

широкого ассортимента бытовых и технических тканей на основе безнаркотической конопли, а так же его аппаратное оформление.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ларин И.Ю. Влияние жестких волокон котонина на качество пряжи и стабильность технологического процесса прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2016. № 2. С. 69-100.
2. Патент РФ № 2497982. Способ обработки комплексных лубяных волокон и устройство для его реализации. / Ларин И. Ю., Савинов Е. Р.
3. Стокозенко В.Г., Ларин И.Ю., Воронина Е.Р., Титова Ю.В., Морыганов А.П. Влияние элементаризации льноволокна на его свойства и состав примесей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2016. № 4. С. 54-57.
4. Современные проблемы модификации природных и синтетических волокнистых и других полимерных материалов: теория и практика. Колл. монография под ред. А.П. Морыганова и Г.Е. Заикова. Гл. 2. Воздействие окислительно-восстановительных систем на природные полисахариды в процессах химической модификации лубяных волокон. (Стокозенко В. Г., Морыганов А. П.) - СПб.: Научные основы и технологии. 2012. С. 71-133.

УДК: 677.027.

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕПЕЛЛЕНТНОЙ ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### THE DEVELOPMENT OF TEXTILE MATERIALS REPELLENT FINISHING TECHNOLOGY

О.И. Одинцова, А.А. Прохорова  
O.I. Odintsova, A.A. Prokhorova

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
Ivanovo State University of Chemistry and Technology,  
E-mail: odolga@yandex.ru, prohorova.a94@yandex.ru

Разработана методика получения микроэмульсии, включающей альфа-циперметрин, на основе подобранной системы эмульгаторов, эфирного масла и стабилизатора, обеспечивающая достижение размеров капсул в нанометровом диапазоне. Методом неинвазивного обратного рассеивания проведена идентификация размеров частиц эмульсии. Оценено нанодисперсное состояние и агрегативная устойчивость экспериментальных образцов капсулированных акарицидно-репеллентных веществ (АРВ). Исследовано влияние масляных растворителей и полиэлектролитов на размер капсул АРВ.

**Ключевые слова:** репелленты; микрокапсулы; наноэмульсия; альфациперметрин; полиэлектролиты.

The technique of obtaining a microemulsion comprising alphacypermethrin, which based on the emulsifier system chosen, essential oils and the stabilizer provided achievement capsule sizes in the nanometer range, was developed. The method of non-invasive backscattering to identify the particle sizes of the emulsion was conducted. The nanodispersed state and aggregate stability experimental samples encapsulated acaricidally-repellent substances (ARS) was estimated. The influence of oil solvents and polyelectrolytes on the capsules ARS size was investigated.

**Key words:** repellent; microcapsules; nanoemulsions; alphacypermethrin; polyelectrolytes.

В последнее время задачи, стоящие перед заключительной отделкой текстильных материалов, усложнились. Негативное воздействие химической обработки тканей в сочетании с высокими требованиями к промышленным стокам, привело к поиску передовых

экологически чистых процессов отделки текстильных материалов. Новые методы поверхностной обработки тканей позволяют улучшить функциональность материалов и повысить долговечность покрытия по сравнению с традиционными способами отделки. Эти методы включают в себя иммобилизацию функциональных веществ, технологию «Layer-by-Layer» (метод самосборки), нанопокрывтия, микрокапсулирование и использование плазмы для осаждения функциональных молекул [1-3, с. 15; с. 1191; с. 42]. Все эти методы отличаются от обычных покрытий тем, что придают особые функциональные возможности для текстильных поверхностей путем достижения изменений в микро- или наноуровне, не затрагивая объемные свойства. Эти процессы улучшают функциональность с минимальным влиянием на физико-механические свойства текстильных материалов.

Полиэлектrolитные многослойные покрытия, ставшие новым способом функционализации поверхности, подходят для поверхностной обработки многих видов текстильных материалов. Механизм получения полиэлектролитной пленки основан на адсорбции противоположно заряженных полиэлектролитов на поверхности материала, путем погружения материала в растворы полиэлектролитов [4, с. 1084].

Микрокапсулирование это современный технологический процесс, который широко используется в различных промышленных и научных областях. Сущность микрокапсулирования состоит в «окружении» активного вещества (например, репеллента красителя, отдушки, противомикробного средства, фермента, антипирена и т.д.) оболочкой для его стабилизации, долговечности, для защиты от воздействия от окружающей среды, света, кислорода или других реагентов. В области текстильной промышленности, этот экономически эффективный способ можно использовать для нанесения различных функциональных агентов на ткань и достижения более высокой эффективности функциональных веществ, например, для продления срока службы ароматов, увеличения времени защитного эффекта антимикробной отделки текстильных материалов [5, с. 338].

Перспективным является использование метода микрокапсулирования для инкорпорирования акарицидно-репеллентных веществ (АРВ) в структуру текстильного материала, с целью получения пролонгированного эффекта для защиты от насекомых.

Цель работы состояла в создании экологически безопасного способа репеллентной отделки текстильных материалов основанной на сочетании приемов метода «Layer-by-Layer» и микроэмульсионного капсулирования.

В качестве полиэлектролитов были использованы: полидиаллилдиметиламмоний хлорид (ПДАДМАХ) производства ОАО «Башкирская содовая компания», город Стерлитамак - синтетический органический высокомолекулярный катионный водорастворимый полимер линейно-циклической структуры и Акремоны (ЗАО «Оргполимерсинтез», город Санкт-Петербург) – анионные полиэлектролиты на основе поликарбоновых кислот, их солей и эфиров.

Репеллентом служил альфациперметрин (АЦП) – синтетический перитроид отечественного производства, являющийся малотоксичным и более активным по сравнению с импортным аналогом – перметрином. Альфаципериметрин не растворим в воде, что предопределило выбор нетоксичного масляного растворителя, а также выбор эффективного эмульгатора для получения наноэмульсии, содержащей в своем составе репеллент.

В качестве экологически безопасного носителя для АЦП были выбраны эфирные масла, обладающие способностью отпугивать насекомых, помогая отойти от использования в качестве растворителя летучих органических веществ. Капсулирование таких масел с растворенным в них репеллентом на текстильных материалах может стать инновационной технологией для придания защитных свойств изделию и создания «интеллектуального текстиля» с заданными свойствами.

Действие эфирных масел обусловлено отпугивающим насекомых эффектом. Комары, клещи, мошки и пчелы просто не переносят запаха эфирных масел базилика, гвоздики, герани, тимьяна, литзеи, розмарина, чайного дерева, эвкалипта, цитронеллы [6, с.106].

Одним из основных показателей пригодности эфирных масел для использования в разрабатываемой системе является их способность растворять альфациперметрин и образовывать с ним эмульсию, устойчивую в течение длительного времени.

Оценка эффективности применения эфирных масел в качестве растворителя альфациперметрина приведена в табл.1. Все исследуемые эфирные масла растворяют АЦП при нагревании до 40 °С, при комнатной температуре в качестве растворителей рекомендуется использовать гвоздичное, лемонграсс и сосновое масла. Наиболее устойчивыми являются эмульсии на основе соснового, пихтового, розмаринового, эвкалиптового, мятного масел и масла чайного дерева.

Таблица 1.

Физико-коллоидные свойства эмульсий

Название масла	Удельная вязкость, $\eta$ уд.	Растворимость АЦП при температуре		Устойчивость, полученных эмульсий в течение 24 ч.
		20 °С	40 °С	
Облепиховое	55,28	-	+	Выпадение осадка
Пихтовое	0,56	-	+	Устойчива
Кедровое	14,56	-	+	Выпадение осадка
Сосновое	0,72	+	+	Устойчива
Лемонграсс	1,79	+	+	Выпадение осадка
Мятное	4,79	-	+	Устойчива
Шалфейное	7,41	-	+	Выпадение осадка
Гвоздичное	3,56	+	+	Выпадение осадка
Розмариновое	1,87	-	+	Устойчива
Чайного дерева	0,56	-	+	Устойчива
Эвкалиптовое	0,47	-	+	Устойчива

Наиболее однородными по размеру являются капсулы, полученные на основе масел розмарина, чайного дерева и мяты (Рис.1). В дальнейших исследованиях было использовано масло чайного дерева.

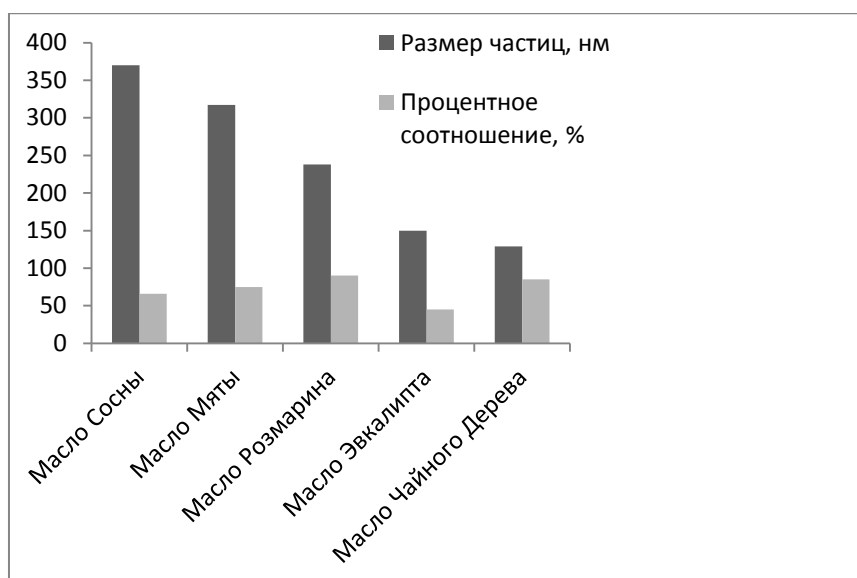
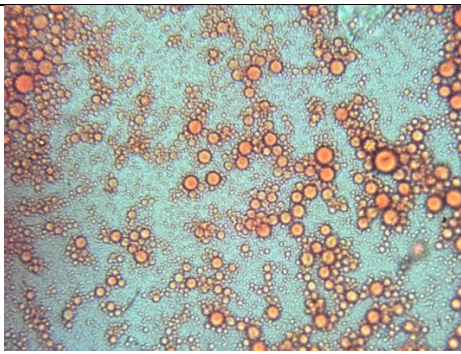
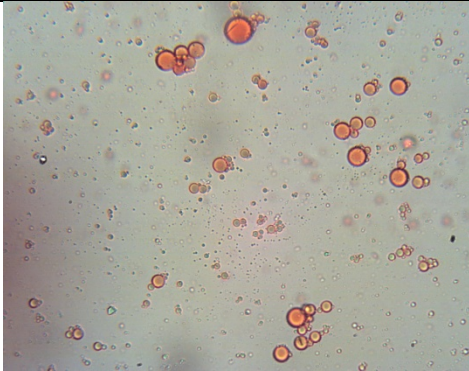
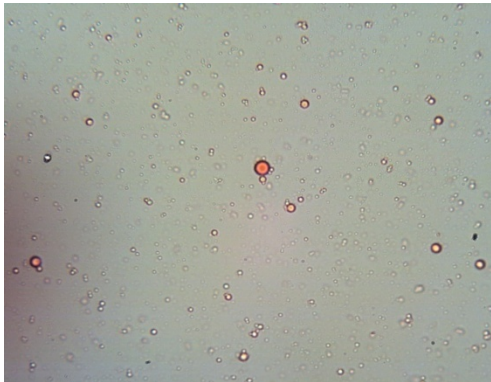


Рис 1. Исследование влияния масляных растворителей на размер получаемых в процессе капсулирования частиц

Для достижения большей стабильности эмульсий и более равномерного распределения нанокапсул по размерам проведено изучение влияния микродобавок органических нетоксичных веществ, вводимых в систему на стадии образования капсул. В результате экспериментов получены устойчивые капсулы с различной толщиной полиэлектролитной оболочки: бислойной и тетраслойной. В таблице 2 представлены фотографии капсулированных масел, выполненные с помощью электронного микроскопа.

Таблица 2.  
Электронно-микроскопическое изображение и размер капсулированных АРВ

№ п/п	Изображение и название	Размер частиц	Процентное соотношение
1	 <p>Капсулы с бислойной оболочкой при использовании масла чайного дерева и стабилизатора №1.</p>	38,25 173,6	4,7 95,3

2	 <p data-bbox="336 607 877 712">Капсулы с бислойной оболочкой при использовании масла чайного дерева и стабилизатора №2.</p>	<p data-bbox="1038 192 1145 389">0,027 9,765 128,2 676,6 1,2*10<sup>5</sup></p>	<p data-bbox="1305 192 1369 389">4,9 0,9 60,2 32,4 1,6</p>
	 <p data-bbox="300 1189 916 1294">Капсулы с тетраслойной полиэлектролитной оболочки на основе масла чайного дерева и стабилизатора №1.</p>	<p data-bbox="1038 761 1145 835">130,1 424,9</p>	<p data-bbox="1305 761 1369 835">83 17</p>

Форма полученных капсул не зависимо от природы стабилизатора и состава полиэлектролитной оболочки-шарообразная. Капсулы с бислойной оболочкой в присутствии стабилизатора №1, судя по фотографии, склонны к агрегации. Капсулы с тетраслойной оболочкой в присутствии стабилизатора имеют более 80% частиц размером 130,1 нм. Такая система оказалась достаточно устойчивой. Агрегативная устойчивость полученных составов на основе микрокапсул с введение органических микродобавок увеличивается в 5-10 раз по сравнению с обычными микроэмульсиями.

Разработанные составы наносили на целлюлозный текстильный материал, который обрабатывали послойно разноименно заряженными полиэлектролитами. Проведено определение остаточного количества альфа-циперметрина на текстильном материале после 5 стирок. Степень фиксации репеллента составляет 81-83%, и практически не зависит от времени термообработки. Использование метода послойного нанесения полиэлектролитов с внедренными в нанослой капсулами, обеспечивает эффективную иммобилизацию репеллентов на текстильном материале. Разработанная технология внедряется на предприятиях ООО «Объединение «Специальный текстиль» г. Шуя.

## ВЫВОДЫ

1. Определены наиболее устойчивые и эффективные для растворения альфациперметрина эфирные масла, способные усилить защитный эффект против насекомых.

2. Исследовано влияние различных по природе эфирных масел на однородность и размер полученных капсул. Высокая степень однородности частиц достигается при использовании эфирного масла чайного дерева, в качестве растворителя репеллента.

3. Посредством электронной микроскопии оценено влияние микродобавок органических стабилизаторов, введенных на стадии образования капсул и количества слоев полиэлектролитной оболочки, на их дисперсность и агрегативную способность. Максимальная однородность частиц при минимальном размере достигается при последовательном введении в состав микродобавки нетоксичного органического стабилизатора №1 для частиц с тетраслойной полиэлектролитной оболочкой.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьменко, В.А. Современное состояние и перспективы развития ароматной отделки текстильных материалов/ В.А. Кузьменко, О.И.Одинцова, А.И. Русанова, К.А. Малышева// Химия растительного сырья.- 2015.- № 1.- с.15-27.
2. Кузьменко, В.А. Свойства синтетических полиэлектролитов и перспективы их применения для отделки текстильных материалов / В.А. Кузьменко, А.И. Русанова, О.И. Одинцова // Журнал прикладной химии. – 2014. - Т.87. - № 9. - с.1191-1202.
3. Прохорова, А.А. Применение метода LAYER-BY-LAYER для иммобилизации акарицидных веществ на целлюлозных текстильных материалах./ А.А. Прохорова, О.И. Одинцова, Е.О. Авакова, В.А. Кузьменко // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология 2016.-Т.59 (7).- с. 42-46.
4. Gomes, A.P. Layer-by-layer deposition of antibacterial polyelectrolytes on cotton fibres/ A.P. Gomes, J.F. Mano, J.A. Queiroz, I.C. Gouveia// J Polym Environ.-2012.- Vol. 20, № 4.-P. 1084-1094.
5. Golja, B. Fragrant finishing of cotton with microcapsules: comparison between printing and impregnation/ B. Golja, B. Sumiga, P.F. Tavcer//Coloration Technology . Society of Dyers and Colourists.-2013.- Vol. 129, № 5. -P. 338-346.
6. Rafael, L. Effects of Rosmarinus officinalis and Salvia officinalis essential oils on Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) / L. Rafael, M. Israel, G. Miguel // Ind Crop Prod . - 2013. – Vol. 48. - P. 106-110.