

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐỘ BẮM DÍNH, THỜI GIAN KHÔ, ĐỘ RỬA TRÔI CỦA MÀNG POLYACRYLAT

RESEARCH ON SOME FACTORS INFLUENCING THE ADHESION, DRY TIME, SCRUB RESISTANCE OF POLYACRYLAT FILM

Nguyễn Thế Hữu^{1*}, Đặng Hữu Trung¹, Nguyễn Minh Việt¹

TÓM TẮT

Nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu lựa chọn một số loại nhũ tương polyacrylat để tạo màng sơn acrylat. Khi nghiên cứu khả năng tạo màng cho thấy nhũ tương Bondex 454 kết hợp với thủy tinh lỏng kali modulun silic 3,2 làm chất đông tạo màng với tỷ lệ thủy tinh lỏng/nhũ tương ở tỷ lệ thích hợp là 2/1. Khảo sát lựa chọn một số chất đóng rắn khác nhau cho thấy phức chất Fe-EDTA là phù hợp, với tỷ lệ thích hợp 1,5% tính theo thủy tinh lỏng kali.

Màng sơn polyacrylat được tiến hành xác định các chỉ tiêu với kết quả: thời gian khô bề mặt là 58 phút, khô hoàn toàn là 280 phút, độ bền rửa trôi đạt >1200 chu kỳ, độ bám dính điểm 2, độ bền nước >840 giờ và độ bền sốc nhiệt >70 chu kỳ. Với kết quả thu được hỗn hợp chất tạo màng đảm bảo đủ tiêu chuẩn cho sản xuất sơn nội thất.

Từ khóa: Polyacrylat, độ bám dính, độ rửa trôi, độ đàn hồi.

ABSTRACT

We have selected a number of polyacrylate emulsions to make polyacrylate film. Bondex 454 emulsion combined with potassium silicate glass with modulus 3.2 as film co-extruded. When studying the film-forming ability, it is found that: with a 2/1 ratio of liquid glass/emulsion is appropriate. The selection of a number of different drying agents showed that the Fe-EDTA complex was appropriate. The appropriate curing percentage is 1.5% by potassium liquid glass.

The polyacrylate film was determined by the following criteria: drying time was 280 minutes, scrub resistance > 1200 cycles, grade 2 adhesion, water resistance > 840 hours and heat sock resistance > 70 cycles. With the result of the mixture of film forming substances to ensure the standard for the production of interior paint

Keywords: Polyacrylat, the adhesion, the dry time, the scrub resistance.

¹Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: huudhcnhn@gmail.com

Ngày nhận bài: 13/01/2018

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 25/03/2018

Ngày chấp nhận đăng: 25/04/2018

1. MỞ ĐẦU

Trên thế giới, sơn được sử dụng phổ biến cho các công trình xây dựng là sơn trên cơ sở chất kết dính hữu cơ. Sử

dụng các chất tạo màng phổ biến như polyacrylic, nhựa ankyd, nhựa epoxy,... Đa phần các chất tạo màng hòa tan trong dung môi hữu cơ cho nên khi sơn khô, dung môi bay hơi, gây ô nhiễm môi trường. Một số chất tạo màng đã được nhũ hóa để phân tán trong nước dưới dạng các hạt nhũ. Tuy nhiên bản chất của các chất hữu cơ đã được nhũ hóa nói chung là kém bền với các tác động của môi trường, thời tiết. Các chất hữu cơ có độ bền với môi trường, thời tiết thì có giá thành rất cao [1,2].

Polyacrylat là hệ sơn nước không dung môi hữu cơ xuất hiện vào những năm 1960 với thành phần là các polyme acrylat với các phụ gia ức chế ăn mòn chì hoặc cromate kẽm. Những phát minh tiếp sau, dần loại bỏ các phụ gia độc hại gốc chì và cromate. Hệ sơn acrylic mới do hãng Basf nghiên cứu dựa trên nhựa acrylic biến tính với phụ gia kẽm photphat và borat thân thiện với môi trường và không độc hại với con người [1,3].

Nhiều nhà khoa học và các công ty trên thế giới đã tiến hành nghiên cứu phát triển sơn có thành phần vô cơ, cụ thể là sơn có thành phần silicat trên cơ sở thủy tinh lỏng để trang trí và bảo vệ các công trình xây dựng và vật liệu xây dựng [6,8].

Sơn có thành phần silicat trong chất tạo màng có lịch sử phát triển hơn 125 năm, khởi nguồn từ nước Đức. Ở thời điểm ban đầu, sơn là một hệ hai thành phần, một phần bao gồm chất kết dính trên cơ sở thủy tinh lỏng kết hợp với các chất độn và chất màu, thành phần còn lại là chất đóng rắn. Hai thành phần được để riêng biệt và được trộn với nhau ngay trước khi thi công công trình. Các hệ thủy tinh lỏng khác nhau (liti, natri và kali) đều có thể được sử dụng làm chất kết dính cho sơn vì chúng tạo ra màng sơn liên kết bền, sau khi đóng rắn sẽ không tan trong nước. Loại sơn này có độ bền thời tiết cao, đặc biệt trong các điều kiện nhiệt ẩm của khí hậu nhiệt đới [8]. Tuy nhiên việc sử dụng sơn hai thành phần có nhiều hạn chế, sau khi trộn hai thành phần, hỗn hợp sơn phải được thi công hết trong khoảng thời gian ngắn. Điều này đã hạn chế rất nhiều việc áp dụng loại sơn này trong thực tế.

Đầu thập niên 70 của thế kỷ trước, nhiều công trình nghiên cứu đã công bố các phát minh về việc chế tạo sơn một thành phần trên cơ sở thủy tinh lỏng kali. Theo các phát minh này, chất đóng rắn đặc chủng được đưa vào sơn ở tỉ lệ thích hợp. Trong môi trường của hệ sơn, chất đóng rắn chưa phát huy tác dụng của nó. Khi thi công, môi trường sơn thay đổi, đặc biệt là do mất nước, lúc đó chất đóng rắn mới phát huy tác dụng, phản ứng với thủy tinh lỏng để tạo thành polyme không tan trong nước và bền thời tiết [4,5,7].

Sơn silicat một thành phần trên cơ sở thủy tinh lỏng kali có những ưu điểm nổi bật như dễ thi công, bền thời tiết, có độ bám dính cao, không bị phấn hóa bề mặt, không bị rêu mốc, thân thiện với môi trường và có giá thành rẻ. Do những ưu điểm này mà nhiều hãng sơn trên thế giới đã tiến hành sản xuất loại sơn này như: Keim, Shomburg, Beeck (Đức), Icorip (Na Uy), Brushmate (Anh), Edison Coatings (Mỹ),...

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất

Thủy tinh lỏng kali của Việt Nam với modun silic là 3,2; 2,8; 2,7; 2,4.

Nhũ tương acrylat: Bodex AA261T, Bodex 454, Bodex J-400 là polyme acrylat do Ấn Độ sản xuất.

Các hóa chất: natri bicacbonat (NaHCO₃), mononatri photphat (NaH₂PO₄), magiê suphat (MgSO₄), nhôm sunphat (Al₂(SO₄)₃), natri silic flurua (Na₂SiF₆), canxi clorua (CaCl₂), Phức chất sắt (III)-EDTA (Fe-EDTA) là các hóa chất thí nghiệm do Trung Quốc sản xuất.

2.2. Phương pháp xác định các chỉ tiêu chất lượng của màng polyacrylate

Gia công màng trên tấm mẫu chuẩn đã chuẩn bị theo TCVN 5670 - 2007 bằng phương pháp dùng máy để phun. Tiến hành chỉnh độ nhớt của sơn cần thử sao cho có thể phun được. Tiến hành phun thành lớp sơn mỏng và đều đặn cho tới khi đạt tới chiều dày theo tiêu chuẩn và phun sơn không được để chảy theo chiều ngang dọc của tấm mẫu. Hướng phun sơn ra phải vuông góc với bề mặt sơn. Khi đường kính của vòi phun bằng 1,8 mm, áp suất không khí để phun 2,0 - 3,5 at thì khoảng cách từ máy phun đến bề mặt phun không được nhỏ hơn 200mm. Tốc độ di chuyển máy phun dưới 1m/s. Màng sơn sau khi phun để khô sau 7 ngày mới xác định các tính chất khác của màng sơn.

- Xác định hàm lượng chất không bay hơi theo TCVN 2093-1993
- Xác định độ nhớt theo TCVN 7952-1:2008
- Xác định pH của mẫu đo theo TCVN 6492:2011
- Xác định độ bám dính theo TCVN 2097:1993
- Xác định độ bền chu kỳ nóng lạnh của màng sơn (độ bền sốc nhiệt) theo TCVN 8653-5:2012
- Thời gian khô bề mặt và khô hoàn toàn được xác định theo TCVN 2096:1993
- Xác định độ rửa trôi theo TCVN 8653-4:2012

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu lựa chọn thủy tinh lỏng kali - chất đồng tạo màng với polyacrylat

Chất tạo màng cho sơn phải đảm bảo được các tiêu chí là có độ bám dính tốt, thời gian khô phù hợp cho màng sơn. Qua tham khảo tài liệu, các loại thủy tinh lỏng với modun silic từ 2,4 tới 3,2 thường được lựa chọn để chế tạo sơn silicat. Ở nghiên cứu này, chúng tôi đã tiến hành khảo sát 4 loại thủy tinh lỏng kali với các modun silic khác nhau 3,2; 2,8; 2,7; 2,4. Để tìm ra loại thủy tinh lỏng kali nào phù hợp nhất cho việc sử dụng làm chất kết dính, tiến hành kiểm tra các chỉ tiêu về độ bám dính và thời gian khô của các mẫu này. Kết quả được chỉ ra trong bảng 1.

Bảng 1. Độ bám dính và thời gian khô của các loại thủy tinh lỏng kali

TT	Modun silic thủy tinh lỏng kali	Độ bám dính (điểm)	Thời gian khô (phút)	
			Khô bề mặt	Khô hoàn toàn
1	2,4	5	52	335
2	2,7	4	46	315
3	2,8	4	45	300
4	3,2	3	41	282

Từ kết quả ở bảng 1 nhận thấy rằng, thủy tinh lỏng có thời gian khô tương đối nhanh, modun silic càng thấp thì có thời gian khô càng dài. Xét về độ bám dính, thủy tinh lỏng kali có modun 3,2 cho độ bám dính cao nhất với giá trị ở điểm 3, còn các mẫu khác đều có độ bám dính kém hơn. So sánh các giá trị về độ bám dính và thời gian khô giữa các mẫu thủy tinh lỏng kali thấy rằng thủy tinh lỏng với modun silic 3,2 phù hợp cho việc sử dụng làm chất kết dính chế tạo màng sơn. Do đó, chúng tôi lựa chọn thủy tinh lỏng với modun silic 3,2 làm chất kết dính cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.2. Nghiên cứu lựa chọn chất tạo màng polyacrylat

Chúng tôi đã tiến hành khảo sát một số tính chất như: hàm lượng chất không bay hơi, độ nhớt và pH của các nhũ tương polyacrylat với kết quả thu được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Một số tính chất của các chất tạo màng polyacrylat

Tính chất	Đơn vị	Chất tạo màng nhũ tương Acrylic		
		Bondex 454	Bondex AA261T	Bondex J-400
Hàm lượng chất khô	%	49-50	48,5-50,5	49,2-50,8
Độ nhớt	cP	450-500	700-800	750-860
pH	-	8,5-9,0	9,0-9,5	5,0-6,2

Để có thể đánh giá và so sánh hiệu quả của các chất đồng tạo màng khi sử dụng kết hợp với thủy tinh lỏng (TTL), chúng tôi đã tiến hành sử dụng cùng một tỷ lệ kết hợp, cụ thể là sử dụng tỷ lệ TTL/nhũ tương = 2/1 tính theo hàm lượng gốc khô. Thủy tinh lỏng sử dụng trong nghiên cứu là dung dịch có hàm lượng gốc khô chiếm 40%, modun

silic 3,2. Sau đó, tiến hành quan sát và kiểm tra tính chất của các hỗn hợp thu được. Kết quả cụ thể được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Tính chất của các chất tạo màng hỗn hợp

TT	Mẫu sử dụng chất tạo loại màng	Hiện tượng quan sát	Độ bền chu kỳ sốc nhiệt	Độ bám dính (điểm)
1	Bondex 454	Nhũ không bị phá	>70	1
2	Bondex AA261T	Nhũ không bị phá	>70	2
3	Bondex J-400	Nhũ bị phá	7	3
4	Hỗn hợp 2:1 giữa Bondex 454 và Bondex AA261T	Nhũ không bị phá	>70	1
5	Hỗn hợp 1:1 giữa Bondex 454 và Bondex AA261T	Nhũ không bị phá	>70	2
6	Hỗn hợp 1:2 giữa Bondex 454 và Bondex AA261T	Nhũ không bị phá	>70	2

Từ kết quả ở bảng 3 có thể đưa ra nhận xét rằng mẫu Bondex J-400 không tương hợp với thủy tinh lỏng, nhũ bị phá và nổi lên trên khi kết hợp với thủy tinh lỏng. Điều này có thể được giải thích là do mẫu này có môi trường axit, không thể bền khi đưa vào môi trường kiềm cao của thủy tinh lỏng. Các mẫu còn lại đều tương hợp và cho khả năng chịu sốc nhiệt lớn hơn 70 chu kỳ, phù hợp với mục tiêu của nội dung nghiên cứu. Hai mẫu có sử dụng Bondex 454 và hỗn hợp 2:1 (Bondex 454 và Bondex AA261T) cho độ bám dính đạt điểm 1, chứng tỏ các mẫu này có hiệu quả nâng cao khả năng bám dính cho chất tạo màng tốt nhất. Nhưng xét về khía cạnh kỹ thuật sử dụng một chất đơn giản hơn, do đó chúng tôi lựa chọn sử dụng nhũ tương Bondex 454 làm chất đồng tạo màng cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.3. Nghiên cứu lựa chọn tỷ lệ sử dụng giữa thủy tinh lỏng và chất tạo màng

Sau khi lựa chọn được chất đồng tạo màng phù hợp, chúng tôi tiến hành khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng nhũ tương polyme kết hợp với thủy tinh lỏng để tìm ra tỷ lệ sử dụng hợp lý nhất. Các chỉ tiêu về độ bền theo chu kỳ sốc nhiệt, độ bám dính và thời gian khô được sử dụng để đánh giá. Kết quả thu được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của tỷ lệ sử dụng chất đồng tạo màng tới các tính chất của chất kết dính

TT	TTL/nhũ tương (hàm lượng chất khô)	Độ bền theo chu kỳ sốc nhiệt	Độ bám dính (điểm)	Thời gian khô (phút)	
				Khô bề mặt	Khô hoàn toàn
1	1/1	>70	1	83	418
2	2/1	>70	1	74	411
3	3/1	>70	2	70	402
4	4/1	>70	2	64	377
5	5/1	>70	2	61	361

6	6/1	60	3	54	351
7	7/1	52	3	51	318
8	8/1	38	3	42	301

Từ kết quả bảng 4 thấy rằng với tỷ lệ sử dụng TTL/nhũ tương cao từ 6/1 trở đi, lớp màng có độ đàn hồi kém dần, bị nứt khi chưa đạt 70 chu kỳ sốc nhiệt, đồng thời độ bám dính của lớp màng thấp. Ngược lại, với tỷ lệ TTL/nhũ tương từ 1/1 tới 5/1 thì hỗn hợp chất kết dính thu được có độ bám dính tốt và độ đàn hồi tốt, màng chất kết dính không bị nứt khi cho kiểm tra qua hơn 70 chu kỳ sốc nhiệt, đồng thời ở những tỷ lệ này thời gian khô của hỗn hợp chất tạo màng cũng đáp ứng được yêu cầu. Tuy nhiên với mục tiêu chế tạo ra sơn bền thời tiết, hàm lượng chất hữu cơ được sử dụng kết hợp với thủy tinh lỏng càng thấp càng tốt, lựa chọn tỷ lệ hỗn hợp TTL/nhũ tương = 2/1 cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.4. Nghiên cứu lựa chọn chất đóng rắn

Để lựa chọn chất đóng rắn phù hợp, chúng tôi đã tiến hành khảo sát thử nghiệm các hợp chất chất sau làm chất đóng rắn: natri bicacbonat (NaHCO_3), mononatri photphat (NaH_2PO_4), magiê suphat (MgSO_4), nhôm sunphat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), natri silic flurua (Na_2SiF_6), canxi clorua (CaCl_2), phức chất sắt (III)-EDTA (Fe-EDTA).

* Nghiên cứu lựa chọn loại chất đóng rắn

Các phương pháp kiểm tra độ bám dính, độ rửa trôi của hỗn hợp chất kết dính sau khi cho chất đóng rắn vào dung dịch thủy tinh lỏng đã được tiến hành nhằm tìm ra loại chất đóng rắn phù hợp nhất. Các mẫu sử dụng cùng một tỷ lệ chất đóng rắn với 2% tính theo khối lượng gốc khô có trong thủy tinh lỏng. Các mẫu được để lưu trong vòng 7 ngày trước khi tiến hành thử nghiệm. Kết quả thí nghiệm được trình bày trong bảng 5.

Bảng 5. Tính chất của chất tạo màng sử dụng các chất đóng rắn khác nhau

TT	Mẫu sử dụng	Hiện tượng quan sát	Độ rửa trôi (chu kỳ)	Độ bám dính (điểm)
1	-	-	155	3
2	NaHCO_3	Tạo gel	406	3
3	NaH_2PO_4	Tạo gel	445	3
4	MgSO_4	Xuất hiện kết tủa	84	4
5	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Xuất hiện kết tủa	63	5
6	CaCl_2	Xuất hiện kết tủa	51	4
7	Na_2SiF_6	Tạo gel	258	3
8	Fe-EDTA	Không có hiện tượng kết tủa và tạo gel	> 450	2

Từ kết quả bảng 5 thấy rằng, ngoài mẫu sử dụng Fe-EDTA, các mẫu khác không đáp ứng được các yêu cầu về độ bám dính và độ bền rửa trôi, nguyên nhân là khi cho kết hợp với thủy tinh lỏng, các hợp chất này phản ứng với thủy tinh lỏng ngay trong dung dịch tạo gel hoặc tạo kết tủa làm mất đi tính chất kết dính của thủy tinh lỏng. Kết quả này đáp ứng được mục tiêu nghiên cứu do đó chúng tôi lựa

chọn hợp chất này làm chất đóng rắn cho thủy tinh lỏng trong các nghiên cứu tiếp theo.

** Nghiên cứu lựa chọn tỷ lệ chất đóng rắn*

Để đánh giá ảnh hưởng của chất đóng rắn tới tính chất của chất tạo màng hỗn hợp TTL/nhũ tương, chúng tôi tiến hành khảo sát khoảng tỷ lệ sử dụng chất đóng rắn từ 0,5 tới 4% tính theo khối lượng gốc khô của thủy tinh lỏng và cho kết hợp chất đóng rắn với hỗn hợp chất tạo màng TTL/nhũ tương = 2/1. Các mẫu được để ổn định 7 ngày trong phòng thí nghiệm sau đó tiến hành kiểm tra độ rửa trôi và độ bám dính của chất tạo màng. Kết quả thử nghiệm được trình bày trong bảng 6.

Bảng 6. Ảnh hưởng của tỷ lệ sử dụng chất đóng rắn tới chất lượng của màng hỗn hợp

TT	Tỷ lệ sử dụng Fe-EDTA (%)	Độ rửa trôi (chu kỳ)	Độ bám dính (điểm)
1	0,5	855	2
2	1,0	1110	2
3	1,5	> 1200	2
4	2,0	> 1200	2
5	2,5	> 1200	2
6	3,0	> 1200	2
7	3,5	> 1200	2
8	4,0	1005	3

Từ kết quả bảng 6 thấy rằng, khi sử dụng Fe-EDTA với tỷ lệ thấp tới 1,0% thì lớp màng kết dính tạo ra có độ bền rửa trôi kém. Từ tỷ lệ sử dụng 1,5% tới 3,5% thì lớp màng kết dính có độ bền rửa trôi tốt, không bị rửa trôi sau 1200 chu kỳ. Khi tăng tỷ lệ sử dụng Fe-EDTA lên 4% thì độ bền rửa trôi của màng kết dính giảm, bị rửa trôi khi chưa đạt tới 1200 chu kỳ đồng thời độ bám dính của lớp màng cũng giảm. Điều này có thể được giải thích khi sử dụng Fe-EDTA với hàm lượng lớn có thể gây ra những phản ứng không mong muốn ngay trong lòng khối chất kết dính làm giảm chất lượng của chất kết dính. Trên cơ sở những phân tích trên chúng tôi thấy rằng chất đóng rắn Fe-EDTA với tỷ lệ 1,5% tính theo hàm lượng gốc khô của thủy tinh lỏng cho hỗn hợp tạo màng có các tính chất phù hợp cho sản xuất sơn nội thất.

Mẫu màng hỗn hợp được kiểm tra độ bám dính, thời gian khô, độ rửa trôi, độ bền sốc nhiệt với kết quả thu được ở bảng 7.

Bảng 7. Một số tính chất của màng polyacrylat

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị đo	Kết quả
1	Thời gian khô:		
	- Bề mặt	Phút	58
	- Hoàn toàn	Phút	280
2	Độ bền rửa trôi	Chu kỳ	>1200
3	Độ bám dính	Điểm	2
4	Độ bền nước	Giờ	> 840
5	Độ bền sốc nhiệt	Chu kỳ	>70

4. KẾT LUẬN

Khi nghiên cứu một số loại polyarylat sẵn có trên thị trường, trên cơ sở chất lượng của màng sơn và sự tiện lợi khi sử dụng chúng tôi đã thu được kết quả như sau: chất tạo màng polyacrylat lựa chọn là nhũ tương Bondex 454 làm chất đóng tạo màng. Lựa chọn thủy tinh lỏng kali với modun silic 3,2 làm chất kết dính chế tạo màng sơn. Khi nghiên cứu lựa chọn thủy tinh lỏng và nhũ tương cho thấy tỷ lệ hỗn hợp thủy tinh lỏng/nhũ tương = 2/1 là phù hợp nhất. Khi lựa chọn chất đóng rắn cho thấy phức chất Fe - EDTA với tỷ lệ 1,5% tính theo thủy tinh lỏng kali cho màng sơn đạt chất lượng mong muốn.

Với màng polyacrylat thu được tiến hành đo các chỉ tiêu cho kết quả: thời gian khô bề mặt là 58 phút, khô hoàn toàn là 280 phút, độ bền rửa trôi đạt >1200 chu kỳ, độ bám dính điểm 2, độ bền nước >840 giờ và độ bền sốc nhiệt >70 chu kỳ. Với kết quả thu được hỗn hợp chất tạo màng đảm bảo đủ tiêu chuẩn cho sản xuất sơn nội thất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đặng Văn Phú, 1983. "Nghiên cứu sơn silicat trang trí công trình xây dựng và sơn silicat chịu nhiệt". Luận án PTS KHKT, Hà Nội.

[2]. Nguyễn Thị Bích Thủy, Đào Minh Tuệ, Đỗ Văn Tài, 2013. "Một số kết quả bước đầu trong nghiên cứu chế tạo sơn vach kẻ đường hệ nước acrylic". Tạp chí Khoa học Công nghệ Việt Nam, số 14, trang 56-60.

[3]. Beec mineral paints: Beecosil Technical Information Sheet, Rev, (2001).

[4]. Bob McElroy, Director, Chemical Coating Division Marketing, The Sherwin Williams Company: "Keeping up appearances - From easy application to high performance, liquid coatings have much to offer", (2006).

[5]. Edison Coatings Inc., Everkote 300. Reactive Inorganic Mineral Paints and Stains.

[6]. Edward M. Petrie, Member of SpecialChem Technical Expert Team: "Sodium silicate adhesives", (2006).

[7]. Oihana Elizalde, Stephan Amthor, 2010. *Closing the Gap between Water and Solvent-borne Anticorrosion Coatings via New Binder Concepts*. BASF.

[8]. Guljaev Anatolij Alekseevich, Nepomiluev Andrej Mikhajlovich, Zemljanoj Kirill Gennad'evich: "Silicate paint", Russia, (2006).