

УДК 677.027:677.047.6

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА  
МИКРОЭМУЛЬСИОННОГО КАПСУЛИРОВАНИЯ  
ДЛЯ ПРИДАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ  
АКАРИЦИДНЫХ СВОЙСТВ\* \*\***

**USE OF THE METHOD  
OF MICROEMULSION CAPSULATION  
FOR GIVING TO TEXTILE MATERIALS  
ACARICIDE PROPERTIES**

*О.И. ОДИНЦОВА, А.А. ПРОХОРОВА, Л.С. ПЕТРОВА, Е.Л. ВЛАДИМИРЦЕВА  
O.I. ODINTSOVA, A.A. PROKHOROVA, L.S. PETROVA, E.L. VLADIMIRTSEVA*

**(Ивановский государственный химико-технологический университет)  
(Ivanovo State University of Chemical-Technology)  
E-mail: odolga@yandex.ru, prohorova.a94@yandex.ru**

*Разработана методика получения микроэмульсии, включающей акарицидное вещество, на основе подобранной системы эмульгаторов, нетоксич-*

---

\* Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием Министерства образования и науки РФ.

\*\* По материалам пленарного доклада на XIX Международном научно-практическом форуме "SMARTEX-2016" (Иваново, ИВГПУ, май 2016 г.).

*ного растворителя и стабилизатора, обеспечивающая достижение размеров капсул в нанометровом диапазоне. Показана роль катионного полиэлектролита в наноэмульсии, как стабилизатора размеров частиц и составляющего оболочки «мягких» нанокapsул, наполненных масляным раствором репеллента. Методом неинвазивного обратного рассеивания проведена идентификация размеров частиц эмульсии.*

*The technique of receiving the microemulsion including acaricide substance on the basis of the picked-up system of emulsifiers, nontoxic solvent and the stabilizer, providing achievement of the sizes of capsules in the nanometer range is developed. The role of cationic polyelectrolyte in a nanoemulsion as stabilizer of the sizes of particles and making covers of the "soft" nanocapsules filled with oil solution of a repellent is shown. The method of noninvasive return dispersion carried out identification of the sizes of particles of an emulsion.*

**Ключевые слова:** микроэмульсии, акарицидные вещества, нанокapsулы, катионные полиэлектролиты, метод неинвазивного обратного рассеивания.

**Keywords:** microemulsions, acaricide substances, nanocapsules, cationic polyelectrolytes, method of noninvasive return dispersion.

Капсулирование лекарственных препаратов и биологически активных веществ (БАВ) получило широкое применение в медицинской, химической и фармацевтической практике в качестве одного из эффективных средств контролируемой доставки биологически активного вещества в определенное место и время. Оно обладает целым рядом достоинств в сравнении с традиционными формами лекарственных препаратов и позволяет создавать новые молекулярные структуры, обладающие свойствами, полезными для различных областей: биотехнологии, клеточной терапии, диетологии, текстильной отрасли и т.п. [1].

В настоящее время все большей популярностью для создания функционального текстиля пользуется метод микро- и нанокapsулирования, в котором присутствуют приемы "Layer-by-Layer" [2]. Данная тенденция помимо универсальности и гибкости метода обусловлена способностью защищать активные ингредиенты от окисления, повышенной температуры, кислотности, щелочности, влаги и испарения, а также от взаимодействия с другими соединениями в системе, которая может привести к деградации или полимеризации. Микро-

рокапсулы синтезируют путем нанесения тонкого слоя полимера на мелкие твердые частицы, или капли жидкости, или на дисперсии твердых веществ в жидкостях. Основное содержимое высвобождается в контролируемых условиях с учетом назначения [3].

Особую актуальность приобретает метод микрокапсулирования для репеллентной отделки текстильных материалов. Костюмы с такой отделкой являются необходимым средством защиты для геологов, спасателей, военнослужащих. При помощи метода микроэмульсионного капсулирования возможно получение "умного" текстильного материала с заданными свойствами для эффективной защиты от клещей и других кровососущих насекомых.

На данный момент существуют различные технологии репеллентной отделки текстильных материалов. При этом по-прежнему остается нерешенным целый ряд проблем, основными из которых являются:

- необходимость использования плотно герметизированного оборудования;
- использование вытяжных устройств, так как в состав растворов включают растворители репеллента с резким запахом;

- недостаточная эффективность репеллентных препаратов, преимущественно импортного производства, применяемых в настоящее время.

Большой популярностью в отделочном производстве пользуются импортные препараты на основе перметрина. При обработке ими текстильного материала создается эффект пролонгированного действия, однако насекомое, прежде чем погибнуть, успевает укусить человека.

Выбор в качестве препарата для исследования альфациперметрина отечественного производства является более перспективным. Этот препарат малотоксичен, кроме того, помимо эффекта пролонгированного выделения, он обладает быстродействием – при посадке на обработанный им текстильный материал насекомое погибает, не успевая укусить человека.

В работе была предпринята попытка создания экологически безопасного способа репеллентной отделки текстильных материалов альфациперметрином, основанная на использовании метода микроэмульсионного капсулирования.

Поскольку альфациперметрин не является водорастворимым препаратом, необходимо было выбрать нетоксичный масляный растворитель, а также определить эффективный эмульгатор для получения наноэмульсии, содержащей в своем составе репеллент.

В качестве *растворителя* были использованы эфирные масла (барбарисовое, лавандовое, апельсиновое), подсолнечное

масло и оксиэтилированное подсолнечное масло. Растворение проводили при температуре 40°C. Проведенные эксперименты показали, что альфациперметрин практически не растворился в эфирных маслах; частично растворился в подсолнечном масле, но недостаточно полно эмульгировался в нем, полученные частицы идентифицировались визуально. Удовлетворительные результаты были получены только при использовании в качестве растворителя оксиэтилированного подсолнечного масла (ОПМ), синтезированного на химическом предприятии ОАО "ПО ТОС", г. Долгопрудный. В этом случае наблюдалась высокая степень растворения репеллента.

В качестве *эмульгатора* были исследованы неионогенные оксиэтилированные алкилфенолы, анионоактивные ПАВ (эмполы, карбоксипав).

Размеры частиц, образовавшихся при эмульгировании, определяли с помощью высокоэффективного двухуглового анализатора размеров частиц и молекул Zetasizer Nano ZS (ИХР РАН, г. Иваново) методом динамического рассеяния света с использованием технологии NIBS (неинвазивного обратного рассеяния).

Предварительные исследования показали, что эмульсия, содержащая в своем составе оксиэтилированный алкилфенол АФ 10, обладает наименьшим размером частиц (табл. 1 – распределение размеров частиц в присутствии оксиэтилированных алкилфенолов различных марок).

Таблица 1

| № | Состав эмульсий  | Размеры частиц, нм | Процентное соотношение, % |
|---|--|--------------------|---------------------------|
| 1 | Оксиэтилированный алкилфенол АФ 6<br>ОПМ<br>Вода                 | 786<br>2236        | 70<br>30                  |
| 2 | Оксиэтилированный алкилфенол АФ 10<br>ОПМ<br>Вода                | 8                  | 100                       |
| 3 | Карбоксипав<br>Оксиэтилированный алкилфенол АФ 10<br>ОПМ<br>Вода | 81<br>400          | 77<br>23                  |

Данные, полученные с применением оксиэтилированного алкилфенола АФ 6 подтверждают известный факт [4], что критическая концентрация мицеллообразования снижается с увеличением длины углеводородного радикала.

На следующем этапе работы в эмульсии с растворенным в ОПМ репеллентом, неионогенным и анионоактивным ПАВ вводили различные полиэлектролиты. В присутствии катионного полиэлектролита – полидиаллилдиметиламмоний хлорида (ПДАДМАХ), достигаются минимальные размеры частиц. Было сделано предположение, что, возможно, ПДАДМАХ выполняет функцию стабилизатора эмульсии, препятствуя агрегированию частиц, не да-

вая им слипаться, а также формирует оболочку частицы полученной капсулы, взаимодействуя с анионоактивным ПАВ (табл. 2 – распределение размеров частиц в присутствии стабилизатора и катионного и анионного ПАВ).

Чтобы повысить эффективность эмульгирования, были предприняты попытки воздействия на размер частиц полученной микроэмульсии с ПДАДМАХ при помощи ультразвуковой обработки. Анализируя данные, представленные в табл. 3 (влияние УЗ-обработки на размеры частиц в эмульсии), установили факт однородности размеров частиц микроэмульсии после УЗ-обработки. Оптимальные результаты получены при длительности ультразвукового воздействия 300 с.

Таблица 2

| № | Состав композиции                  | Размеры частиц, нм | Процентное соотношение, % |
|---|------------------------------------|--------------------|---------------------------|
| 1 | ОПМ                                | 653                |                           |
|   | Альфациперметрин                   |                    | 60                        |
|   | Оксиэтилированный алкилфенол АФ10  | 73                 | 32                        |
|   | Карбоксилав                        | 21                 | 8                         |
| 2 | ОПМ                                |                    |                           |
|   | Альфациперметрин                   |                    |                           |
|   | Оксиэтилированный алкилфенол АФ 10 | 64                 | 54                        |
|   | Карбоксилав                        | 33                 | 46                        |
|   | ПДАДМАХ                            |                    |                           |
|   | Вода                               |                    |                           |

Таблица 3

| Время УЗ-обработки, с | Размеры частиц, нм | Процентное соотношение, % |
|-----------------------|--------------------|---------------------------|
| 30                    | 340                | 98,9                      |
| 60                    | 278                | 90                        |
| 180                   | 316                | 93                        |
| 300                   | 254                | 98,9                      |

## ВЫВОДЫ

1. С помощью метода микроэмульсионного капсулирования получены частицы репеллента в нанометровом диапазоне в совокупности с электростатической самосборкой нанослоев полиэлектролитов, формирующих оболочку частицы.

2. Определены оптимальные временные параметры ультразвукового воздействия на эмульсию, обеспечивающие достижение равномерного распределения инкапсулированной формы репеллента по размерам.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кровелец А.А., Тырсин Ю.А., Быковская Е.Е. Применение нано- и микрокапсулирования в фармацевтике и пищевой промышленности // Вестник Российской академии естественных наук. – 2013, № 1. С.79...84.
2. Кузьменко В.А., Одинцова О.И., Русанова А.И., Малышева К.А. Современное состояние и перспективы развития ароматной отделки текстильных материалов // Химия растительного сырья. – 2015, №1. С.15...27.
3. Кузьменко В.А., Русанова А.И., Одинцова О.И. Свойства синтетических полиэлектролитов и перспективы их применения для отделки текстильных

материалов // Журнал прикладной химии. – 2014, Т.87, № 9. С.1191...1202.

4. Плетнев М.Ю. Поверхностно-активные вещества и композиции: Справочник. / Под ред. М.Ю. Плетнева. – М.: ООО "Фирма Кламель", 2002.

#### REFERENCES

1. Krovelec A.A., Tyrsin Ju.A., Bykovskaja E.E. Primenenie nano- i mikrokapulirovanija v farmaceutike i pishhevoj promyshlennosti // Vestnik Rossijskoj akademii estestvennyh nauk. – 2013, № 1. S.79...84.

2. Kuz'menko V.A., Odincova O.I., Rusanova A.I., Malysheva K.A. Sovremennoe sostojanie i perspektivy

razvitija aromatnoj odelki tekstil'nyh materialov // Himija rastitel'nogo syr'ja. – 2015, №1. S.15...27.

3. Kuz'menko V.A., Rusanova A.I., Odincova O.I. Svojstva sinteticheskikh polijelektrolitov i perspektivy ih primeneniya dlja odelki tekstil'nyh materialov // Zhurnal prikladnoj himii. – 2014, Т.87, № 9. S.1191...1202.

4. Pletnev M.Ju. Poverhnostno-aktivnye veshhestva i kompozicii: Spravochnik. / Pod red. M.Ju. Pletneva. – М.: ООО "Firma Klavel", 2002.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 04.05.16.