

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

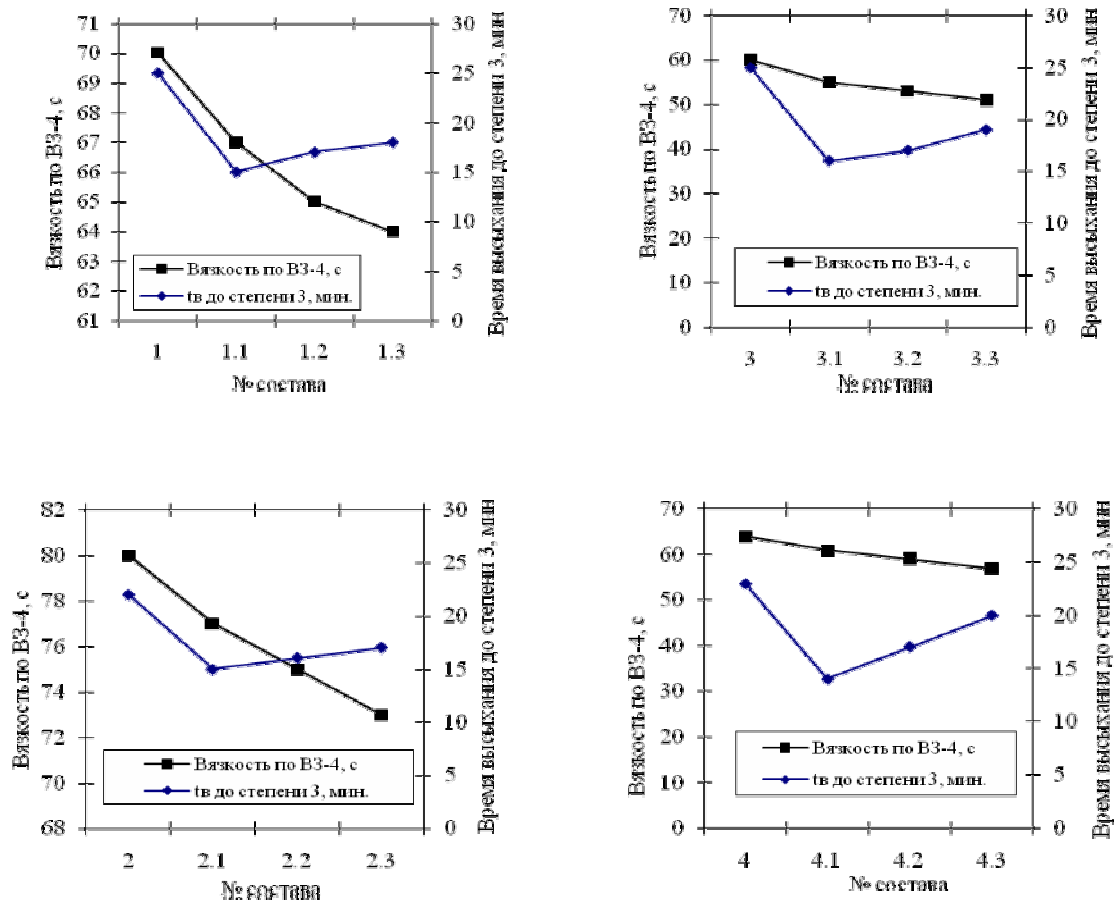
цепей; химически агрессивные среды – растворы кислот, щелочей и солей – вызывают необратимые изменения пленки, сопровождающиеся химическими реакциями и изменением структуры, приводящими к разрушению покрытий.

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



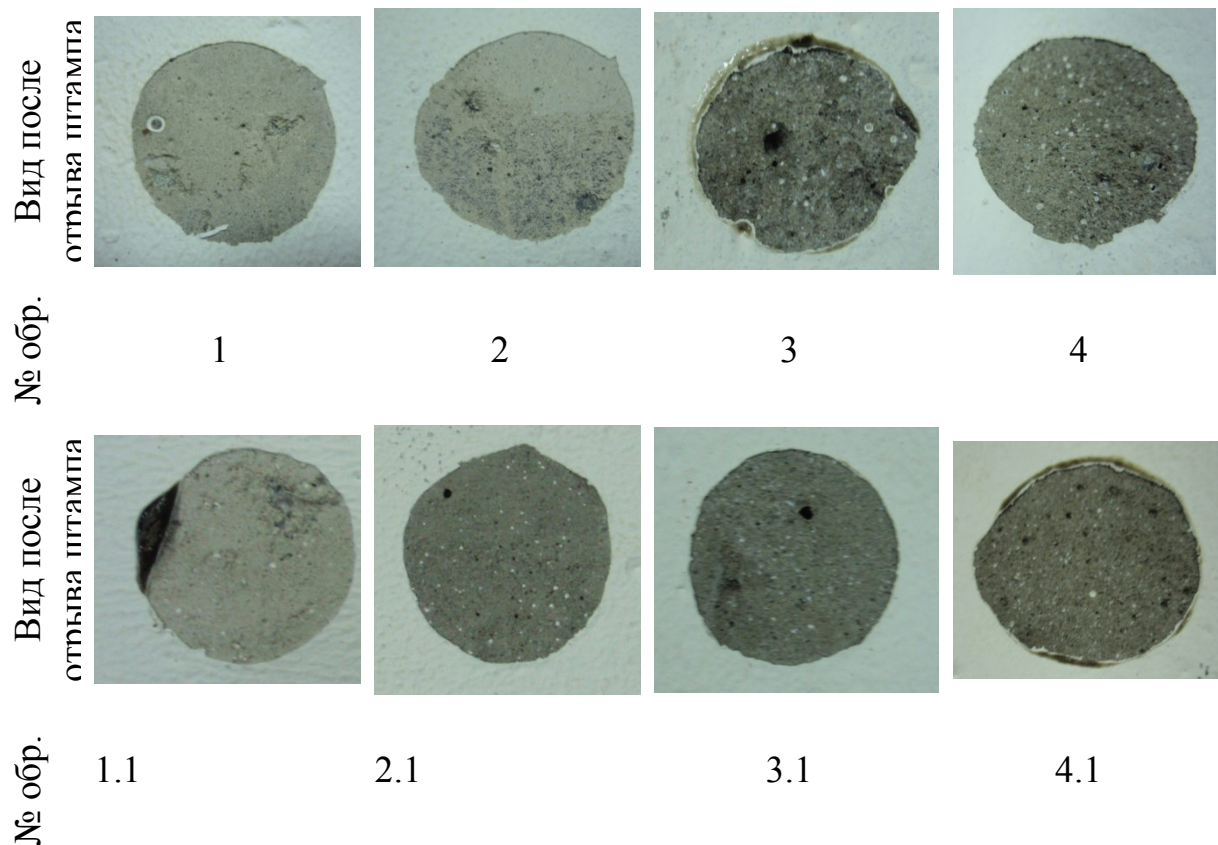
**Рис. 1. Влияние добавок на вязкость составов и время высыхания покрытий**

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).



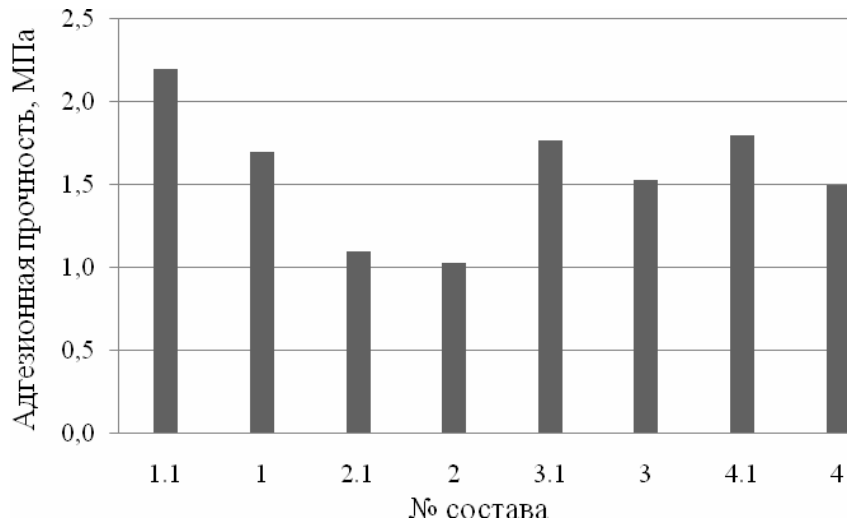
**Рис. 2. Образцы покрытий после отрыва штампа**

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].

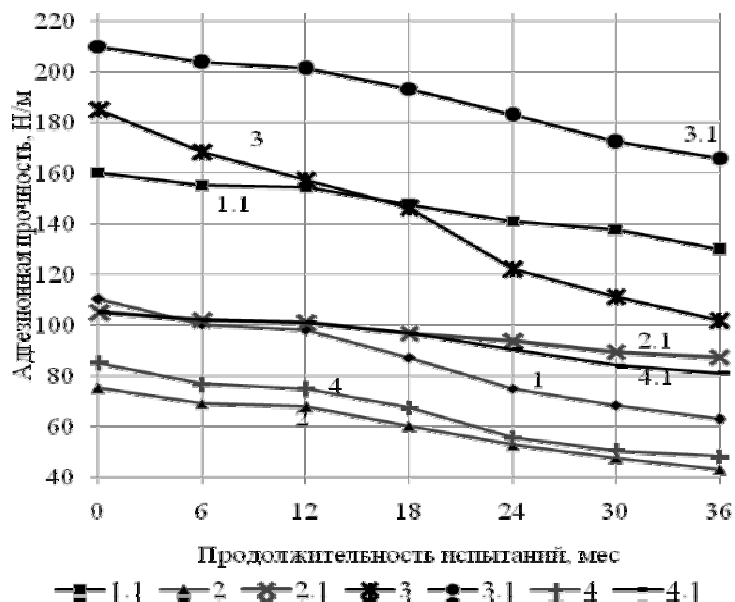
По результатам исследований атмосферного воздействия на покрытия в течение 36-ти месяцев установлено, что изменение величины адгезионной прочности происходило с меньшей скоростью для улучшенных защитно-декоративных покрытий, чем для исходных. Потеря адгезионной прочности для немодифицированных покрытий 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;

$\tau_0$  – 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;

$K_\tau$  – 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