

УДК 687.1: 66.03

УПРАВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ КОМПОЗИЦИОННОГО ПЛЕНОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Л. И. БОНДАРЕНКО, Е.В. ДЬЯКОНОВА, О. В. МЕТЕЛЕВА⁺

Ивановский государственный политехнический университет, Шереметевский пр., 21, 153000, г. Иваново, Россия

Отработаны рецептурно-технологические параметры процесса получения композиционного пленочного материала для проклеивания швов перо-пуховой одежды с учетом особенностей его применения в швейном производстве. Выполнена оценка влияния состава полимерных композиций на технологические свойства разработанного композиционного пленочного материала. Установлено, что использование этого материала обеспечивает снижение проницаемости соединений в одежде на перо-пуховом утеплителе.

Ключевые слова: акрилатные латексы, композиционный пленочный материал, коэффициент сквозной миграции, перо-пуховой утеплитель.

Введение

Одной из задач современной химии и технологии швейного производства является создание композиционных материалов нового поколения. Для применения в швейной промышленности при изготовлении водозащитных изделий из материалов с полимерными покрытиями в настоящее время широко используют вспомогательные герметизирующие ленты для проклеивания швов за счет расплавления их клеевого слоя потоком горячего воздуха при температурах 180–600 °С на специальных машинах [1–3]. При этом все более широкое распространение в различных областях жизнедеятельности человека (медицина, строительство, защита поверхностей от механических повреждений, упаковка и маркировка изделий) находят многослойные и однослойные пленочные материалы, обладающие постоянной остаточной липкостью [4, 5]. В Ивановском государственном политехническом университете разработан новый вспомогательный самоклеящийся пленочный материал (ВСПМ), представляющий собой композиционный материал, одним из слоев которого является клеевой, обладающий остаточной липкостью и способный образовывать прочные, герметичные и надежные клеевые соединения с различными текстильными материалами без длительного воздействия давления [6]. С применением этого материала разработаны технологии блокирования проницаемости ниточных соединений швейных изделий для жидких сред (водозащитные изделия) [7–

9] и твердых мелких фракций (перо-пуховой смеси в пуховых изделиях). Однако для эффективной реализации швейных технологий один и тот же ВСПМ должен обладать одновременно многими техническими характеристиками, которые должны быть ему присущи для различных условий его применения:

– для герметизации швов водозащитной одежды к жидким средам — обеспечивать высокие: адгезионную прочность — не менее 6 Н/см, эластичность — не менее 200%, эксплуатационную надежность — стойкость к агрессивным воздействиям [7–9];

– для снижения миграции перо-пухового утеплителя (ППУ) в утепленных изделиях: незначительную толщину, не влияющую на внешний вид изделия; умеренную липкость — 90–100 МПа; обеспечивать достаточно низкий коэффициент миграции ($K_{см}$) ППУ — не более 0,15–0,2 ($K_{см} = 0–0,2$ свидетельствует о высоком качестве утепленной одежды) [10].

Цель работы — обеспечение требуемых технологических параметров ВСПМ с учетом применения его для производства одежды на ППУ.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований являлись модельные образцы ВСПМ: были исследованы различные варианты ВСПМ (всего 19 вариантов — табл. 1), полученные на основе водных дисперсий акриловых полимеров [11] и отличающиеся компонентным составом и структурой.

⁺ Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: olmet07@yandex.ru

Таблица 1 — Варианты исследуемых химических составов полимерных композиций и толщины клеевого слоя ВСПМ

№ варианта ВСПМ	Состав полимерной композиции / соотношение компонентов в мас.ч.		Толщина клеевого слоя ВСПМ, мм
	армирующий слой	клеевой слой	
1	БАК-Р* / 100	Лакротэн Э-52Б	0,08
2	БАК-2Э** / 100	БАК-Н***	0,10
3	БАК-2Э / 100	БАК-Н	0,15
4	БАК-2Э / 100	БАК-Н	0,19
5	БАК-Р+БАК-2Э / 70:30	БАК-Н	0,19
6	БАК-2Э / 100	БАК-Н	0,26
7	БАК-Р / 100	БАК-Н	0,10
8	БАК-Р / 100	БАК-Н	0,17
9	БАК-Р / 100	БАК-Н	0,23
10	БАК-Р / 100	БАК-Н	0,28
11	БАК-Р / 100	БАК-Н	0,30
12	БАК-Р / 100	БАК-Н	0,34
13	БАК-Р / 100	БАК-Н	0,40
14	БАК-Р+БАК-Н / 50:50	БАК-Н	0,10
15	БАК-Р +ПФ / 99:1	БАК-Н	0,24
16	БАК-Р +ПФ / 97:3	БАК-Н	0,24
17	БАК-Р +ПФ / 95:5	БАК-Н	0,24
18	БАК-Р +ПФ / 90:10	БАК-Н	0,24
19	БАК-Р +ПФ / 80:20	БАК-Н	0,24

Примечания:

* — латекс на основе сополимеров с соотношением мономеров: БА:АН:МАК = 63:34:3;

** — латекс на основе сополимеров с соотношением мономеров: БА:АН:МАК = 73:24:3;

*** — латекс на основе сополимеров с соотношением мономеров: БА:АН:МАК = 93:5:2.

Регулирование вязкости водных дисперсий акриловых полимеров, используемых при формировании полимерных слоев, осуществляли подбором загущающего агента акриловой природы, в качестве которого служила водная дисперсия сополимера бутилакрилата, акрилонитрила и метакриловой кислоты с соотношением мономерных звеньев по массе соответственно БА:АН:МАК = 67:22:11. Реологические свойства латексных композиций оценивали путём измерения вязкости при скорости сдвига 6 об/мин с помощью ротационного вискозиметра «Reotest» (Япония). С целью улучшения пленкообразующей способности композиции и повышения эластичности готового ВСПМ в состав полимерной композиции на основе сополимерного акрилатного латекса БАК-Р осуществляли введение пластифицирующего агента (ПФ) – диоктилфталата. Количество ПФ варьировалось от 1 до 20 мас.ч. Первоначально для получения полимерной композиции при формировании клеевого слоя ВСПМ использована акриловая дисперсия марки Лакротэн Э-52Б, широко применяемая в качестве клея, обладающего высокой остаточной липкостью в нормальных условиях.

Блокирование ниточных соединений к проникновению элементов ППУ обеспечивали проклеиванием модельных образцов стеганых пакетов (рис. 1) на участке верхнего слоя чехла пухового пакета с расположением ВСПМ под материалом верха для всех вариантов пленки (табл. 1) при режиме: температура – 20–22 °С, механическое давление — 30–50 кПа, продолжительность – 1–2 с.



Рисунок 1 — Фотография стеганого пакета изделия на ППУ

Для оценки качества блокирования ниточных соединений использовали ранее разработанный способ измерения миграции ППУ и реализующий его прибор [12], позволяющие исследовать влияние механических (деформации сжатия и трепания) и химических (аквастирка в условиях промышленной химчистки) воздействий на проницаемость ниточных соединений.

Результаты и их обсуждение

При отработке рецептурно-технологических параметров получения ВСПМ для обеспечения

непроницаемости ниточных соединений в одежде на ППУ были исследованы различные варианты латексных композиций, а также режимы формирования полимерных слоев. Пленки из этих латексов обеспечивают сочетание прочности и эластичности, характеризуются высокой стойкостью к окислению и атмосферным воздействиям [13, 14]. Проведенные ранее экспериментальные исследования позволили установить влияние состава сополимеров на свойства сформированных слоев ВСПМ и целесообразность применения в качестве основного пленкообразующего для армирующего слоя акрилатного латекса БАК-Р с содержанием звеньев акрилонитрила 30–34% [15]. При выборе компонентного состава для клеевого слоя ВСПМ определяющим свойством являлась липкость, так как она характеризует адгезионную способность. Постоянная остаточная липкость обеспечивает готовность композиционного пленочного материала к использованию его без теплового или химического активирования.

Формирование полимерных слоев композиционного пленочного материала в работе осуществляли наносным методом: заданная толщина каждого полимерного слоя обеспечивалась выбором величины зазора ракельного устройства. Технологический режим получения модельных образцов ВСПМ включал: приготовление полимерных композиций для армирующего и клеевого слоёв; нанесение полимерных слоёв на антиадгезионную подложку; поочередную сушку полимерных слоёв; дублирование клеевого слоя с силиконизированной основой. Технологические режимы формирования армирующего и клеевого слоёв представлены в табл. 2.

Таблица 2 — Технологические режимы формирования армирующего и клеевого слоёв ВСПМ

Технологический режим	Значение показателя для слоев	
	армирующего	клеевого
Величина зазора: – между раклей и антиадгезионной подложкой, мм; – между раклей и армирующим слоем, мм	0,2	0,35–0,70
Масса полимерного слоя, г/м ² (по сухому остатку)	55–60	170–215
Температура сушки, °С	95–100	100–110

Настоящие экспериментальные исследования технологических и эксплуатационных свойств различных образцов ВСПМ позволили установить закономерности изменения их свойств (величины блокирующего эффекта, надежности блокирующего эффекта) при варьировании толщины клеевого слоя, химического ингредиентного и количественного состава.

В ходе экспериментальных исследований выявлено, что оптимальным соотношением адгезионной активности и когезионной прочности (прочности взаимодействия армирующего и клеевого слоев, имеющих одинаковую химическую природу) обладают клеевые слои из акрилатного латекса БАК-Н. Этот латекс имеет хорошие пленкообразующие свойства, достаточную клеящую способность, поэтому его целесообразно использовать как основу клеевого слоя. Низкое содержание в составе сополимерного латекса звеньев нитрила акриловой кислоты (от 4,5 до 5,0%) способствует получению покрытий с высокой эластичностью и остаточной липкостью [10].

С целью выбора оптимального состава латексных композиций для формирования армирующего слоя ВСПМ оценивали влияние целевых ингредиентов (загустителя, пластификатора) на технологические показатели сформированного ВСПМ. Установлено, в результате настоящих экспериментальных исследований, что при формировании покрытий наносным методом для композиций с технологически приемлемой вязкостью ($\eta = 10\text{--}30$ Па·с), характеризующихся стабильностью свойств в течение длительного времени и устойчивостью к сдвиговым деформациям, достаточно введение загустителя в количестве 10 мас.ч. на 100 мас.ч. полимера латекса.

Получено, что требуемый эффект блокирования проколов ниточных соединений за счет затекания клеевого слоя ВСПМ достигается при применении всех испытуемых его вариантов, что подтверждают микрофотографии отверстия прокола от иглы в ткани, полученные до и после проклеивания (рис. 2, увеличение в 200 раз).

Экспериментально выявлено, что рациональными структурными вариантами для получения искомого самоклеящегося пленочного материала являются ВСПМ, включающие два слоя: армирующий на основе латекса БАК-Р толщиной 0,05–0,07 мм и

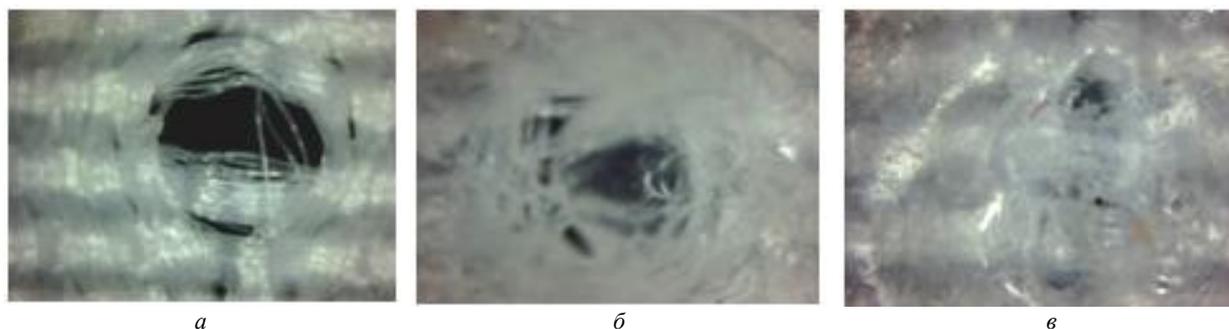


Рисунок 2 — Микрофотографии отверстия прокола от иглы: а – необработанного материала (ткань без пленки); б – после стачивания (ткань, проклеенная пленкой); в – после затекания клеевого вещества

клеевой — на основе латекса БАК-Н толщиной 0,10–0,40 мм (см. табл. 1). Применение в качестве клеевого слоя ВСПМ, полученного с использованием Лакротэна Э-52Б, показало, что его высокая остаточная липкость приводит к осложнению процесса стежкообразования из-за налипания клея на иглу и швейные нитки.

На рис. 3 показаны результаты изменения коэффициента сквозной миграции ($K_{см}$) образца пакета, выполненного по существующей в России технологии изготовления утепленной одежды на ППУ, не предполагающей специальных операций по предотвращению миграции ППУ в ниточных соединениях (без проклеивания), под воздействием 10 циклов аквастирки и пакета, изготовленного с применением различных вариантов ВСПМ, отличающихся составом латекса, используемого для его изготовления и толщиной клеевого слоя (на графике приведены результаты для вариантов пленки с наименьшим $K_{см}$). При существующей технологии $K_{см}$ достигает в новом, не подвергнутом носке, изделии 0,4 и в процессе ухода он постоянно растет, увеличиваясь после десятого цикла аквастирки в 3 раза.

Использование для проклеивания с внутренней стороны (такое расположение исключает изменение внешнего вида изделия) оптимизированного состава ВСПМ всех исследуемых вариантов (см. табл. 1) способствовало существенному снижению $K_{см}$ (в 6–8 раз). Этот эффект сохранялся и после воздействия десяти аквастирок в условиях предприятия бытовой химчистки — $K_{см}$ не превышал 0,30. Для понима-

ния происходящего процесса анализ необходимо проводить по определенным параметрам: ингредиентному составу, толщине клеевого слоя, наличию пластификатора в армирующем слое ВСПМ.

В процессе воздействия и увеличения длительности многоциклового деформирующей нагрузки при химической чистке одежды (воздействия до 10 аквастирок) и с ростом толщины клеевого слоя ВСПМ $K_{см}$ возрастал. При этом на начальных стадиях (первые 3–4 аквастирки) происходил быстрый рост $K_{см}$, затем его значения стабилизировались. Наиболее эффективный вариант ВСПМ имел толщину клеевого слоя 0,23 мм (вариант № 9). Его использование при формировании ниточно-клеявого соединения обеспечивало снижение $K_{см}$ до 0,04–0,05 (до аквастирки), в результате воздействия десяти аквастирок $K_{см}$ незначительно повышался — до 0,09–0,16. Следует отметить, что обычно верхняя одежда на ППУ служит не более 3-х лет, а значит, $K_{см}$ достигнет в этом случае величины не более 0,12. Дальнейшее увеличение толщины клеевого слоя нежелательно, т. к. это приводит к большей длительности процесса сушки полимерных слоев и вероятности появления внутренних напряжений. Вариант ВСПМ №1 показал минимальные, после воздействия многоциклового аквастирки, $K_{см}$, однако адгезионная прочность полученного клеевого соединения на его основе недостаточная (не превышала 1,5 Н/см при нормативном значении 3 Н/см). Это не позволило рассматривать возможности оптимизации технологии проклеивания с его применением.

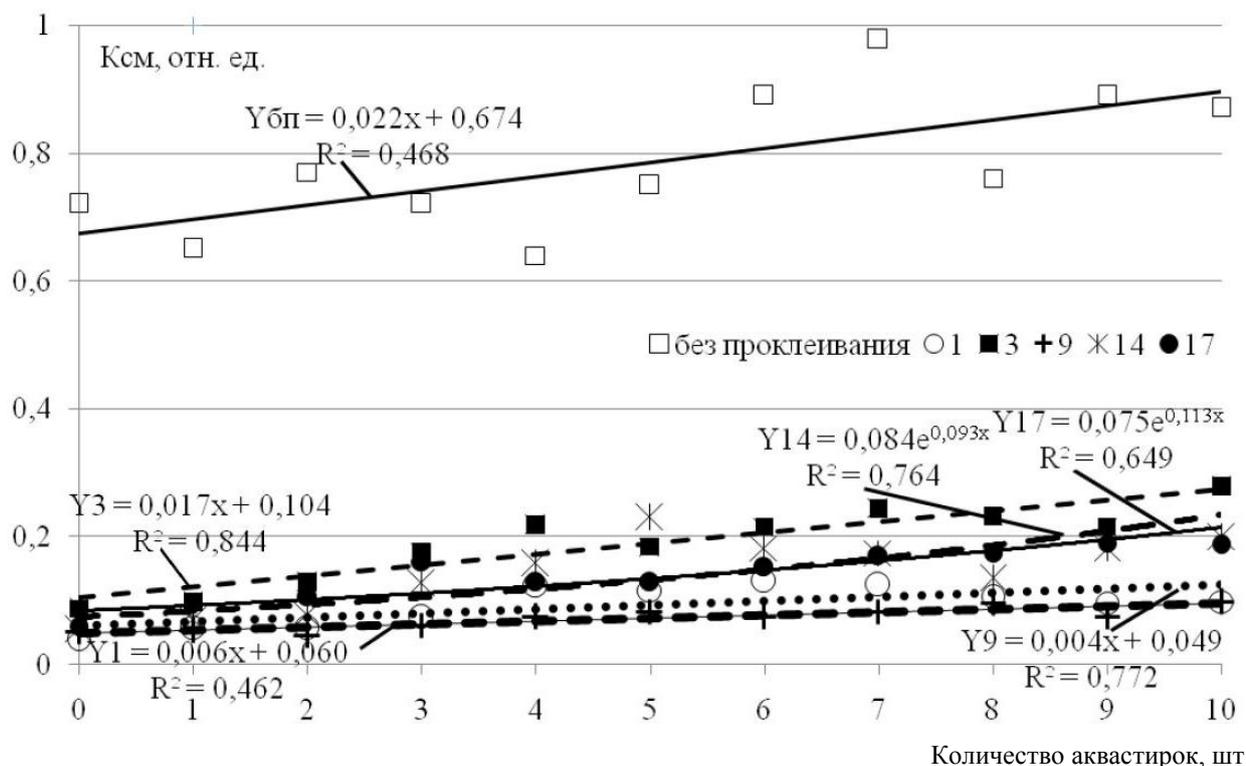


Рисунок 3 — Изменение $K_{см}$ стеганого пакета утепленного изделия, выполненного по существующей технологии и с применением различных вариантов ВСПМ, в процессе воздействия 10 циклов аквастирки

В ходе экспериментальных исследований оценивали возможность повышения эластичности ВСПМ. Установили, что введение ПФ (1–20 мас.ч.) в загущенные композиции не вызвало технологических трудностей. Полученные латексные смеси характеризовались однородностью и высокой агрегативной устойчивостью во времени. Введение ПФ в полимерные композиции способствовало повышению эластичности ВСПМ, но при этом достигнутого уровня снижения коэффициента сквозной миграции не наблюдалось.

Согласно полученным ранее данным [10] увеличение количества нитрила акриловой кислоты в сополимере способствует возрастанию жёсткости ВСПМ. В случае уменьшения содержания нитрила акриловой кислоты в сополимере происходит обратный процесс, сопровождающийся повышением липкости и снижением прочностных показателей плёнок [13, 14]. Выбранный в результате экспериментальных исследований вариант № 9 ВСПМ на основе латексов БАК-Р и БАК-Н, имеющий наилучшие результаты блокирования, также обеспечивает рациональные условия образования ниточно-клевого соединения, а именно не затрудняет процесс стежкообразования, исключает миграцию ППУ в процессе стачивания и обладает высокой адгезионной способностью к материалам изделия в процессе образования клеевого соединения (не менее 6 Н/см).

Анализ полученных данных показал, что проклеивание ниточных соединений утеплённых изделий на ППУ обеспечивает снижение миграции элементов пуховой смеси. При этом на степень проникновения ППУ через швы оказывает влияние комплекс исследованных в работе факторов, а именно: количественно-ингредиентный состав ВСПМ и толщина его клеевого слоя. В процессе эксплуатационного воздействия 10-ти аквастирок на сформированный с ВСПМ пакет материалов $K_{см}$ увеличивается на 5–7% по отношению к начальному значению после его проклеивания, что, в соответствии с установленными критериальными значениями характеризует высокое качество изделия. Стоит отметить, что для рассмотренных вариантов ВСПМ увеличение толщины клеевого слоя более 0,3 мм приводит к снижению качества получаемого соединения: $K_{см}$ повышается вследствие того, что соединяемый пакет увеличивается по толщине, одновременно увеличивая его жёсткость.

Выводы

Отработаны рецептурно-технологические параметры получения ВСПМ и предложен ниточно-клеевой способ его применения для снижения миграции ППУ через ниточные соединения утепленной одежды. Установлено, что для выполнения комплекса требований полимерные слои ВСПМ должны состоять из композиций, полученных на основе водных дисперсий акриловых полимеров БАК-Р и БАК-Н, соответственно, для армирующего

и клеевого слоев. Установлено, что для обеспечения снижения проницаемости ниточных соединений рациональная толщина клеевого слоя ВСПМ должна составлять 0,23 мм.

Выявлены закономерности влияния состава полимерных композиций и толщины клеевого слоя ВСПМ на блокирующий технологический эффект, увеличивающийся по сравнению с существующей в России технологии изготовления утепленной одежды на ППУ с ростом количества циклов аквастирки для всех ниточных соединений и всех вариантов ВСПМ.

Показано, что использование разработанного ВСПМ для проклеивания ниточных швов обеспечивает снижение $K_{см}$ в 6–8 раз по сравнению с существующей технологией изготовления изделий, не предполагающей предотвращения миграции ППУ, при сохранении достигнутого эффекта в пределах после воздействия десяти аквастирок нормы.

Обозначения

ВСПМ — вспомогательный пленочный самоклеящийся материал; $K_{см}$ — коэффициент сквозной миграции, характеризующий количество отверстий, через которые произошло проникновение пероуховой смеси, отнесенное к общему количеству отверстий от прокола иглой в строчке; ППУ — пероуховой утеплитель; ПФ — пластификатор.

Литература

1. Демидов С. PFAFF Industrie Maschinen AG. Сварка как шаг в будущее // Швейная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 11.
2. SportTex. Текстильная компания. Оборудование и ткани [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sporttex.ru>.
3. Вигопод-инфо: рекламно-информационный бюллетень ООО «СП ВИГОПОД». – 2004. – № 3.
4. Пат. 2466167 Российская Федерация, Самоклеящаяся негорючая клеевая липкая безосновная лента для переносного липкого слоя, С09J7/00; С09J7/02; С09J127/06; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственная фирма «ТЕХПОЛИКОМ» (RU) / Л.И. Аниховская, Р.И. Иванова, А.Б. Лямин, Е.В. Лещун – заявл. 2009-06-22 опублик. 10.11.2012. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2466167>.
5. Пат. 2418833 Российская Федерация, Теплопроводящая липкая лента, имеющая разную адгезию на обеих поверхностях, и способ ее изготовления, МПК С09J9/02; С09J7/00; С09J133/10 С09J133/12; заявитель и патентообладатель ЗМ ИННОВЕЙТИВ ПРОПЕРТИЗ КОМПАНИ (JP) / ЦОЙ Джеонгван (KR), СА Ун Нйоунг (KR) - заявл. 2007-06-28; опублик. 20.05.2011. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2418833>.
6. Пат. 2506296 Российская Федерация, Многослойный клеевой материал, МПК G09J 7/02; В32В 27/00; В32В 27/28; заявитель и патентообладатель Ивановский гос. политех. Университет / Е.П. Покровская, О.В. Метелева, Л.И. Бондаренко, Т.С. Савченко, Н.Н. Зайцева – № 2012107518/05; заявл. 28.02.2012; опублик. 10.02.2014. – Бюл. № 4. – Режим доступа: <http://freepatent.ru/patents/2506296>.
7. Метелева О.В. Теоретическое обоснование эффективного применения химических материалов при изготовлении защитных швейных изделий // Изв. вузов. Технология текстильной пром-сти. – 2013. – Том 346. – № 4. – С. 109–113.
8. Сурикова М.В., Метелева О.В., Коваленко Е.И. Соединение защитных материалов при использовании самоклеющегося пленочного материала // Изв. вузов. Технология текстильной пром-сти. – 2013. – Том 347. – № 5. – С. 101–104.

9. Метелева О.В., Покровская Е.П., Бондаренко Л.И., Белякова А.Н. Создание перспективных клеевых материалов для защитных швейных изделий // Электронный журнал «Сервис в России и за рубежом». – 2013. – Вып. 1(39). – Режим доступа: http://old.rguts.ru/electronic_journal/number39/contents.
10. Дьяконова Е.В. Разработка технологических основ получения ниточных соединений с пониженной проницаемостью для перо-пуховой смеси в швейных изделиях: дис. канд. техн. наук: 05.19.04. – Иваново, 2006. – 210 с.
11. Елисеева В.И. Полимерные дисперсии. – М: Химия, 1980. – 296 с.
12. Пат. 2497113 Российская Федерация, Способ оценки миграции пухо-перовой смеси и устройство для его осуществления, МПК G01N 33/36; заявитель и патентообладатель Ивановская гос. текст. академия / М.В. Горбачева, М.А. Березина, Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева – № 2012130503/15; заявл. 17.07.2012; опубл. 27.10.2013. – Бюл. № 30. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2497113>.
13. Еркова Л.Н., Чечик О.С. Латексы. – М.: Химия, 1983. – 224 с.
14. Трофимович, Д.П., Берестнёв В.А. Технология переработки латексов. – М: ООО Издательство Научтехлитиздат, 2003. – 372 с.
15. Метелева, О.В. Теоретико -технологическая разработка процессов герметизации швейных изделий для повышения водозащитных свойств: дис. докт. техн. наук: 05.19.04. – Иваново, 2007. – 421 с.

L.I. Bondarenko, E.V. Dyakonova, O.V. Meteleva

The functional properties management of the composite film material for garments

Process prescription and technological parameters of the receiving composite film material for gluing seams of feather-down clothes are fulfilled. The feature of its application in sewing production are taken into account. The influence assessment of polymeric compositions structure on the developed composite film material technological properties is executed. Using of this material provides decrease in permeability of connections in clothes on a feather-down heater.

Keywords: akrilat latex, composite film material, through migration coefficient, a feather-down heater.

Поступила в редакцию 16.10.2017

© Л.И. Бондаренко, Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева, 2017