

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO HỆ SƠN KHÔNG DUNG MÔI BẢO VỆ KẾT CẤU THÉP KHU VỰC BIỂN VÀ VEN BIỂN

Đến Tòa soạn 8-9-2008

NGUYỄN THỊ BÍCH THUY

Viện Chuyên ngành Vật liệu Xây dựng và Bảo vệ Công trình - Viện Khoa học và Công nghệ GTVT

ABSTRACT

We are currently in environmental responsible era. There is a great tendency of producing and consuming environmentally-friendly goods in all over the world. The painting industry is not an exception and non-organic solvent paints which inflict minimal harm on environment are step by step replacing traditional solvent paints. Our research has successfully processed a environmentally friendly combined paint as a barrier to prevent corrosion of steel structures in maritime climate area. This product includes the non organic solvent epoxy primer and polyurethane surface paint. The epoxy primers may contain additional materials such as sacrificial zinc to protect against corrosion and to minimize negative impacts on environment. Our findings demonstrate that the combined paint obtained is in conformity with the 22 TCN 235-97 and has a equivalent quality of EURONAVY's none solvent paint.

Keywords: *Low VOC paints, epoxy paint, polyurethane paint, maritime environment, Steel reinforced concrete.*

I - GIỚI THIỆU

Cùng với sự phát triển của khoa học và công nghệ cũng như trình độ nhận thức và yêu cầu về chất lượng cuộc sống, hàm lượng dung môi hữu cơ trong sơn quy định tối đa ngày càng được giảm thiểu và trong tương lai chắc chắn sẽ tiến tới chỉ được phép sử dụng các loại sơn thân thiện môi trường (environment friendly) không chứa dung môi hữu cơ dễ bay hơi. Để đáp ứng yêu cầu này, lĩnh vực sơn trang trí và bảo vệ đã đặt ra yêu cầu về việc thay đổi thành phần các loại sơn dung môi hữu cơ truyền thống cũng như công nghệ chế tạo tương ứng. Ngoài ưu điểm thân thiện môi trường, sơn không chứa dung môi hữu cơ còn có thể thi công được trong điều kiện khí hậu có độ ẩm cao và phù hợp sử dụng bảo vệ các công trình cấu thép cũ. Vì vậy, việc nghiên cứu chế tạo hệ sơn không chứa dung môi là vô cùng cần thiết trong điều kiện Việt Nam.

II - PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các phương pháp xác định tính chất của sơn và màng sơn theo TCVN, 22TCN, 64 TCN, TCVN 6934:2001, ISO, BS.

Phương pháp tổng trở điện hóa (EIS).

Phương pháp gia tốc ăn mòn bằng thử nghiệm phun mù muối ASTM B-117.

Phương pháp thử nghiệm bức xạ tử ngoại theo ISO 11507.

III - KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Nghiên cứu chế tạo sơn epoxy không dung môi

Qua các nghiên cứu lựa chọn tỷ lệ nhựa, bột độn, phụ gia... đề tài đã thiết lập được công thức sơn hợp lý và quy trình công nghệ phù hợp để

sản xuất loại sơn epoxy không dung môi hữu cơ. Trên cơ sở đó, đề tài tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của các loại bột màu ức chế đến các tính chất của màng sơn nhằm tìm ra được hệ bột màu ức chế có hiệu quả cao và ít gây độc hại cho môi trường. Các mẫu nghiên cứu được ký hiệu như sau:

Mẫu 3A: bột màu ức chế ăn mòn là oxit sắt.

Mẫu 3B: bột màu ức chế ăn mòn là oxit sắt và cromat kẽm.

Mẫu 3C: bột màu ức chế ăn mòn là oxit sắt và photphat kẽm.

Ảnh hưởng của các hệ ức chế đến tính chất của sơn

Qua các kết quả nghiên cứu có thể thấy các hệ bột màu ức chế khác nhau không làm thay đổi đáng kể các tính chất cơ lý của hệ sơn. Các mẫu sơn với các hệ bột màu khác nhau đều đạt các chỉ tiêu cơ lý theo tiêu chuẩn 22 TCN 235-97.

Bảng 1: Các tính chất cơ lý của các mẫu sơn epoxy

Tính chất	Kết quả	Mẫu 3A	Mẫu 3B	Mẫu 3C
Độ mịn, μm		20	20	20
Độ nhớt Brookfield, Poise		280	280	285
Hàm lượng phân khô, %		98	98	98
Tỷ trọng, g/cm^3		1,62	1,62	1,63
Thời gian khô, giờ				
+ Khô không bắt bụi		6	6	6
+ Khô hoàn toàn		20	20	20
Chiều dày màng sơn, μm		150	150	150
Độ bền va đập, $\text{kG}\cdot\text{cm}$		50	50	50
Độ bền uốn, mm		1	1	1
Độ cứng tương đối		0,35	0,33	0,35
Độ bám dính, điểm		1	1	1

Nghiên cứu khả năng chống ăn mòn của màng sơn bằng phương pháp đo thế theo thời gian

Tiến hành đo điện thế của các mẫu sơn có các chất ức chế ăn mòn khác nhau trong thời gian 38 ngày. Đồ thị thế - thời gian cho các mẫu sơn trên cơ sở nhựa epoxy được biểu diễn tương ứng trên hình 1.

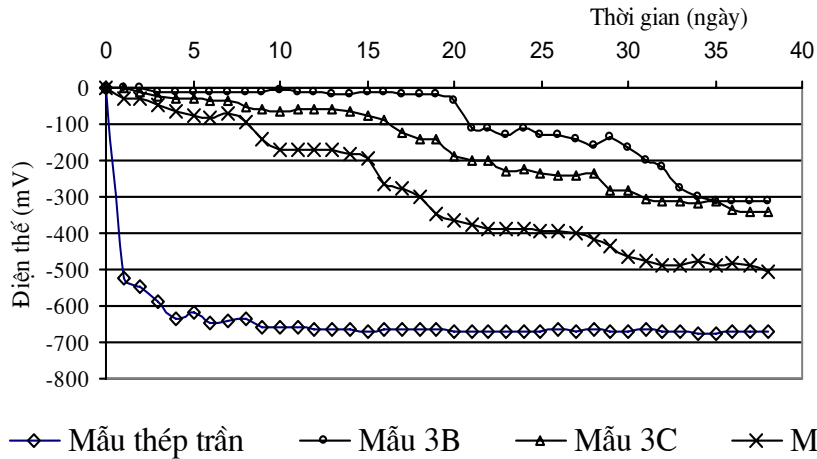
Từ hình 1 ta thấy, đường biểu diễn giá trị điện thế theo thời gian của mẫu sơn epoxy với bột màu là oxit sắt và photphat kẽm (mẫu 3C) có khả năng bảo vệ điện hoá gần bằng mẫu sơn epoxy với bột màu là oxit sắt và crommat kẽm (3B), mẫu chỉ có bột màu là sắt oxit (3A) có khả năng bảo vệ kém nhất. Trên đồ thị ta thấy, trong 20 ngày đầu điện thế của mẫu 3B và mẫu 3C

đều giảm chậm, tuy nhiên giá trị điện thế của mẫu 3C giảm nhanh hơn một chút so với mẫu 3B. Từ ngày thứ 20 trở đi 2 mẫu này có điện thế giảm nhanh hơn, đến ngày 35, giá trị điện thế của mẫu 3B và 3C tương đương nhau. Mẫu 3A có giá trị điện thế giảm nhanh hơn mẫu 3B và mẫu 3C, đến ngày thứ 15 điện thế giảm rõ rệt, màng sơn nhanh chóng giảm khả năng che chắn sự xâm nhập của dung dịch điện ly.

Kết quả khảo sát thế ăn mòn của các mẫu sơn trên cơ sở hai loại nhựa epoxy khác nhau cho thấy, khi thay thế một phần bột màu oxit sắt bằng các bột màu cromat kẽm, photphat kẽm trong sơn, màng sơn cho khả năng bảo vệ ăn mòn tốt hơn. Khả năng bảo vệ ăn mòn của bột

màu cromat kẽm và phot phat kẽm gần tương đương nhau vì vậy có thể thay thế bột màu

cromat kẽm bằng bột màu phot phat kẽm để giảm ô nhiễm môi trường.



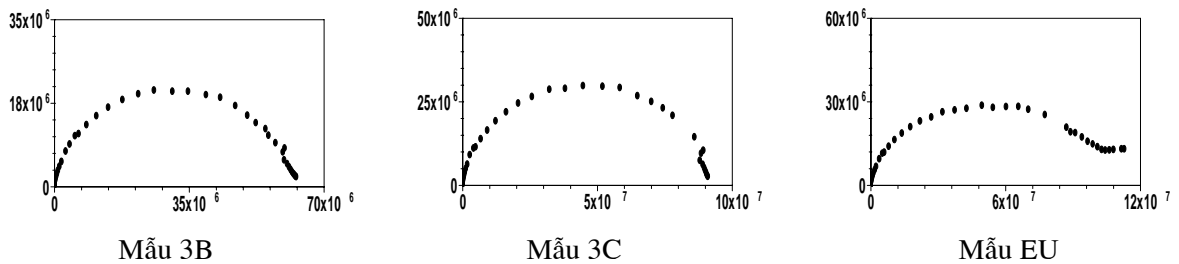
Hình 1: Điện thế của mẫu thép được phủ bằng sơn trên cơ sở nhựa Epidian I.8-RE với các mẫu dùng các bột màu ức chế ăn mòn khác nhau

Nghiên cứu khả năng chống ăn mòn của màng sơn bằng phương pháp đo tổng trở

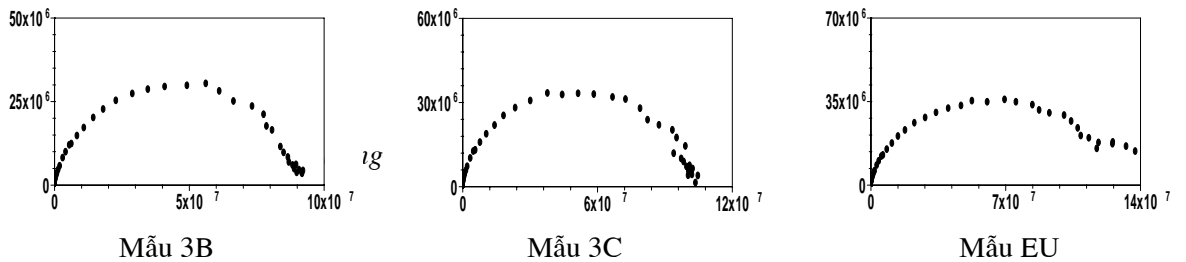
Sau khi khảo sát các tính chất cơ lý, khả năng ức chế ăn mòn của một số loại bột màu theo phương pháp đo điện thế theo thời gian, chúng tôi lựa chọn các mẫu sơn epoxy trên cơ sở nhựa Epidian I.8-RE có chứa bột màu ức chế

cromat kẽm và phot phat kẽm (3B, 3C) cùng với mẫu sơn của hãng EURONAVY (ký hiệu mẫu EU) là mẫu so sánh để tiếp tục nghiên cứu.

Kết quả đo phổ tổng trở của các màng sơn theo chu kỳ 5 ngày trong dung dịch NaCl 3% được biểu diễn trên các hình 2 và 3.



Hình 2: Phổ tổng trở của các mẫu sơn sau 5 ngày



Hình 3: Phổ tổng trở của các mẫu sơn sau 90 ngày

Bảng 2: Điện trở màng sơn trên cơ sở nhựa Epidian I.8-RE

Mẫu	Điện trở của màng sơn sau 5 ngày, Ω	Điện trở của màng sơn sau 15 ngày, Ω	Điện trở của màng sơn sau 30 ngày, Ω	Điện trở của màng sơn sau 90 ngày, Ω
3B	1.1E+09	6.4E+07	7.6E+07	9.0E+07
3C	6.7E+08	9.2E+07	1.2E+08	9.0E+07
EU	2.8E+08	1.1E+08	1.9E+08	1.3E+08

Từ hình 2 và bảng 2 ta thấy, sau 5 ngày điện trở của màng sơn các mẫu 3B, 3C, EU lần lượt là 1,1.109; 6,7.108; 2,8.108, tương đối cao. Sau 90 ngày phổ tổng trở của các mẫu chỉ có một cung, nó thể hiện khả năng che chắn tốt sự xâm nhập của dung dịch điện ly. Sự sụt giảm điện trở màng sơn của các mẫu 3B, 3C so với mẫu EU khác nhau không đáng kể. Các mẫu đều thể hiện khả năng chống ăn mòn tốt. Như vậy, các mẫu sơn 3B, 3C có khả năng bảo vệ chống ăn mòn tương đương với sơn của hãng EURONAVY.

Qua các kết quả nghiên cứu có thể thấy rằng bột màu ức chế ăn mòn kẽm photphat có khả năng ức chế và bảo vệ thép trong môi trường ăn mòn gần tương đương với bột màu ức chế kẽm cromat. Do đó đề tài lựa chọn bột màu ức chế photphat kẽm để chế tạo loại sơn epoxy không dung môi hữu cơ có khả năng chống ăn mòn tốt và không gây ô nhiễm môi trường.

Nghiên cứu chế tạo sơn polyurethan không dung môi

Nghiên cứu sơn polyuretan với định hướng để làm lớp sơn phủ vì vậy việc xác định hàm lượng chất tạo màng thích hợp để màng sơn có độ bóng cao đóng vai rất quan trọng. Do đó, đề tài đã tiến hành khảo sát độ bóng của màng sơn với hàm lượng chất tạo màng là 30%, 40% và 50% để xác định được hàm lượng nhựa cần thiết để màng sơn có độ bóng theo yêu cầu. Kết quả khảo sát cho thấy với hàm lượng nhựa từ 40% trở lên, màng sơn có độ bóng lớn hơn 70, đáp ứng yêu cầu kỹ thuật theo tiêu chuẩn 22 TCN 235-97.

Sau khi xác định được hàm lượng chất tạo màng cần thiết, đề tài tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của thành phần bột màu và các loại phụ gia đến tính chất và khả năng thi công của hệ sơn. Qua các kết quả nghiên cứu đã xác định

được thành phần các loại bột màu, hàm lượng các loại phụ gia thích hợp để tạo ra màng sơn có tính chất tốt, đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật theo tiêu chuẩn 22 TCN 235-97. Bảng 3 đưa ra tính chất cơ lý của sơn polyuretan đã nghiên cứu.

Thử nghiệm các hệ sơn đã nghiên cứu bằng phương pháp thử nghiệm mù muối

Bộ mẫu 1 theo tiêu chuẩn 22 TCN 301 — 2002:

Để đánh giá khả năng bảo vệ ăn mòn cũng như để lựa chọn các loại sơn làm lớp lót và lớp phủ thích hợp, đồng thời để so sánh với sơn Es 301 của hãng EURONAVY (EU), chúng tôi tiến hành thử nghiệm mù muối các loại sơn lỏng không dung môi epoxy (3C), sơn lỏng không dung môi polyuretan (PU6) là các mẫu sơn tốt nhất đã được lựa chọn ở trên.

Các mẫu thử nghiệm được chế tạo như sau:

Mẫu sơn 3C được sơn hai lớp dày 230 μm .

Một lớp sơn lót 3C dày 130 μm và một lớp sơn phủ polyuretan dày 100 μm (mẫu A).

Hai lớp sơn EU dày 230 μm .

Các mẫu sơn được phơi trong tủ mù muối trong thời gian 2000 giờ. Sau đó các tấm mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chống ăn mòn và chất lượng của màng sơn theo tiêu chuẩn 22TCN 300-2002 và 22 TCN 301-2002.

Ảnh chụp các mẫu sau 2000 giờ thử nghiệm mù muối được ghi lại trên hình 4.

Từ hình 4 ta thấy, sau 2000 giờ thử nghiệm mù muối không có mẫu nào có hiện tượng phồng rộp, bong tróc hoặc nứt và các màng sơn bị biến màu không nhiều. Như vậy các loại sơn lỏng không dung môi epoxy (mẫu sơn 3C), sơn lỏng không dung môi polyuretan (mẫu sơn PU6) và sơn nước epoxy (mẫu sơn EPNT 2B) cũng

như các hệ sơn gồm lớp lót là sơn epoxy và lớp phủ là sơn polyuretan đã chế tạo có khả năng chịu mù muối đáp ứng chỉ tiêu của sơn không dung môi do hãng EURONAVY sản xuất.

Bảng 3: Các tính chất của sơn polyuretan

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	KQTN	Y/c ngành 22 TCN 235-97
1	Màu sắc	-	Xanh nhạt	-
2	Độ nhớt Brookfield	Poise	245	-
3	Thời gian khô + Khô không bắt bụi + Khô hoàn toàn	Giờ	3 14	6 24
4	Độ mịn	µm	30	30
5	Độ bám dính	Điểm	1	1
6	Độ bền uốn	mm	1	1
7	Độ bền va đập	Kg.cm	50	50
8	Độ cứng màng sơn		0,37	0,36
9	Độ chịu mặn (ngâm mẫu trong dung dịch NaCl 3%) trong 48 giờ, 25°C		Màng sơn không biến đổi	Màng sơn không biến đổi
10	Độ chịu axit (ngâm mẫu trong dung dịch HCl 2% trong 48 giờ, 25°C		Màng sơn không biến đổi	Màng sơn không biến đổi
11	Độ bền kiềm (ngâm mẫu trong dung dịch NaOH 0,2%) trong 48 giờ, 25°C		Màng sơn không biến đổi	Màng sơn không biến đổi
12	Độ bóng	%	78	Trung bình 70%



Hình 4: Ảnh chụp các mẫu sơn sau khi thử nghiệm mù muối

Bộ mẫu 2 theo tiêu chuẩn ASTM D-1654:

Mẫu M1: Một lớp sơn 3C dày 150 mm, một lớp sơn PU dày 50 mm.

Mẫu M2: Một lớp sơn EPNT 2B dày 150 mm, một lớp sơn PU dày 50 mm.

Mẫu M3: Một lớp sơn EU dày 150 mm, một lớp sơn PU dày 50 mm.

Các tấm mẫu được rạch 2 vết rạch chéo nhau 60°. Sau 960 giờ phơi trong tủ mù muối,

các mẫu được lấy ra, rửa sạch và đánh giá kết quả. Kết quả đánh giá được thể hiện trong bảng 4.

Như vậy, qua thử nghiệm mù muối với các tấm mẫu được rạch có thể so sánh hiệu quả bảo vệ của 3 loại sơn. Sau 960 giờ phơi trong tủ mù muối, mẫu 1 với sơn lót epoxy 3C có bề rộng gỉ 0,5mm và vùng không rạch không xuất hiện điểm gỉ. Mẫu 2 với sơn lót epoxy hệ nước EPNT 2B có khả năng bảo vệ kém hơn với bề rộng gỉ

0,8 mm và xuất hiện 1 điểm gỉ tại vùng không rạch. Mẫu 3 với sơn lót EU có khả năng bảo vệ tương đương với mẫu số 1. Như vậy có thể thấy rằng, hệ sơn lỏng epoxy không dung môi 3C đã

chế tạo có khả năng bảo vệ chống ăn mòn tương đương với sơn Euronavy. Hệ sơn nước epoxy EPNT 2B có khả năng bảo vệ kém hơn, tuy nhiên sự khác biệt không lớn.

Bảng 4: Kết quả đánh giá các mẫu phoi trong tủ mù muối

Chỉ tiêu		Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3
Gỉ tại vết rạch	Bề rộng vết gỉ, mm	0,5	0,8	0,6
	Điểm	9	8	8
Gỉ tại vùng không rạch	Diện tích gỉ, %	0	0 - 1	0
	Điểm	10	9	10



Hình 5: Các mẫu sơn sau khi phơi trong tủ mù muối 960 giờ

4. Thử nghiệm tại hiện trường

Trên cơ sở các kết quả đã nghiên cứu tại phòng thí nghiệm, đề tài đã lựa chọn được hệ sơn không dung môi thích hợp để bảo vệ cho các kết cấu thép tại khu vực biển và ven biển.

Hai loại sơn không dung môi hữu cơ đã sản xuất được sơn thử nghiệm tại cầu đường sắt Nam Ô, thành phố Đà Nẵng. Hệ sơn được áp dụng lên dầm ngang số 7 và dầm dọc số 5. Đây là khu vực bị ăn mòn trầm trọng nhất trên toàn bộ kết cấu thép của các cầu đường sắt do ảnh hưởng của khí hậu ven biển và chịu ảnh hưởng rất mạnh của nước thải từ các toa tàu thải xuống. Tại khu vực này, các hệ sơn thông thường chỉ bảo vệ được kết cấu thép trong thời gian ngắn, thường không quá 6 tháng. Để kiểm tra khả năng chống ăn mòn của hệ sơn đã nghiên cứu, đề tài cũng đã tiến hành sơn dầm ngang số 5, dầm dọc số 4 và giàn gió khoảng 4, 5 bằng hệ sơn dung môi chất lượng cao tuổi thọ 10 năm làm cơ sở so sánh.

Kết quả thi công tại hiện trường cho thấy hệ

sơn không dung môi đã nghiên cứu có khả năng thi công tốt. Tổng chiều dày màng sơn sau 2 lượt áp dụng có thể đạt được $250 \div 350 \mu\text{m}$, tương đương với chiều dày của hệ sơn dung môi sau 4 lượt áp dụng. Hệ sơn không dung môi đã áp dụng có khả năng san phẳng tốt, không để lại vết chổi và cho bề mặt bóng đẹp tương đương với hệ sơn dung môi. Qua các kết quả thi công thực tế bước đầu có thể thấy rằng tính năng thi công của hệ sơn không dung môi không khác so với hệ sơn dung môi truyền thống và có ưu điểm nổi bật là cho chiều dày màng sơn lớn hơn, do đó tiết kiệm được rất nhiều chi phí thi công. Về khả năng chống ăn mòn, sau 6 tháng thi công tại hiện trường, bề mặt các màng sơn (cả sơn không dung môi và sơn dung môi) hầu như không thay đổi. Đề tài tiếp tục theo dõi mức độ ăn mòn của các chi tiết đã được sơn bảo vệ để có thể đưa ra các kết luận về khả năng chống ăn mòn của hệ sơn không dung môi so với hệ sơn dung môi truyền thống.

IV - KẾT LUẬN

Qua các kết quả nghiên cứu, đề tài đã chế tạo được hệ loại sơn không dung môi hữu cơ chất lượng cao, thích hợp để bảo vệ các công trình ở vùng khí quyển trên biển và ven biển. Hệ sơn bao gồm: sơn lót epoxy không dung môi và sơn phủ polyuretan không dung môi.

Sơn lỏng không dung môi epoxy trên cơ sở nhựa Epidian I.8-RE với bột màu ức chế photphat kẽm có các chỉ tiêu kỹ thuật đáp ứng tiêu chuẩn 22 TCN 235-97. Màng sơn chịu mặn tốt và có khả năng chống ăn mòn cao (tương

đương với sơn của hãng EURONAVY). Tuy nhiên, do khả năng chịu bức xạ tử ngoại kém, nên loại sơn này chỉ sử dụng thích hợp làm sơn lót cho bề mặt kết cấu thép làm việc ngoài trời hay làm lớp lót và lớp phủ cho bề mặt các kết cấu làm việc dưới nước.

Sơn lỏng không dung môi polyuretan trên cơ sở nhựa Desmophen III.2-RPU có các chỉ tiêu kỹ thuật đáp ứng tiêu chuẩn 22 TCN 235-97. Màng sơn chịu mặn tốt và có khả năng chịu bức xạ tử ngoại cao nên sử dụng thích hợp làm phủ cho bề mặt kết cấu thép làm việc ngoài trời.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Shiwei Guan, Assuring Quality When Applying 100 Percent Solids Polyurethanes, *Journal of Protective Coatings and Linings*, 74, December, 1995.
2. J. L. Williams. High-Solids Polyurethane Coatings, : Past, Present, and Future, Proc. Twentieth Waterborne, Higher-Solids and Powder Coatings Symp., New Orleans, LA, 1, 1993.
3. S. M. Lee, etc. Aldimine-Isozyanate Chemistry: A Foundation for High Solids Coatings, Proc. Twenty-Second Waterborne, Higher-Solids and Powder Coatings Symp., New Orleans, LA, 69 (1995).
4. Gregory Roche. Low VOC Coatings Using Reactive Diluents Demonstration Project, May 1998.
5. M. Dhanalakshmi, K. Maruthan, P. Jayakrishnan, N. S. Rengaswamy. 44, 6, 393 - 399 (1997).