

УДК 66.01

## НОВАЯ ЗАЩИТНАЯ КОМПОЗИЦИЯ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ВТОРИЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**Чухланов В.Ю., Селиванов О.Г., Селиванова Н.В.**

*ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»,  
Владимир, e-mail: vladsilan@mail.ru*

В работе рассматриваются вопросы получения новой защитной композиции, полученной модификацией вторичного полистирола кремнийорганическим модификатором. В качестве модификатора предложено использовать тетрабутоксисилан (ТБС). Модификация алкоксисиланом позволяет значительно повысить физико-механические и эксплуатационные свойства полученного защитного покрытия. Введение ТБС приводит к образованию устойчивой сшитой трехмерной структуры полимерной композиции. В результате исследований установлено, что степень сшивки композиции определяется как соотношением компонентов, так и температурой и временем отверждения системы. Показано, что прочностные характеристики защитного покрытия определяются содержанием модификатора в композиции. Введение ТБС способствует повышению твердости пленки. Использование вторичного полимера полистирола позволяет решить экологические проблемы и значительно снизить себестоимость разработанной полимерной защитной композиции, а также сделать её конкурентоспособной на рынке защитных покрытий для различных отраслей народного хозяйства.

**Ключевые слова:** защитная полимерная композиция, модификатор тетрабутоксисилан, повышенные физико-механические и эксплуатационные свойства

## THE NEW PROTECTIVE COMPOSITION BASED ON MODIFIED SECONDARY POLYSTYRENE FOR CONSTRUCTIONS

**Chukhlanov V.Y., Selivanov O.G., Selivanova N.V.**

*Vladimir state university named after A.G. and N.G. Stoletovs, Vladimir, e-mail: vladsilan@mail.ru*

There are it is considered questions of receiving the new protective composition received by modification of secondary polystyrene by the organic silicon modifier in this work. As the modifier it is offered to use tetrabutoxysilane (TBS). Modification of the alkoxisilane allows to increase considerably physic mechanical and operational properties of the received sheeting. Introduction of TBS leads to formation of the steady sewed three-dimensional structure of polymeric composition. As a result of researches it is established that degree of a stitching of composition is defined both a ratio of components, and temperature, and time of acuring of system. It is shown that strength characteristics of a sheeting are defined by the maintenance of the modifier in composition. Introduction of TBS promotes increase of hardness of the film. Use of secondary polymer of polystyrene allows to solve environmental problems and considerably to reduce prime cost of the developed polymeric protective composition and as to make it competitive in the market of sheetings for various branches of a national economy

**Keywords:** protective polymer composition modifier tetrabutoxysilane, increased physical and mechanical properties and performance

Полимерные защитные покрытия в настоящее время являются неотъемлемой составляющей при защите зданий и сооружений от воздействия неблагоприятных факторов: влаги, высоких и низких температур, солнечных лучей, атмосферных осадков. Однако в связи с ростом цен на большинство полимерных материалов как на российском, так и на мировом рынке, на наш взгляд, необходимо уделять большее внимание использованию вторичных полимеров. Помимо снижения себестоимости защитных покрытий (что немаловажно для строительной отрасли) это приведет и к улучшению экологической ситуации, в частности, за счет утилизации вторичных отходов [1].

Целью представленной работы является изучение физико-механических и эксплуатационных характеристик разрабо-

танной Владимирским государственным университетом недорогой, но достаточно эффективной полимерной композиции за счет модификации вторичного полистирола алкоксисиланом (ПСМА). Получаемое полимерное покрытие на основе данной композиции должно отвечать ряду требований, таких, как устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов, повышенные адгезионные характеристики к различным строительным материалам и др. Один из путей повышения эксплуатационных свойств полимерных материалов – это модификация полимерных композиций кремний органическими соединениями [2-3].

Основное назначение разработанного полимерного покрытия – защита строительных конструкций на основе бетона и железобетона.

### Материалы и методы исследований

В качестве полимера использовался вторичный гранулированный суспензионный полистирол (ПСС). ПСС обладает высокой твердостью, хорошими диэлектрическими свойствами, стойкостью к агрессивным средам, высокой влажностойкостью и морозостойкостью. В качестве алкоксисилана был использован тетра-н-бутоксисилан –  $\text{Si}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$  [ТБС], характеризующийся очень высокой устойчивостью к воздействию влаги по сравнению с малоустойчивыми при хранении низшими гомологами – тетрапропоксисиланом и тетраэтоксисиланом. Процесс получения композиции ПСМА заключался в предварительном измельчении вторичного полимера и растворении его в комплексном растворителе. В процессе получения композиции проводилась ее модификация алкоксисиланом. Физико-механические свойства защитного покрытия, полученного на основе разработанной полимерной композиции ПСМА, были исследованы следующими методами: твердость покрытия определялась на маятниковом приборе МЗ в соответствии с ГОСТ 5233-89, адгезионные характеристики опре-

делялись на приборе ПСО – 5МГ4 в соответствии с ГОСТ 28574–90, ударная прочность определялась на приборе У-2 в соответствии с ГОСТ 4765-87. Определение кинематической вязкости композиции проводили по ГОСТ 33-2000. Для выделения нерастворимой сшитой гель-фракции полимера в исследованиях использовался экстрактор Сокслета. ИК-спектроскопию образцов полимерных пленок проводили на инфракрасном Фурье-спектрометре ФСМ-1201 с использованием программного пакета FSpec.

### Результаты исследований и их обсуждение

Можно предположить, что введение в полимерную композицию алкоксисиланов может привести к повышению физико-механических и эксплуатационных характеристик как за счет образования сложной структуры, свойственной композиционным материалам, так и за счет возможного химического взаимодействия компонентов.

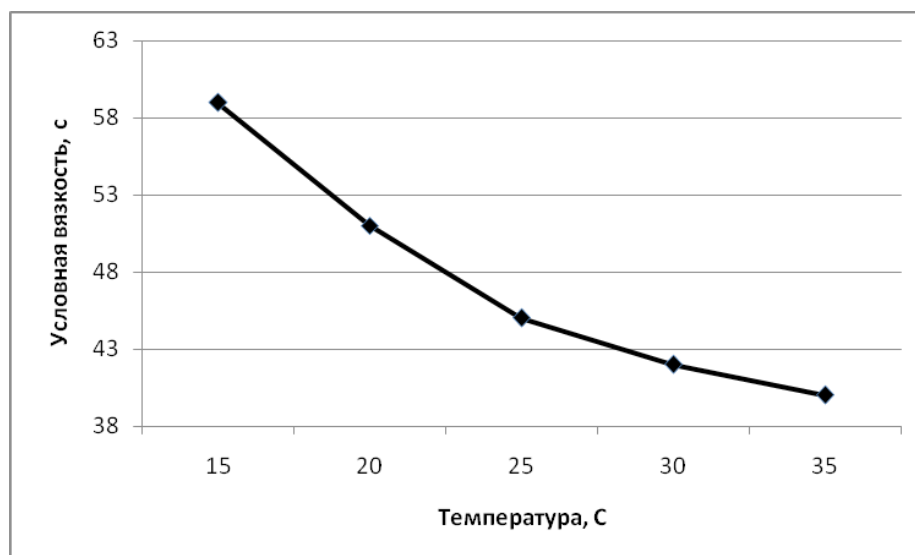


Рис. 1. Зависимость условной вязкости раствора ПСМА от температуры

Исследования показали, что введение в растворы полистирола алкоксисилана приводит к значительному снижению кинематической вязкости композиции. ТБС фактически является не только компонентом композиции, но и активным растворителем, что положительно сказывается на возможности использования исследуемой системы не только для наружных покрытий, но и для пропиточных составов. Представленная на рис. 1 зависимость кинематической вязкости раствора ПСМА от температуры показывает возможность нанесения композиции на строительные конструкции высокопроизводительными методами воздушного и безвоздушного распыления.

При комнатной температуре защитное покрытие приобретает необходимые эксплуатационные свойства уже через 12 часов после нанесения на строительную конструкцию. Однако модификация полимерной композиции тетра-н-бутоксисиланом помимо повышения эксплуатационных характеристик может повысить и физико-механические свойства покрытия за счет образования сшитой трехмерной структуры в процессе эксплуатации защитного материала. Для экспериментального подтверждения образования сшитой трехмерной структуры, наличия гель-фракции, был использован экстрактор Сокслета для экстракции растворимых

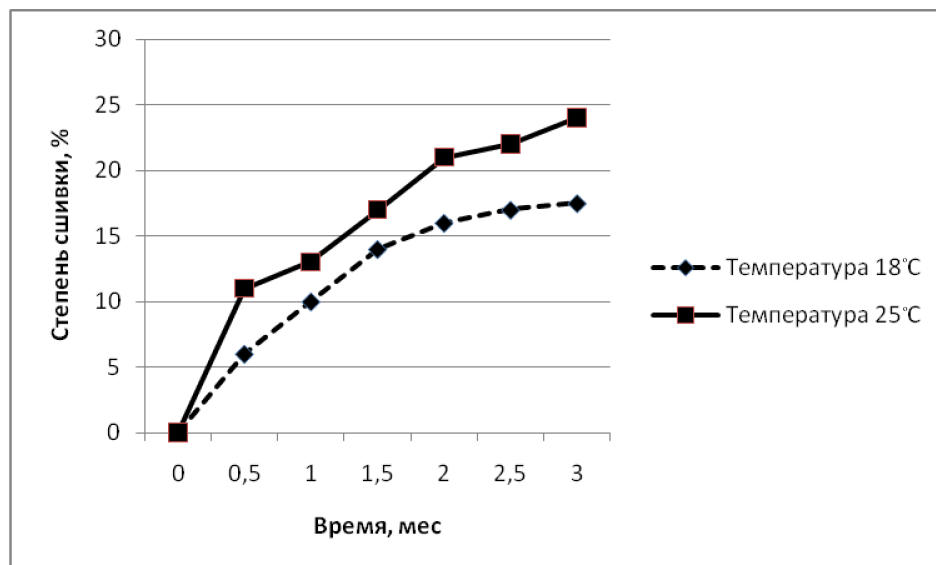


Рис. 2. Зависимость степени сшивки ПСМА от времени отверждения

линейных фракций и выделения нерастворимой сшитой гель-фракции. Экстракция проводилась в среде толуола. На рис. 2 показана зависимость степени сшивки от температуры и времени отверждения композиции.

Из приведенных графических зависимостей видно, что степень сшивки определяется как температурой, так и временем отверждения.

Вследствие наличия реакционноспособных алкоксигрупп в алкоксисиланах, а также активного  $\alpha$ -водорода в полистироле было сделано теоретическое предполо-

жение о возможности образования химических связей между этими веществами. Это предположение было подтверждено исследованиями с помощью средневолновой ИК-спектроскопии отвержденных на воздухе полимерных пленок модифицированного полистирола.

На ИК-спектрограммах четко прослеживается интенсивная полоса поглощения в области  $900-700\text{ см}^{-1}$ , которая отвечает колебаниям связи Si-C и не зависит от природы замещающих групп. В исходных компонентах эта полоса не прослеживается [5].

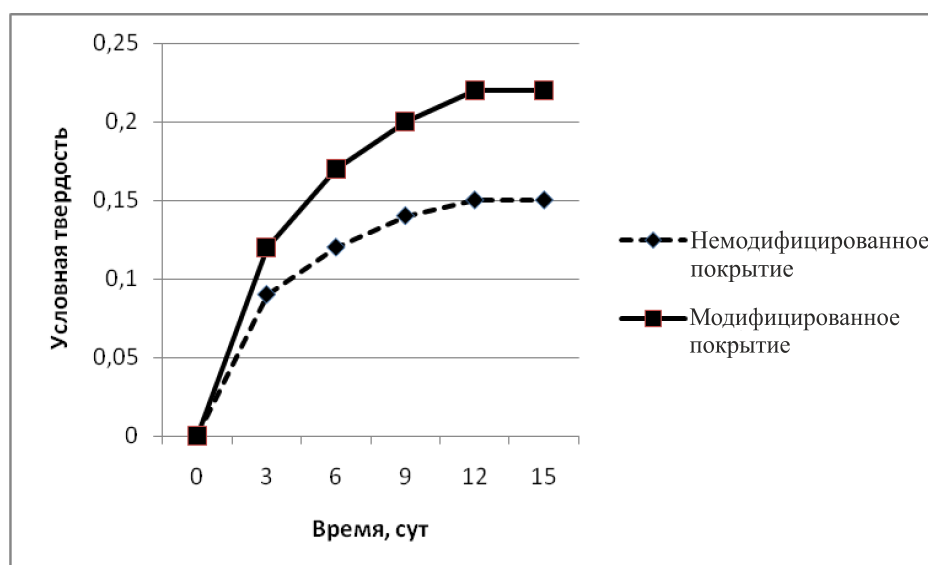


Рис. 3. Зависимость твердости покрытия на основе модифицированного и немодифицированного полистирола

Таким образом, исследования подтверждают тот факт, что, действительно, вследствие наличия реакционноспособных групп в алкоксисиланах и активных водородных заместителей в полистироле при обычных условиях образуется частично сшитый полимер, имеющий сильнейшие гидрофобные свойства. При этом возникает реальная возможность использования данной композиции не только в качестве эффективного полимерного связующего в лакокрасочных материалах, но и в качестве самостоятельного гидрофобизирующего материала [4].

Изменение структуры в процессе эксплуатации, несомненно, будет сказываться на физико-механических характеристиках покрытия, и в частности, твердости. Как показали исследования немодифицированного и модифицированного покрытий, последнее имеет более высокие значения твердости (рис. 3). Эффект объясняется как образованием трехмерной сшитой структуры, так и возможным присутствием в ком-

позиции микрочастиц диоксида кремния, образующегося при полном гидролитическом разложении алкоксисилана.

Одним из основных условий проявления высоких защитных характеристик полимерных композиций является наличие достаточной адгезии между защитным покрытием и защищаемым строительным материалом в течение всего гарантированного срока эксплуатации. Для изучения адгезионных характеристик покрытия разработанная композиция наносилась на поверхность исследуемого образца с помощью специализированной фильеры с регулируемым зазором. В качестве образца использовались шлифованные пластины бетона. На покрытие цианокрилатным клеем наклеивались стальные грибки, и проводились испытания по определению предела прочности при отрыве. На рис. 4 представлена зависимость, характеризующая значение прочности при отрыве от содержания модификатора в композиции.

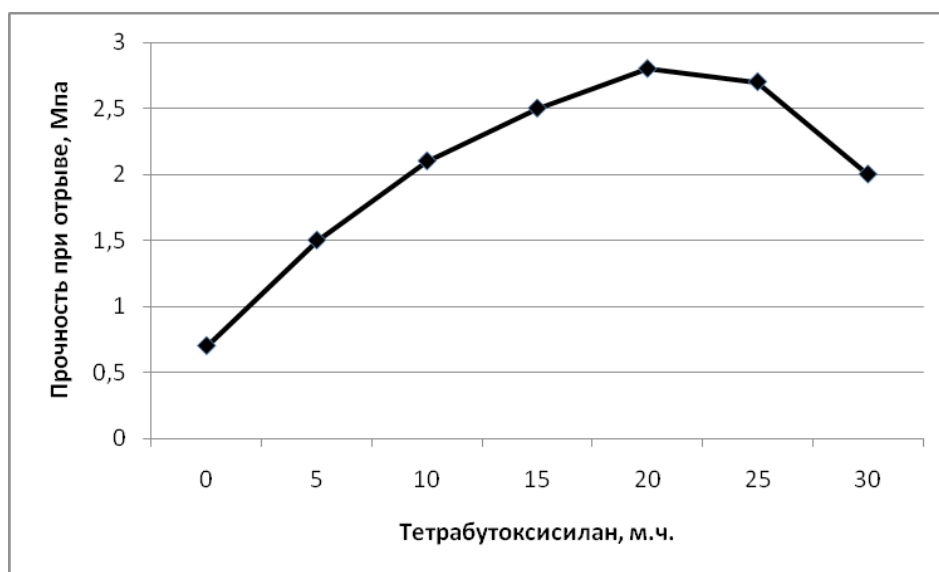


Рис. 4. Зависимость прочности покрытия при отрыве от бетона в зависимости от содержания модификатора

Добавление алкоксисилана уже в количестве 3 м.ч. на 100 м.ч. полимера приводит к резкому увеличению прочности при отрыве. Это объясняется, по всей видимости, возможным химическим взаимодействием реакционноспособных алкоксигрупп ТБС с гидроксильными группами известкового камня.

Судить об эффективности защитного материала в процессе эксплуатации можно как по изменению физико-механических характеристик самого покрытия, так и по

изменению свойств образца, защищенного этим покрытием. Так, в таблице представлены характеристики модифицированной и немодифицированной полимерных пленок после их облучения ртутно-кварцевой лампой ПРК-4 интенсивным УФ-излучением. Пленки были нанесены на стандартную подложку. Контроль осуществлялся по изменению ударной прочности пленок. Критерием ударной прочности являлось появление деформаций и микротрещин на полимерной пленке после ударного воздействия на нее

шарика прибора У-2. Результаты испытаний, представленные в таблице, показали, что модифицированные пленки в условиях интенсивного воздействия УФ-излучения подвергаются значительно меньшим измене-

ниям. Это, по-видимому, связано с высокой устойчивостью силоксановых связей, содержащихся в значительном количестве в модифицированном материале, к излучению коротковолнового оптического диапазона.

Ударная прочность пленок до и после УФ-облучения

Состав покрытия	Время выдержки, ч	Ударная прочность по У-2, кг*см	Внешний вид пленки
Полистирол немодифицированный	0	17	Прозрачная
	8	6	Помутнение
	16	-	Растрескивание
Полистирол модифицированный (ПСМА)	0	21	Прозрачная
	8	18	Прозрачная
	16	15	Легкое помутнение

**Выводы**

Таким образом, проведенные исследования показали высокую эффективность разработанного полимерного защитного покрытия на основе композиции ПСМА для защиты зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения, при этом использование в композиции вторичных полимеров, в частности ПСС, значительно снижает ее себестоимость, что дает возможность быть конкурентоспособной на строительном рынке, а использование вторичных полимеров в производстве способствует решению проблемы уменьшения загрязнения окружающей среды промышленными отходами.

**Список литературы**

1. Чухланов В.Ю., Колышева Н.А. Новые полимерные связующие на основе олигопипериленистирола и алкоксисиланов // Пластические массы. 2007. № 6. С. 15
2. Чухланов В.Ю., Никонова Н.Ю., Алексеенко А.Н. Гидрофобизирующая жидкость для бетонных и железобетонных конструкций // Строительные материалы. 2003. № 12. С. 38-39.
3. Чухланов В.Ю., Селиванов О.Г. Модификация полиорганосилоксаном связующего на основе полиуретана // Пластические массы. 2013. №9. С. 8-10.
4. Чухланов В.Ю., Усачева Ю.В., Селиванов О.Г., Ширкин Л.В. Новые лакокрасочные материалы на основе модифицированных пипериленистирольных связующих с использованием гальваношлама в качестве наполнителя // Лакокрасочные материалы и их применение. 2012. №12. С. 52-55
5. Rongqian Yao, Zude Feng, Yuxi Yu and all. Synthesis and characterization of continuous freestanding silicon carbide

films with polycarbosilane (PCS) // Journal of the European Ceramic Society. 2009. v.29. p.2079-2085

**References**

1. Chukhlanov V.Yu., Kolysheva N.A. Novye polimernye svyazujushhie na osnove oligopiperilenstirola i alkoksilsilanov // Plasticheskie massy. 2007. no. 6. P. 15
2. Chukhlanov V.Yu., Nikonova N.Ju., Alekseenko A.N. Gidrofobizirujushhaja zhidkost' dlja betonnyh i zhelezobetonnyh konstrukcij. Stroitel'nye materialy. 2003. no. 12. PP. 38-39.
3. Chukhlanov V.Yu., Selivanov O.G. Modifikacija poliorganosiloksanom svyazujushhego na osnove poliuretana // Plasticheskie massy. 2013. no.9. PP. 8-10
4. Chukhlanov V.Yu., Usacheva Ju.V., Selivanov O.G., Shirkin L.V. Novye lakokrasochnye materialy na osnove modificirovannyh piperilenstirolnyh svyazujushhih s ispol'zovaniem gal'vanoshlama v kachestve napolnitelja. // Lakokrasochnye materialy i ih primenenie. no.12, 2012. PP.52-55
5. Rongqian Yao, Zude Feng, Yuxi Yu and all. Synthesis and characterization of continuous freestanding silicon carbide films with polycarbosilane (PCS) // Journal of the European Ceramic Society. 2009. v.29. PP.2079-2085

**Рецензенты:**

Кухтин Б.Г., д.х.н., профессор, зав. кафедрой «Химия», Институт прикладной математики, информатики, нано- и биотехнологий; Владимирский государственный университет, г. Владимир;

Акулова М.В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Строительное материаловедение, специальные технологии и технологические комплексы», Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново.

Работа поступила в редакцию 24.06.2014.