

УДК 691.3:620.197.6

М.С. Золотов, к.т.н., профессор

М.А. Любченко, ассистент

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова

ПОВЫШЕНИЕ АДГЕЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ АКРИЛОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Приведены результаты исследований адгезионной прочности составов защитно-декоративных покрытий на основе акриловых связующих, модифицированных добавкой.

Ключевые слова: адгезионная прочность, защитно-декоративные покрытия, долговечность.

УДК 691.3:620.197.6

М.С. Золотов, к.т.н., профессор

М.А. Любченко, ассистент

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

ПІДВИЩЕННЯ АДГЕЗІЙНОЇ МІЦНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ МОДИФІКОВАНИХ ЗАХИСНО-ДЕКОРАТИВНИХ АКРИЛОВИХ ПОКРИТТІВ

Наведено результати досліджень адгезійної міцності декоративно-захисних акрилових покриттів, модифікованих добавкою.

Ключові слова: адгезійна міцність, захисно-декоративні покриття, довговічність.

UDC 691.3:620.197.6

M.S. Zolotov, PhD, Professor

M.A. Liubchenko, assistant

Kharkiv National O.M. Beketov University of Urban Economy

THE INCREASE OF ADHESIVE STRENGTH AND DURABILITY OF THE MODIFIED PROTECTIVE AND DECORATIVE ACRYLIC COATINGS

The results of the research of adhesive strength of protective and decorative acrylic coatings modified additive compositions are presented.

Keywords: adhesive strength, protective and decorative coatings, durability.

Введение. Широкое применение водно-дисперсионных составов на основе акриловых и стирол-акриловых связующих в защитно-декоративных покрытиях обуславливает высокие требования к этим материалам. Исследование структуры и свойств защитно-декоративных покрытий способствует решению многих задач, связанных с повышением физико-механических, прочностных, эксплуатационных и других свойств.

Обзор последних источников исследований и публикаций. Анализ данных исследований в работах многих авторов [1–4] предполагает применение различных вариантов повышения долговечности покрытий, одним из которых является применение добавок для решения задачи повышения долговечности покрытий наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Постановка задачи. Защитно-декоративные покрытия ограждающих конструкций зданий и сооружений подвержены, как известно, влиянию различных климатических воздействий: вода, попеременное замораживание и оттаивание, ультрафиолетовые излучения и другие, которые представляют собой физически и химически активные агрессивные среды.

Воздействие воды оказывает значительное влияние на состояние и процесс старения покрытий, следовательно, водопоглощение покрытий необходимо минимизировать, а для повышения срока эксплуатации – повысить их прочность сцепления с подложкой [5, 6].

Основной материал и результаты. С целью улучшения свойств в пленкообразующую основу можно вводить специальные соединения – модификаторы. Метакрилаты и акрилаты способны сополимеризоваться фактически с большинством применяемых мономеров, что дает возможность для их применения в качестве сополимерных добавок [4]. В данной работе с целью повышения адгезионной прочности покрытий и следовательно их долговечности на подложке проведены исследования четырех составов защитно-декоративных покрытий на основе стирол-акриловых и акриловых связующих с применением модифицирующей добавки мономера метилметакрилата (ММА) [7].

Полимерные покрытия с характерными свойствами и необходимой структурой получают в результате процессов отверждения. При химическом отверждении, которое сопровождается химическими превращениями пленкообразователя, происходит формирование пространственного полимера, а при физико-химическом отверждении, сопровождающемся выделением растворителя или дисперсионной среды, – образование пленки в результате межмолекулярных взаимодействий макромолекул пленкообразователя.

Физические среды, к которым относят воду, растворители, масла и другие соединения, вызывают при кратковременном воздействии на покрытия обратимые изменения в полимерной пленке, которые не сопровождаются разрушением химических связей основных полимерных

цепей; химически агрессивные среды – растворы кислот, щелочей и солей – вызывают необратимые изменения пленки, сопровождающиеся химическими реакциями и изменением структуры, приводящими к разрушению покрытий.

В качестве модифицирующей добавки в исследуемых составах водно-дисперсионных акриловых красок применялся метиловый эфир метакриловой кислоты (мономер метилметакрилата). Исходя из ранее проведенных исследований [6, 8], рациональное количество добавляемого метилметакрилата составляет 3 мас. ч. на 100 мас. ч. состава краски, что определяли, руководствуясь величиной водопоглощения покрытий как наиболее важным критерием практического применения защитно-декоративных покрытий. При таком количестве добавки наблюдалось минимальное водопоглощение для всех покрытий и изменение некоторых реологических и технологических свойств составов, которые представлены в таблице 1.

Кинетика изменения вязкости и времени высыхания для всех составов идентична, а именно, изменение вязкости состава оказывает влияние на время высыхания покрытия (рис. 1). Чем больше вязкость составов, тем меньше время высыхания покрытия на подложке.

Таблица 1. Изменение свойств составов красок при введении добавок

Наименование красочного состава	№ состава	Добавка		Показатель	
		наименование	количество, мас.ч.	условная вязкость по ВЗ-4, с	Время высыхания на цементно-песчаной поверхности до степени 3, мин.
№ 1	1	без добавок	-	72	25
	1.1	ММА	3	67	15
	1.2		4	65	17
	1.3		5	64	18
№ 2	2	без добавок	-	81	22
	2.1	ММА	3	77	15
	2.2		4	75	16
	2.3		5	73	17
№ 3	3	без добавок	-	60	25
	3.1	ММА	3	54	16
	3.2		4	52	17
	3.3		5	51	19
№ 4	4	без добавок	-	65	23
	4.1	ММА	3	60	14
	4.2		4	59	17
	4.3		5	57	19

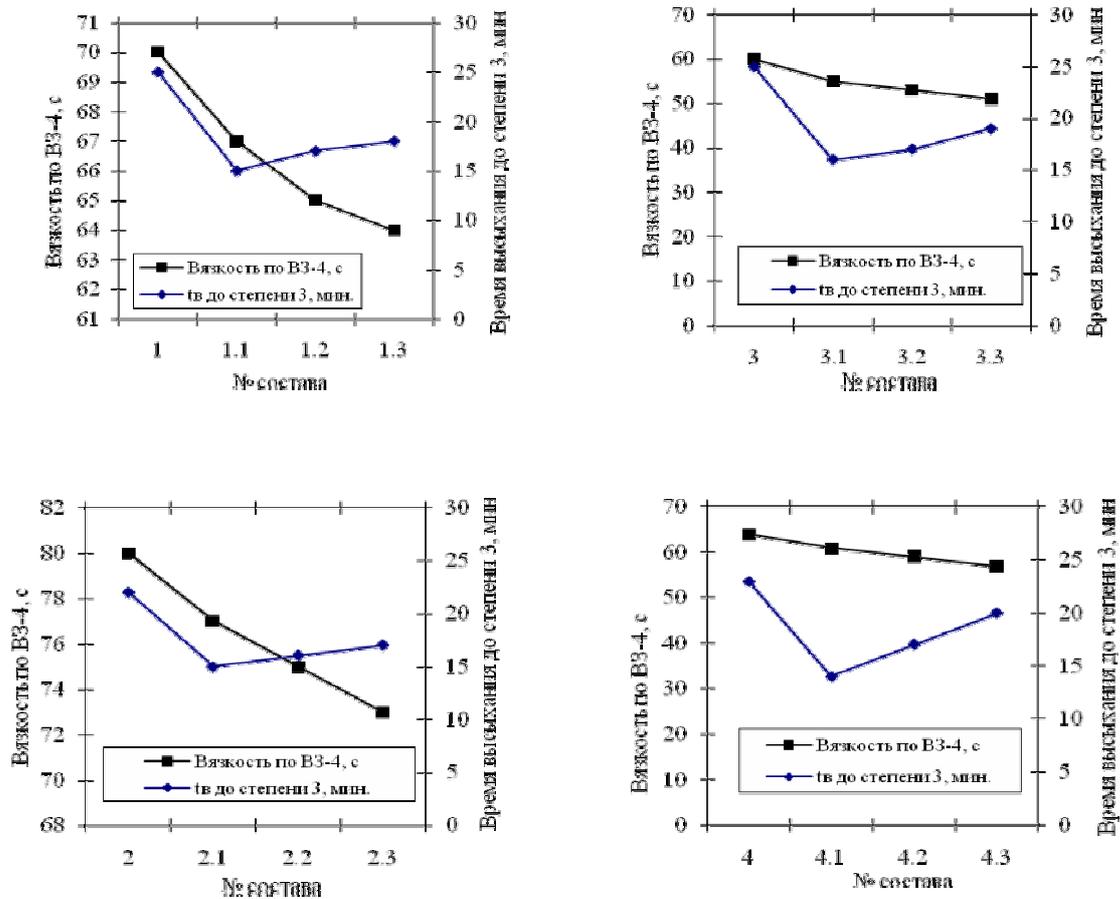


Рис. 1. Влияние добавок на вязкость составов и время высыхания покрытий

Результаты исследования адгезионной прочности сцепления покрытий исходных (№1, 2, 3, 4) и модифицированных (№1.1, 2.1, 3.1, 4.1) составов в цементно-песчаной подложке и структуры покрытий свидетельствуют об адгезионном контакте покрытия и подложки, прочность сцепления которого повышается при применении модифицирующей добавки метилметакрилата.

Величина адгезионной прочности определялась на образцах размером 70x70x300 мм методом отрыва штампов (рис. 2) при помощи измерителя адгезии облицовочных и защитных покрытий ОНИКС-АП.

Добавка способствовала повышению величины прочности сцепления для всех составов. Для состава №1.1 величина прочности сцепления возросла на 24%, для состава № 2.1 – 9%, № 3.1 – 21% и № 4 – на 12% от величины прочности сцепления исходных покрытий.

Анализ поверхности подложки после отрыва штампов показывает адгезионный контакт покрытий во всех испытанных образцах (рис. 2).

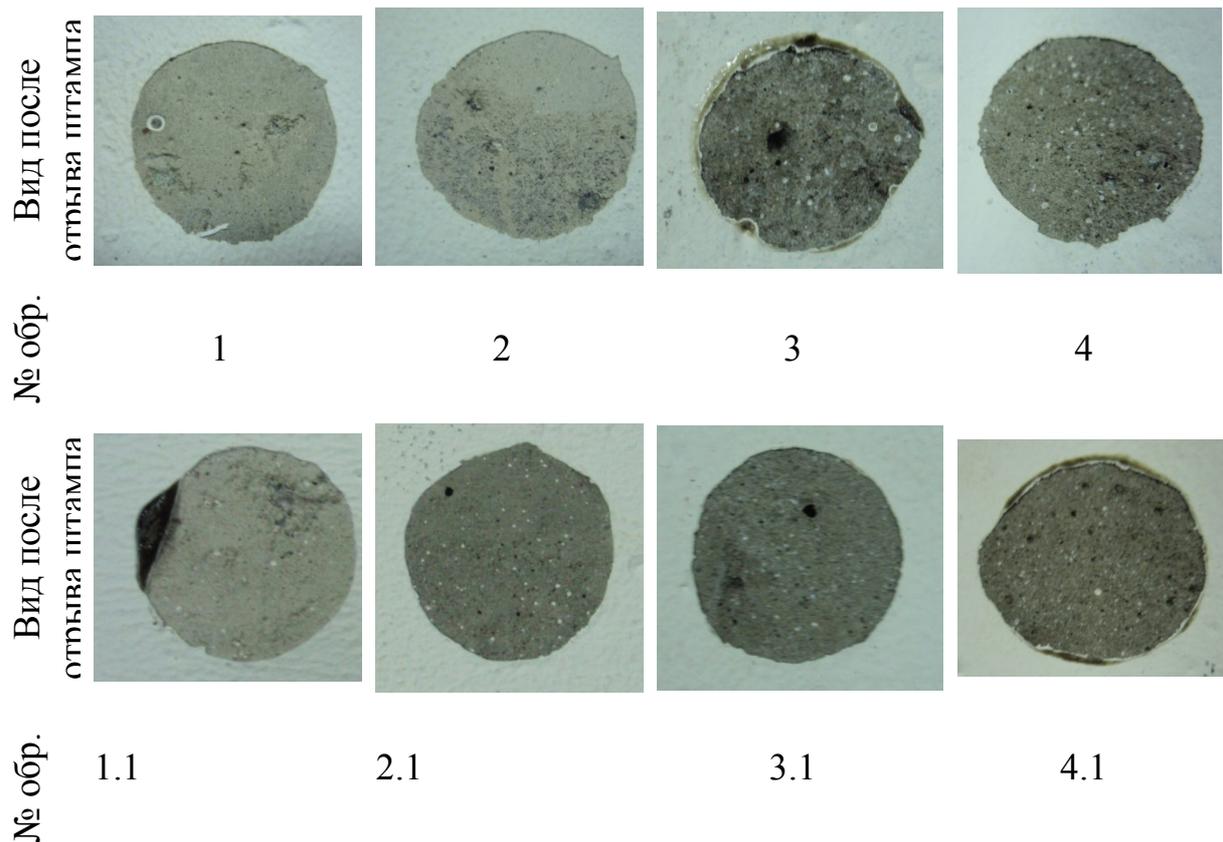


Рис. 2. Образцы покрытий после отрыва штампа

Полученные средние значения величины адгезионной прочности из шести измерений для каждого испытанного образца показали повышение прочности сцепления покрытий модифицированных составов на 12 – 28 % (рис. 3).

Увеличение прочности сцепления покрытий с подложкой оказывает влияние на долговечность покрытий. При равных условиях покрытия с большей адгезионной прочностью могут выдерживать больше времени на поверхностях, об этом свидетельствуют данные исследования покрытий при атмосферном воздействии, проведенные ранее [9].

По результатам исследований атмосферного воздействия на покрытия в течение 36-ти месяцев установлено, что изменение величины адгезионной прочности происходило с меньшей скоростью для улучшенных защитно-декоративных покрытий, чем для исходных. Потеря адгезионной прочности для немодифицированных покрытий после трех лет испытаний в 1,3 – 1,5 раза больше, чем для улучшенных (рис. 4).

Это свидетельствует о повышенной атмосферостойкости улучшенных покрытий и согласуется с данными проведенных исследований. Помимо применения добавки, на адгезионную прочность покрытий оказывает влияние состояние поверхности подложки, которая характеризуется качеством ее обработки и подготовки.

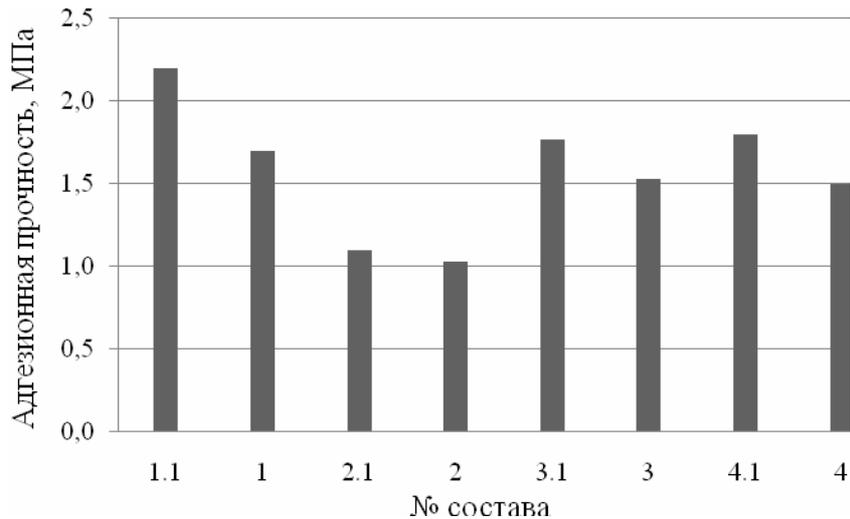


Рис. 3. Адгезионная прочность покрытий: исходных (№1-4) и модифицированных MMA (№1.1-1.4)

Из результатов исследований следует, что прочность сцепления с цементно-песчаной подложкой различных покрытий зависит от поверхностной пористости и показывает, что предварительное удаление ослабленного верхнего слоя подложки дополнительно приводит к увеличению прочности сцепления защитно-декоративного покрытия в 1,4–1,7 раза [2].

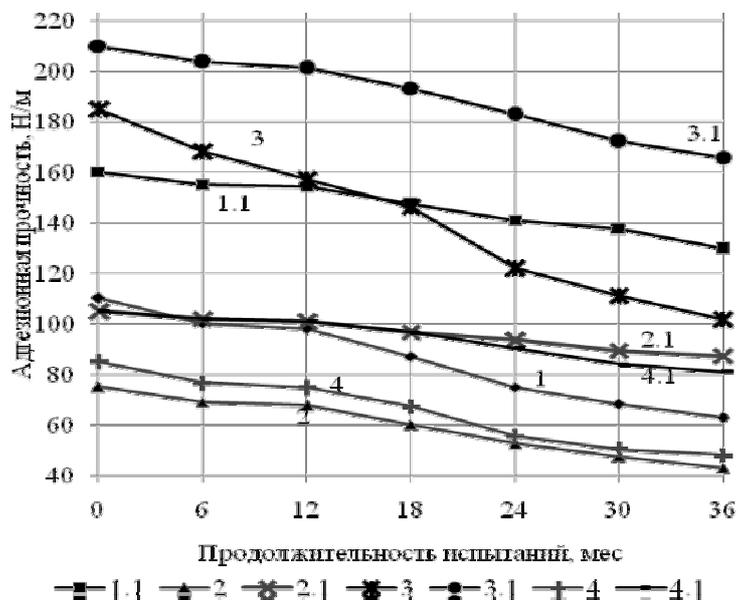


Рис. 4. Изменение адгезионной прочности улучшенных покрытий (№ 1.1-1.4) и покрытий составов № 1 – 4 после атмосферного воздействия

Время до начала разрушения адгезионных связей в покрытии зависит от степени накопления повреждений, предшествующих стадии разрушения.

Значение энергии активации разрушения адгезионных связей покрытий определяли по экспериментальным значениям прочности сцепления покрытий с подложкой (табл. 2) по уравнению [2]

$$U = RT \ln \left[\frac{R_{cy}^0 t}{(\lg R_{cy}^0 - \lg R_{cy}^t) \tau_0} \right], \quad (1)$$

где R_{cy}^0 – первоначальное значение прочности сцепления;

R_{cy}^t – прочность сцепления покрытий после t часов старения;

τ_0 – период тепловых колебаний атомов (для полимеров $\tau_0 = 10^{-11} - 10^{-13}$ с);

t – время старения до начала разрушения покрытий, циклов.

Таблица 2. Значения энергии активации разрушения адгезионных связей покрытий

№ состава	1.1	1	2.1	2	3.1	3	4.1	4
Показатель								
R_{cy}^0 , МПа	2,2	1,7	1,1	1,0	1,9	1,5	1,8	1,6
R_{cy}^t , МПа	2,1	1,4	1,1	0,8	1,8	1,2	1,7	1,3
U , кДж/моль	111,2	105,7	104,1	95,9	107,7	104,6	109,1	104,9

Энергия активации, необходимая для разрушения покрытия увеличивается при повышении прочности сцепления покрытий с подложкой, что свидетельствует об увеличении долговечности покрытий.

Для оценки долговечности защитно-декоративных покрытий было проведено исследование защитных и декоративных свойств образцов покрытий различными составами при воздействии климатических факторов в реальных условиях и определение изменения показателей основных свойств этих покрытий при ускоренных испытаниях.

Результаты оценки изменения во времени декоративных и защитных свойств покрытий получены после экспозиции на испытательных стендах образцов покрытий исходных и модифицированных составов по истечении определенного времени в условиях открытой атмосферы.

При проведении расчетов использованы относительные оценки изменения атмосферостойкости

$$K = \frac{K_0 - K_\tau}{K_0}, \quad (2)$$

где K_0 – оценка начального состояния;

K_τ – оценка состояния покрытия в момент осмотра.

По результатам этой оценки после трех лет экспозиции в условиях городской среды модифицированные покрытия не имели значительного изменения декоративных и защитных свойств, в отличие от исходных покрытий, которые после экспозиции имели изменения как декоративных, так и защитных свойств.

Выводы. Исследования покрытий составами с применением добавки показали увеличение адгезионной прочности и долговечности исследуемых защитно-декоративных покрытий на основе акриловых связующих. Результаты оценки декоративных и защитных свойств покрытий после экспозиции по истечении определенного времени в условиях открытой атмосферы, состояния окрашенной поверхности образцов, анализ экспериментальных исследований, описанных в работе и проведенных авторами, свидетельствуют об изменении скорости старения покрытий модифицированных составов. Применение добавки замедляет процессы разрушения в исследуемых покрытиях при воздействии атмосферных факторов.

Высокая адгезия является необходимым условием для покрытий наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений, эксплуатируемых в неблагоприятных условиях окружающей среды. Применение добавки в исследуемые водно-дисперсионные акриловые составы повышает адгезионную прочность сформированных на их основе покрытий и способствует увеличению долговечности при эксплуатации на поверхностях ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Литература

1. Казакова, Е.Е. Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения / Е.Е. Казакова, О.Н. Скороходова. – М.: ООО «Пэйнт-Медиа», 2003. – С. 136.
2. Логанина, В.И. Новое сырье для производства ЛКМ / В.И. Логанина, Н.А. Петухова, Т.С. Савина // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2008. – № 7. – С. 24 – 26.
3. Терехина, Г.С. Эффективные материалы отечественного производства для вторичной защиты железобетонных конструкций / Г.С. Терехина // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2009. – № 8. – С. 8 – 11.
4. Зомборн, Р. Добавки / Р. Зомборн. – М.: Пэйнт-Медиа, 2005. – 87 с.

5. Логанина, В.И. *Стойкость защитно-декоративных покрытий наружных стен зданий* / В.И. Логанина, Л.П. Орендлихер. – М.: Издательство АСВ, 2000. – 106 с.
6. Золотов, М.С. *Влияние различных факторов на прочностные характеристики лакокрасочных покрытий* / М.С. Золотов, М.А. Любченко // *Науковий вісник будівництва*. – Харків: ХДТУБА, 2007. – № 43. – С. 123 – 127.
7. Золотов, М.С. *Влияние модификатора на водопоглощение покрытий на основе полимерных материалов* / М.С. Золотов, М.А. Любченко // *Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве: материалы IX Международной научно-технической Интернет-конференции*. – Харьков: ХНАГХ, 2010. – С. 44 – 46
8. Zolotov, M., *Modified Protective and Decorative Coatings on a Basis of Acrylic Polymers* / M. Zolotov, M. Liubchenko, S. Voliuvach // *Unitech'10: Proceedings, V. III*. – Gabrovo.: University Publishing House "V. Aprilov", 2010. – P. 475 – 479.
9. Золотов, М.С. *Оценка долговечности защитно-декоративных покрытий на основе полимерных материалов и факторы, влияющие на процесс их старения* / М.С. Золотов, М.А. Любченко // *Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. тр.* – Д.: ПГАСА, 2010. – Вып. 56. – С. 178 – 182.

Надійшла до редакції 15.10.2013
© М.С. Золотов, М.А. Любченко