

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ НА СВОЙСТВА ПЛЕНОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПЕЦОДЕЖДЫ

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE POLYMER COMPOSITION STRUCTURE ON THE FILM MATERIAL PROPERTIES FOR SPECIAL CLOTHES PRODUCTION

О.В. Метелева, Л.И. Бондаренко
O.V. Meteleva, L.I. Bondarenko

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: olmet07@yandex.ru, bondarenko.ivanovo@yandex.ru

В работе представлены результаты исследований влияния структуры исходной полимерной композиции на физико-механические свойства получаемых пленок. Пленки предназначены для проклеивания ниточных соединений защитной одежды. Показано, что изменение вязкости композиции в исследуемом интервале не оказывает существенного влияния на эксплуатационные свойства готового материала.

Ключевые слова: акрилатный латекс, вязкость, пленочный материал, физико-механические показатели свойств.

The paper presents the influence research results of the structure of the original polymer composition on the resulting films physical and mechanical properties. Films are intended for gluing of protective clothing thread connections. It is shown that the change of the composition viscosity in the studied interval does not have a significant effect on the finished material performance properties.

Keywords: acrylate latex, viscosity, film material, physical and mechanical properties.

В современных экономических условиях развитие технологии швейного производства специальных изделий из защитных материалов должно быть ориентировано на повышение качества продукции. Это возможно за счет обеспечения заданного уровня водозащитных свойств с учетом назначения, исходных свойств применяемых материалов, условий эксплуатации. Все большее расширение ассортимента водозащитных изделий из новых материалов не влечет за собой выпуск продукции более высокого уровня качества и повышение эффективности процессов ее производства, что противоречит требованиям рынка. Развитие ассортимента водозащитных материалов идет в направлении увеличения их многообразия за счет:

- расширения и дифференциации области использования,
- увеличения вариантов структурных и качественных характеристик,
- применения различных способов заключительной отделки с учетом требований потребителя,
- улучшения внешнего вида при одновременном повышении защитных свойств.

Для изготовления специальных изделий защитного назначения из разнообразных по свойствам материалов, включая пленочные материалы и материалы с полимерными покрытиями, не разработано к настоящему времени специальных клеевых пленочных материалов, способных образовывать прочные и надежные клеевые соединения [1]. Создание бесосновных самоклеящихся пленочных материалов, свойства которых дифференцированы в зависимости от назначения изделий, условий эксплуатации и свойств перерабатываемых материалов, является актуальной задачей.

Максимально удовлетворять технологическим и экономическим требованиям производства изделий из текстильных материалов может материал в виде протяженной водонепроницаемой пленки фиксированной ширины, обладающей адгезионной способностью без теплового или химического активирования к широкому спектру субстратов (терморезактивных и термопластичных). Оптимально для швейного производства, что этот материал представляет собой контактный клей, с применением которого клеевое соединение образуется без длительного приложения давления. Адгезионная способность без дополнительного активирования обеспечена постоянной остаточной липкостью клеевого материала [2].

Исходя из требований, предъявляемых к разработанному плёночному материалу для изготовления швейных изделий специального назначения, в качестве перспективных плёнообразующих при создании полимерных композиций для клеевого и неклеевого слоёв были определены водные дисперсии полимеров. Как известно, полимеры в форме водных дисперсий – латексов находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Многочисленными достоинствами таких систем являются экологическая безопасность, обеспечиваемая исключением токсичных органических растворителей, пожаробезопасность, несложность технологических методов их переработки, возможность получения из латексов таких изделий и материалов, изготовление которых из твердых полимеров невозможно или крайне затруднительно.

Акрилатные латексы – латексы каучукоподобных сополимеров акриловых (например, бутилакрилата) или метакриловых эфиров с другими мономерами (бутадиеном, стиролом, акрилонитрилом) или другими непредельными соединениями. Изделия из латексов на основе насыщенных полимеров (например, нитрилакрилатных) отличаются высокой устойчивостью к атмосферным воздействиям, к действию ультрафиолетовых лучей, озона, тепла и другим. К числу важных свойств синтетических латексов относится их плёнообразующая способность, которая определяет качество получаемых из них пленок. Большое практическое значение имеют синтетические латексы сополимеров эфиров акриловой кислоты с акрилонитрилом, метакриловой кислотой. Отсутствие двойных связей в основной цепи определяет высокую устойчивость пленок из этих латексов к различным видам старения, а наличие полярных групп – масло- и бензостойкость.

Как известно, при выборе латекса для составления полимерной композиции необходимо руководствоваться как свойствами и возможностями полимера латекса, так и коллоидно-химическими свойствами латексов [3]. Показатели рН, поверхностного натяжения, вязкости и др. играют значительную роль при составлении рецепта композиции и определении технологии её переработки.

С целью выбора оптимальной структуры исследуемых латексов для создания полимерных композиций, используемых в качестве клеевых и неклеевых слоёв самоклеющегося плёночного материала, оценивалось влияние соотношения сомономеров на физико-механические и технологические свойства латексных плёнок.

Объектами исследований являлись плёнки из латексов, которые получали путём отлива с дальнейшим высушиванием при температуре 70 °С÷90 °С. Толщину плёнок регулировали количеством латекса на подложке. Оценку физико-механических свойств латексных плёнок осуществляли стандартными методами.

С учётом выявленных особенностей по влиянию химического состава и соотношения сомономеров акрилатных латексов на свойства сформированных плёночных покрытий,

осуществлён выбор основных плёнкообразующих для использования в рецептурах клеевых и неклеевых композиций при создании технологического процесса получения самоклеящегося плёночного материала.

Условия формирования полимерных слоев из исходной композиции определяются важным структурным параметром – вязкостью. Специфическими особенностями реологического поведения обладают латексы карбоксилсодержащих полимеров. Однако характер и степень повышения вязкости зависят от содержания полимера в латексе, температуры стеклования полимера, содержания в нем карбоксильных групп и химической природы сомономеров. Вязкость латексов карбоксилсодержащих полимеров с высокой температурой стеклования сопровождается относительно небольшим содержанием карбоксильных групп (1% ÷ 5%).

Одним из широко распространенных способов регулирования вязкости латекса при его переработке является загущение. Для этой цели используется большая группа загущающих агентов, представляющих собой природные и синтетические водорастворимые полимеры. Адсорбируясь на поверхности частиц латекса, эти вещества, участвуя в образовании защитной адсорбционногидратной оболочки, увеличивают структурную вязкость. Вместе с тем загущение латекса может происходить также за счет повышения в присутствии этих веществ вязкости водной фазы.

Одно из важнейших требований, которое предъявляется к загустителям, это стабильное, неизменяющееся во времени, значение вязкости латекса. Как правило, вязкость латекса после в него загустителя существенно возрастает, достигая какого-то определенного значения, а затем в процессе хранения происходит постепенное дальнейшее увеличение вязкости. Величина вязкости для данной конкретной композиции устанавливается экспериментально с учётом химической природы подложки, толщины наносимого слоя, натяжения и скорости движения материала.

С целью выбора оптимального состава латексной композиции для формирования покрытий наносным способом оценивалось влияние различных дозировок загустителя на реологические свойства смесей и физико-механические показатели сформированных плёнок. Как было выявлено в результате экспериментальных исследований, для повышения вязкости акрилатных латексов наиболее целесообразно использовать загуститель акриловой природы.

Реологические свойства латексных смесей оценивали путём измерения вязкости с помощью японского ротационного вискозиметра "Reotest" при скорости сдвига 6 об/мин.

Как правило, в латексной технологии после смешения компонентов осуществляют так называемое «вызревание» смеси в течение 1-2 суток при комнатной температуре и медленном перемешивании. Эта операция позволяет значительно улучшить качество готовых пленок за счёт частичной астабилизации латексных глобул и более равномерного распределения веществ в смеси.

В данной работе оценивалось влияние различных дозировок акрилового загустителя на изменение вязкости, как свежеприготовленных латексных композиций, так и выдержанных в течение различного времени.

Зависимости изменения вязкости от количественного содержания загустителя и времени вызревания латексных смесей представлены на рисунке 1.

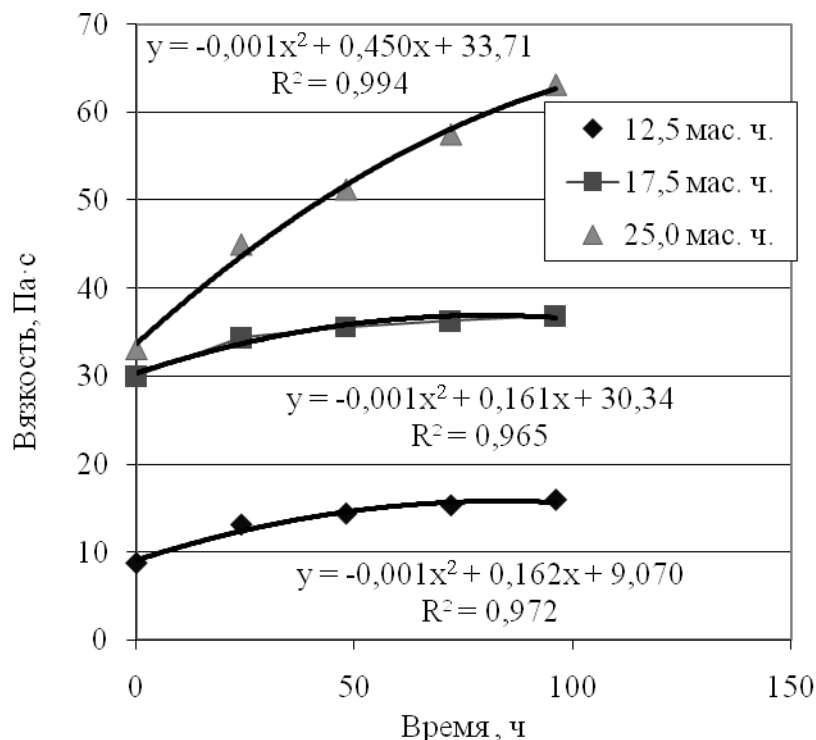


Рис. 1 Зависимость изменения вязкости от количественного содержания загустителя и времени вызревания латексных смесей

Полученные данные свидетельствуют, что процесс загущения во многом зависит от количества вводимого в латекс загустителя и времени вызревания смесей. Анализ полученных результатов свидетельствует, что структурная вязкость латексных смесей во всех случаях, независимо от количественного содержания акрилатного загустителя и времени выдержки, монотонно нарастает. При этом наибольшее увеличение вязкости (от 34 до 62 Па·с) в течение четырех суток наблюдается для систем с содержанием 25 мас. ч. загустителя.

Как следует из полученных зависимостей, в случае композиций с меньшими дозировками загустителя, а именно 17,5 и 12,5 мас. ч., изменение вязкости за то же время составляет соответственно от 30 до 37 Па·с и от 9 до 17 Па·с. Согласно полученным результатам, для свежеприготовленных латексных композиций с увеличением содержания загустителя от 12,5 мас. ч. до 25,0 мас. ч. происходит возрастание вязкости приблизительно в 4 раза, а именно от 9 Па·с до 34 Па·с. При этом, разница в значениях вязкости, достигнутой введением в латекс 17,5 мас. ч. и 25,0 мас. ч. загустителя (в пересчете на сухое вещество) незначительна и составляет 7 Па·с.

Экспериментально установлено, что для смесей, выдержанных в течение суток, максимальный эффект загущения наблюдается при дозировках загустителя от 12,5 мас. ч. до 25,0 мас. ч. Результаты исследования показали, что наиболее заметное увеличение вязкости латексных систем с содержанием 12,5 мас. ч. и 17,5 мас. ч. загустителя происходит в интервале от 1 до 5 часов. В дальнейшем вязкость смесей с указанными количествами загустителя в процессе хранения повышается незначительно.

Полученные зависимости изменения вязкости загущенных латексных композиций от времени их вызревания в течение суток представлены на рисунке 2.

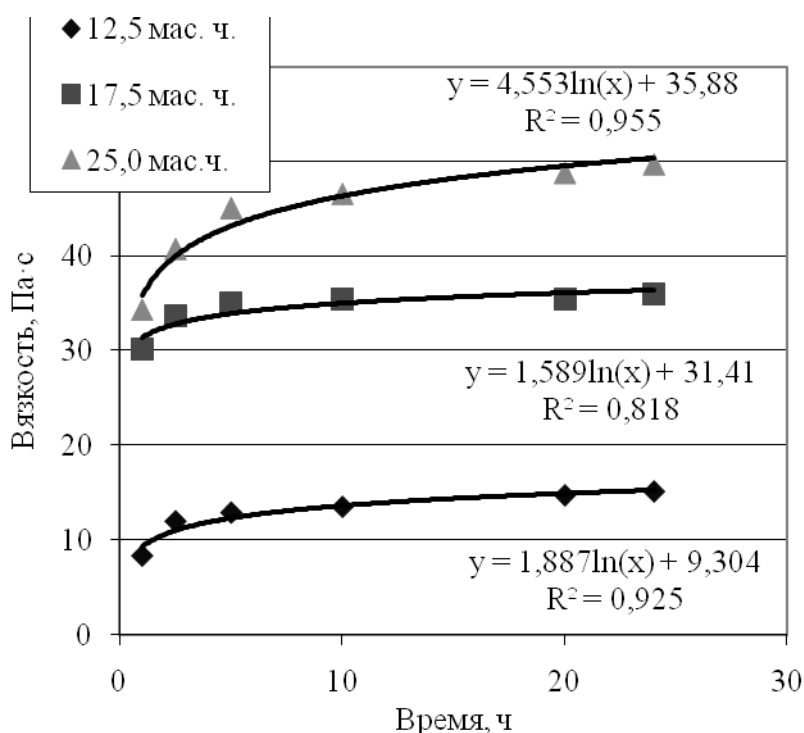


Рис. 2 Влияние времени вызревания латексных композиций на их вязкость

В результате проведенных исследований выявлено, что загущенные латексные смеси отличаются достаточной агрегативной устойчивостью во времени и переработка их не вызывает технологических затруднений. Вместе с тем, как было установлено, получение технологически вязких композиций ($\eta = 10 \div 30$ Па·с) для формирования покрытий наносным методом, характеризующихся стабильностью свойств в течение длительного времени и устойчивостью к сдвиговым деформациям, может быть достигнуто введением в латекс загустителя в количествах от 10 до 20 мас. ч. на 100 мас. ч. полимера латекса.

Как известно, к числу важных свойств синтетических латексов относится их плёнкообразующая способность, которая определяет качество получаемых из них плёнок. Результаты исследований по изучению влияния загустителя на плёнкообразующую способность сополимерного акрилатного латекса показали, что из загущенных композиций формируются качественные, бездефектные плёнки, отличающиеся однородностью.

Результаты физико-механических испытаний плёнок на основе исходного и загущенного акрилатного латекса представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-механические показатели плёнок из загущенных латексных композиций

Показатели		Исходный латекс	Количество загустителя, мас. ч.		
			12,5	17,5	25,0
1.	Прочность при растяжении, МПа	28,9	23,2	19,6	20,1
2.	Относительное удлинение, %	310	256	210	246
3.	Остаточное удлинение, %	160	140	100	123
4.	Жёсткость, сН	10,3	15,5	14,6	11,2

Согласно полученным экспериментальным данным, которые согласуются с известными литературными данными [4]-[6], введение загустителя во всех случаях приводит к некоторому падению прочностных показателей плёнок и снижению относительного и остаточного удлинений. Так, прочность плёнок из исходного латекса составляет 28,9 МПа при относительном удлинении 310% и остаточном удлинении 160 %.

По данным исследования установлено, что прочность плёнок из латексных композиций с добавками загустителя от 12,5 мас. ч. до 25,0 мас. ч. снижается до значений 23,2 и 20,1 МПа соответственно. Относительное удлинение плёнок, сформированных из составов с указанными количествами загустителя, также как и остаточное, несколько уменьшается, а именно до 256% ÷ 246% и 140% ÷ 123% соответственно. При этом, как следует из приведённых в таблице данных, введение в латекс 17,5 мас. ч. загустителя способствует более заметному снижению относительного и остаточного удлинений.

Выявлено, что увеличение дозировок загустителя в составе сополимерного акрилатного латекса приводит к повышению жёсткости плёнок. При этом, наиболее высоким показателем жёсткости (15,5 сН) характеризуются плёнки, полученные из композиций с содержанием 12,5 мас. ч. загустителя. В дальнейшем, при увеличении дозировок загустителя от 17,5 мас. ч. до 25,0 мас. ч. наблюдается некоторое снижение жёсткости, а именно до 14,6 и 11,2 сН соответственно.

Таким образом, исследованный структурный параметр акрилатного латекса – вязкость – не оказывает существенного влияния на изменение показателей физико-механических свойств пленочных покрытий и позволяет сформировать пленочный материал с требуемыми для производства защитной одежды свойствами.

Разработанный безосновный клеевой пленочный материал использован для герметизации швов спецодежды и позволил обеспечить их высокие водонепроницаемость (более 6,0 кПа), адгезионную прочность (не менее 6 Н/см) при незначительном повышении жесткости (не более 10 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бовальдинова, К.А. Получение и свойства «умных» чувствительных к давлению адгезивов на основе интерполимерных комплексов: дис. канд. хим. наук : 02.00.06 /К.А. Бовальдинова. – М.: ИНЭОС РАН, 2018. – 165с.
2. Сурикова, М.В. Соединение защитных материалов при использовании самоклеющегося пленочного материала / М.В. Сурикова, О.В. Метелева, Е.И. Коваленко // Известия вузов. Технология текст. пром-сти. – 2013. – № 5 (347). – С. 101 – 104.
3. Трофимович, Д.П. Технология переработки латексов / Д.П. Трофимович, В.А. Берестнёв. – М: ООО Издательство Научтехлитиздат, 2003. – 372 с.
4. Чалых, А.А. Влияние деформационно-прочностных характеристик полимеров на их адгезионные свойства: дис. ... канд. хим. наук : 02.00.04 / А.А.Чалых. – М.: ИОНХ РАН, 2003. – 170с.
5. Cassie, A.B.D. Large contact angles of plant and animal surfaces / A.B.D. Cassie, S. Baxter // Nature. – 1995. – № 155(3923). – P. 21–22.
6. Бойнович, Л. Б. Гидрофобные материалы и покрытия: принципы создания, свойства и применение / Л. Б. Бойнович, А. М. Емельяненко // Успехи химии. – 2008. – №77 (7). – С. 619-638.