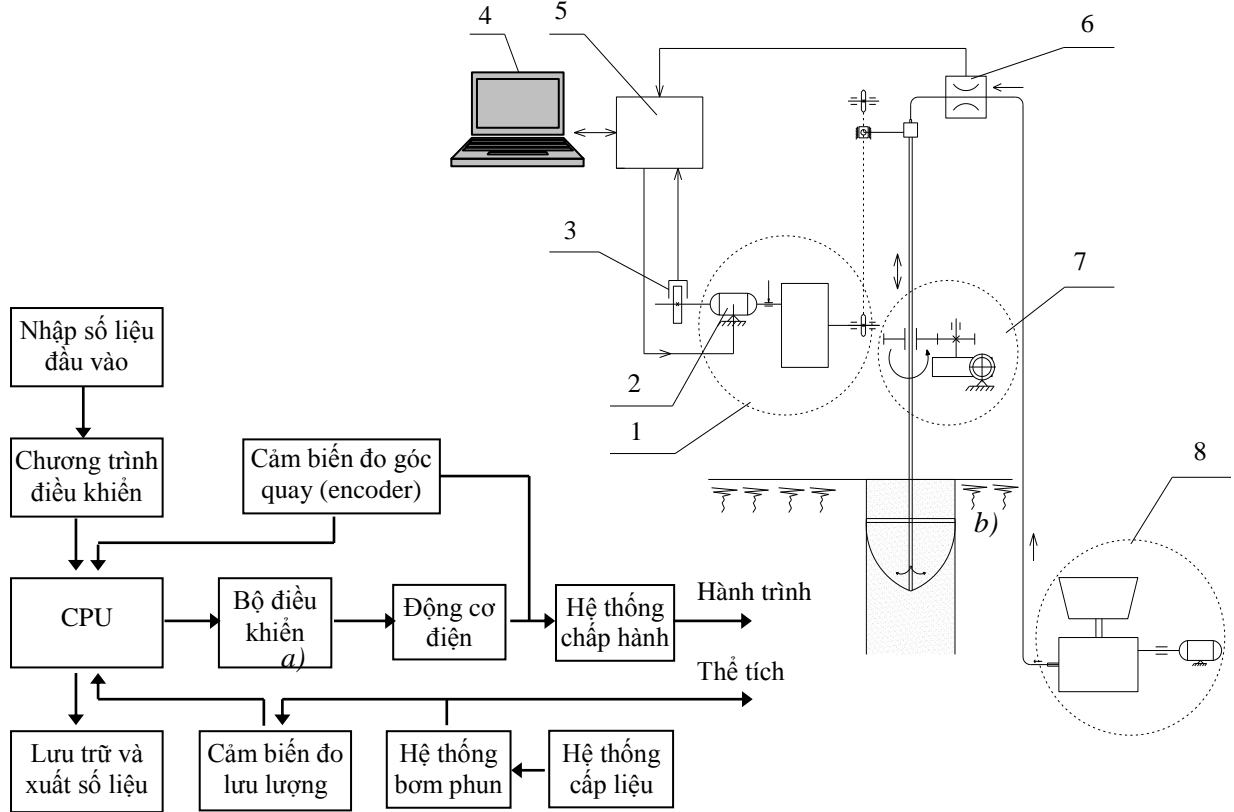
- | | | |
|------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 1. Động cơ nâng hạ cần; | 7. Ụ đầu cần; | 13. Mũi khoan; |
| 2. Phan; | 8. Cần khoan; | 14. Ống dẫn; |
| 3. Hộp giảm tốc nâng hạ cần; | 9. Mâm quay; | 15. Nồi trộn vữa; |
| 4. Bộ truyền xích; | 10. Cặp bánh răng ăn khớp ngoài; | 16. Bơm vữa; |
| 5. Con trượt dẫn hướng xích; | 11. Hộp giảm tốc quay cần; | 17. Động cơ bơm. |
| 6. Đĩa xích; | 12. Động cơ quay cần; | |

Để khắc phục nhược điểm trên, qua nghiên cứu chúng tôi đã xây dựng một mô hình điều khiển tự động quá trình khoan phun của máy bằng cách điều khiển vô cấp tốc độ đi lên của cần khoan theo lưu lượng thực tế lượng vữa phun vào nền đất (hình 2b). Sơ đồ khối thể hiện mối quan hệ giữa các tín hiệu và các thiết bị thể hiện ở hình 2a. Trên cơ sở nguyên lý trên chúng tôi đã thiết kế và lắp ráp được mạch điều khiển như hình 3. Từ đó thiết lập thuật toán điều khiển như hình 4 và viết chương trình điều khiển.

Hành trình xuống: mũi khoan vừa quay vừa khoan xuống, đến độ sâu cài đặt trước, đây là quá trình làm tơi đất.

Hành trình lên: mũi khoan quay theo chiều ngược lại, vữa được bơm cung cấp cho hố khoan. Cảm biến lưu lượng đo lưu lượng phun thực tế của bơm. Khi cảm biến làm việc thì động cơ nâng cần khoan mới hoạt động nâng dần mũi khoan lên. Cảm biến báo lượng vữa thực tế chảy qua đường ống phun vào nền đất, tín hiệu được truyền về bộ xử lý trung tâm CPU. Lúc này cảm biến đo góc quay

(encoder) làm việc báo tín hiệu hồi tiếp tốc độ nâng mũi khoan và độ sâu khoan, tín hiệu này cũng được đưa về CPU để xử lý. Dựa vào các tín hiệu đó CPU sẽ truyền tín hiệu tới bộ điều khiển, bộ điều khiển sẽ ra lệnh điều khiển làm thay đổi điện áp cấp cho động cơ dẫn động nâng mũi khoan. Động cơ sẽ quay theo tốc độ đúng với yêu cầu điều khiển làm cho mũi khoan nâng lên tương ứng với lượng vữa thực tế chảy qua cảm biến phun vào trong nền đất.



Hình 2. Sơ đồ khối và sơ đồ nguyên lý máy khoan phun điều khiển tự động

a) Sơ đồ khối nguyên lý điều khiển

b) Sơ đồ nguyên lý máy khoan phun điều khiển:

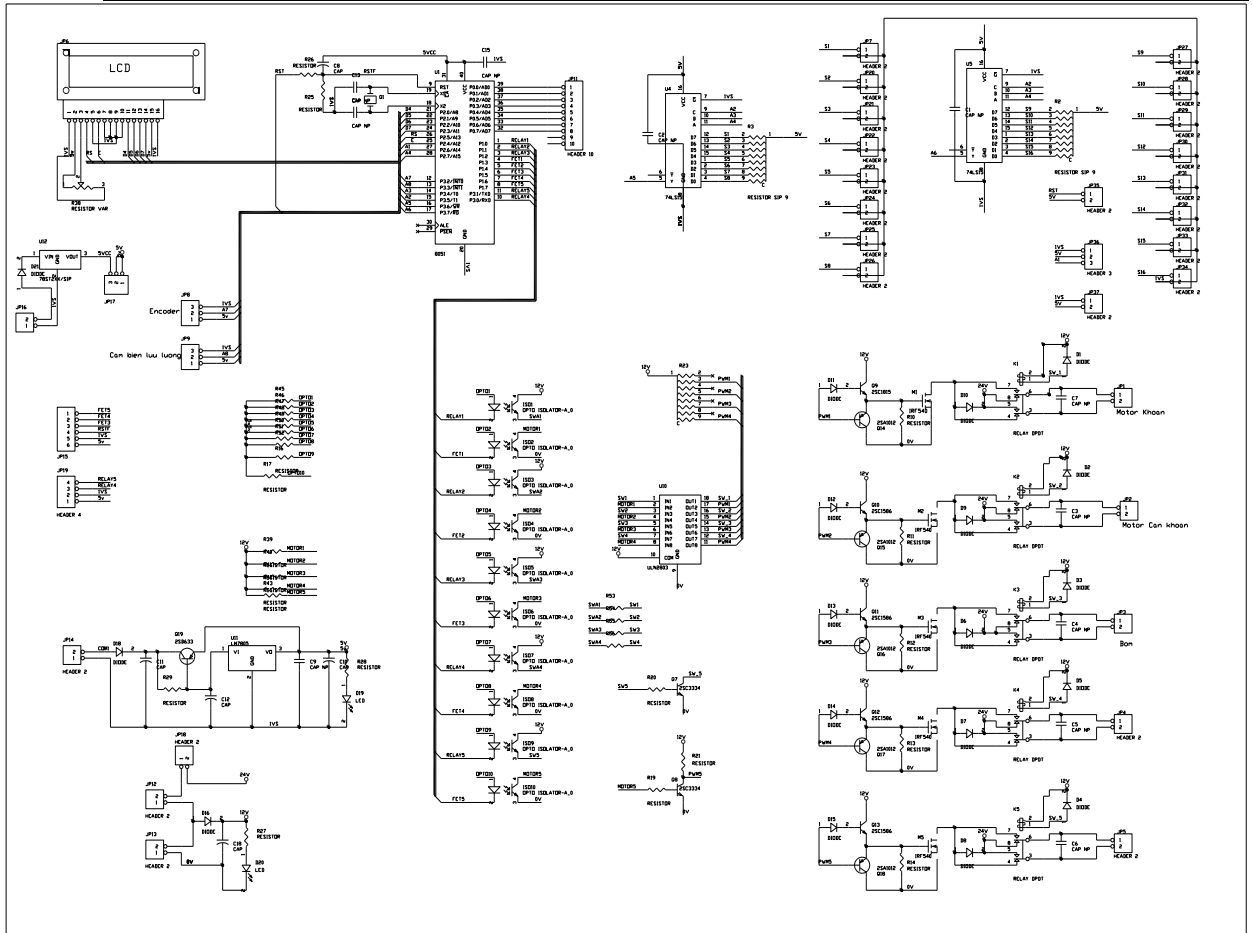
- | | | |
|-------------------------------|------------------------|---------------------------|
| 1. Cơ cấu nâng hạ cần khoan; | 4. CPU; | 7. Cơ cấu quay cần khoan; |
| 2. Động cơ nâng hạ cần khoan; | 5. Bộ điều khiển; | 8. Cơ cấu bơm phun vữa |
| 3. Encoder; | 6. Cảm biến lưu lượng; | |

Mối quan hệ giữa tốc độ khoan và thể tích vữa phun được thể hiện ở đặc tính hình 5c. Đặc tính này biểu thị mối quan hệ giữa lượng vữa thực tế phun vào nền đất (cm³) và khoảng dịch chuyển lên của cần khoan (cm) với đường kính mũi khoan là $\Phi 9,5$ cm. Số liệu thực tế như ở bảng 1. Mô hình thực nghiệm được thiết kế, chế tạo như hình 5a, 5b.

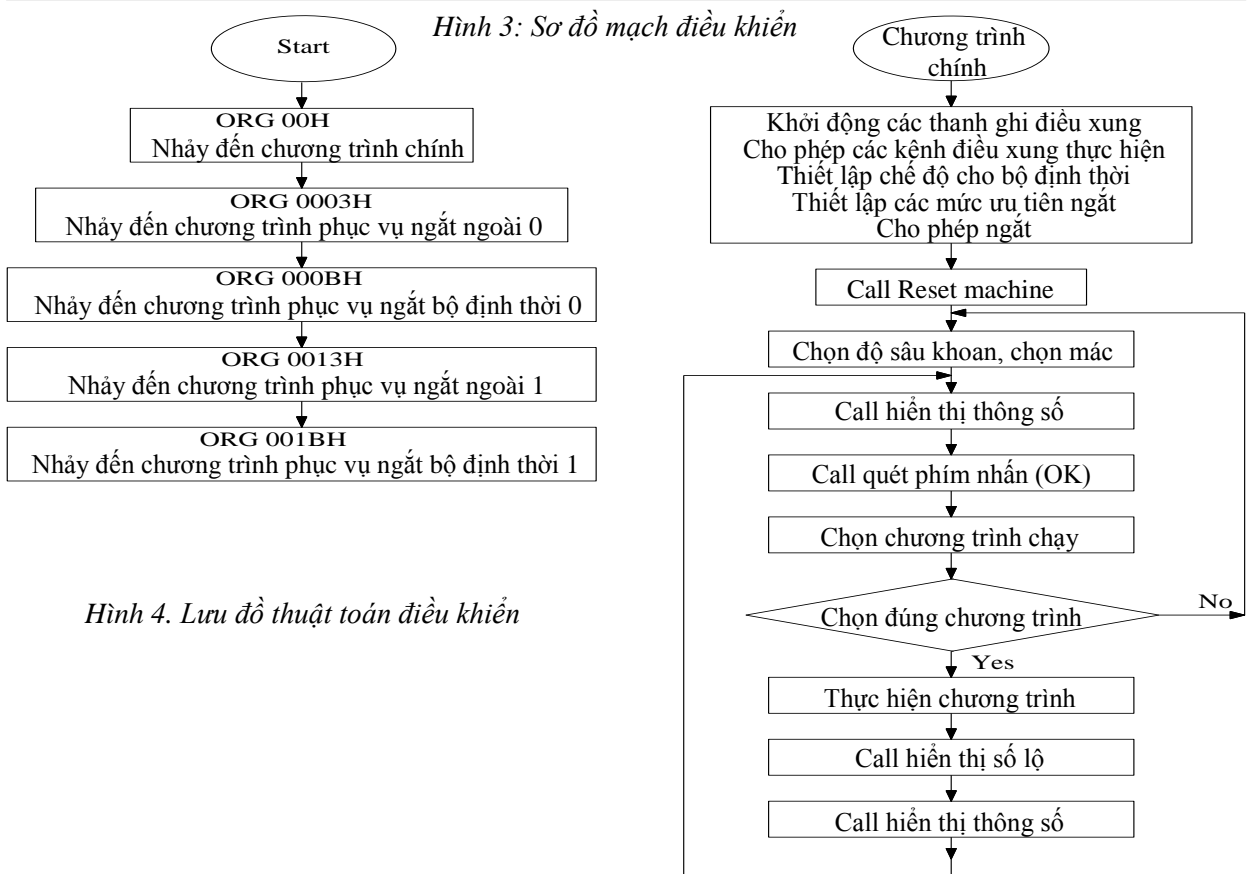
Bảng 1. Số liệu về quan hệ giữa khoảng dịch chuyển mũi khoan và thể tích vữa phun

Độ sâu khoan (cm)	Thể tích vữa (cm ³)				
	Đặc tính 1 (MAC1)	Đặc tính 2 (MAC2)	Đặc tính 3 (MAC3)	Đặc tính 4 (MAC4)	Đặc tính 5 (MAC5)
10	59,1716	70,9220	88,6054	118,1377	177,3050
15	88,7574	106,3830	132,9080	177,2065	265,9574
20	118,3432	141,8440	177,2107	236,2754	354,6099
25	147,9290	177,3050	221,5134	295,3442	443,2624

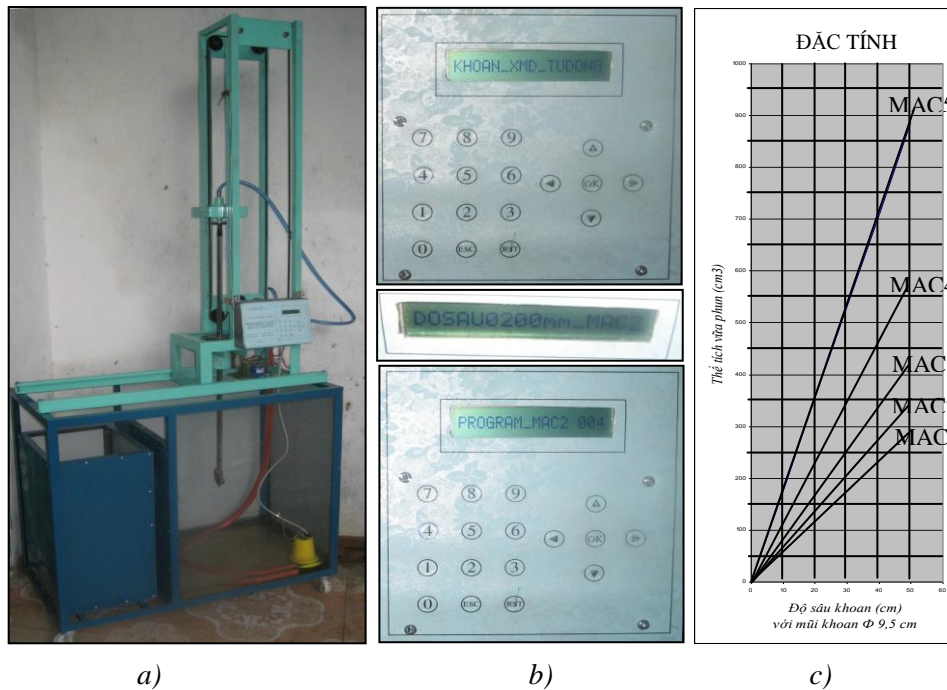
30	177,5148	212,7660	265,8161	354,4130	531,9149
35	207,1006	248,2270	310,1187	413,4819	620,5674
40	236,6864	283,6879	354,4214	472,5507	709,2199
45	266,2722	319,1489	398,7241	531,6195	797,8723
50	295,8580	354,6099	443,0268	590,6884	886,5248



Hình 3: Sơ đồ mạch điều khiển



Hình 4: Lưu đồ thuật toán điều khiển



Hình 5. Mô hình thực nghiệm

a) Ảnh chụp của mô hình thực nghiệm; b) Ảnh chụp của màn hình điều khiển
c) Đường đặc tính của mô hình thực nghiệm

Kết quả đạt được

Nghiên cứu thiết kế chế tạo được mô hình máy khoan phun cọc xi măng đất. Mô hình được điều khiển tự động bằng kỹ thuật vi điều khiển. Trong đó đã giải quyết tốt các vấn đề:

- Điều khiển tốc độ nâng cần khoan vô cấp theo lượng vữa thực tế phun vào nền đất trong quá trình khoan phun.
- Mô hình tự vận hành hoàn toàn tự động theo một đường đặc tính mà ta cài đặt trước (MAC1, MAC2, MAC3, MAC4 hoặc MAC5).

Mô hình này hoàn toàn có thể áp dụng vào thực tế ở các đơn vị thi công cọc xi măng đất tại Việt Nam. Mô hình thực nghiệm thể hiện mô phỏng tốt quá trình hoạt động của máy khoan cọc xi măng đất, rất phù hợp làm mô hình giảng dạy.

3. KẾT LUẬN

Việc cải tiến máy khoan phun cọc xi măng đất từ điều khiển bằng tay sang điều khiển hoàn toàn tự động quá trình khoan phun làm cho lượng vữa xi măng phun vào nền đất một cách đồng đều trên suốt chiều sâu khoan, làm tăng chất lượng của cọc xi măng đất đồng thời tăng năng suất khoan.

Mô hình thực nghiệm được thiết kế, chế tạo, hoạt động hoàn toàn tự động và đã mô phỏng được máy thực tế. Kết quả này là cơ sở để nghiên cứu áp dụng cho thực tế ở các đơn vị sử dụng thiết bị thi công tại Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hội Địa kỹ thuật Thụy Điển (1997), Cọc vôi và cọc đất xi măng - Chỉ dẫn lập kế hoạch, thi công và giám sát dự án. Báo cáo 4:95 SGF.
- [2] Đỗ Xuân Tiên (2001), Kỹ thuật vi xử lý và lập trình ASSEMBLY cho hệ vi xử lý, NXB xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [3] Nguyễn Minh Tuyên (2005), Bơm máy nén quạt trong công nghiệp, NXB Xây dựng.

- [4] D.T.Bergado - J.C.Chai - M.C.Alfaro - A.S.Balasubramaniam (1996), Những biện pháp kỹ thuật mới cải tạo đất yếu trong xây dựng, NXB Giáo dục.