

ВНЕДРЕНИЕ АКАРИЦИДНОЙ ОТДЕЛКИ В ПРОИЗВОДСТВО**А.А. Малыгина¹, С.В. Королев², О.И. Одинцова¹, Е.Н. Чернова²**

¹Кафедра химической технологии волокнистых материалов, Ивановский государственный химико-технологический университет, просп. Шереметевский, 7, Иваново, Российская Федерация, 153000

²ООО «Специальный текстиль», Советская ул., 12а, Шуя, Ивановская обл., Российская Федерация, 155900
E-mail: prohorova.a94@yandex.ru, info@smart-textile.ru, odolga@yandex.ru, chernova@smart-textile.ru

С древних времен люди озадачены поиском эффективных средств защиты против насекомых. Соки различных растений и масла позволяют отпугивать различные виды мошки, гнусов, комаров и т.д. Однако до настоящего времени остается нерешенной задача эффективной борьбы с клещами. С каждым годом повышается число опасных заболеваний, которые они переносят. Для решения этой проблемы предложен современный метод микрокапсулирования, который позволяет заключать акарицидное вещество в долговечную оболочку, способствуя его пролонгированному выделению и отсутствию контакта с кожей человека. Полученная дисперсия нано- и микрокапсул с таким веществом способна храниться в условиях производства в течение длительного времени, и ее применение не требует специфического аппаратного оформления и использования летучих органических растворителей. В условиях производства отработан способ нанесения акарицидного вещества на текстильные материалы и определено его остаточное количество на ткани. Выявлены оптимальные температурно-временные параметры нанесения и фиксации капсул на ткани. Подобраны технологические проводки закрепления микрокапсул на волокне при помощи экологически безопасного катионного полиэлектролита. Разработана модель костюма с микрокапсулами, и доработаны ее конструктивные особенности, добавлены специальные карманы-ловушки для дополнительной механической защиты против клещей, создавая двойной барьер защиты от этих опасных насекомых. Предложена дополнительная пропитка этих ловушек дисперсией микрокапсул. Проведен ряд успешных полевых испытаний костюмов в различных очагах клещевых инфекций. Получено положительное заключение по эффективности защиты от клещей. Успешно осуществляется продажа разработанных костюмов в массовом сегменте потребителей.

Ключевые слова: акарицидное вещество, костюмы против клещей, ловушки против насекомых, противоклещевая отделка, микрокапсулы

INTRODUCTION OF ACARICIDE FINISHING INTO PRODUCTION**A.A. Malygina¹, S.V. Korolev², O.I. Odintsova¹, E.N. Chernova²**

¹Department of Chemical Technology of Fibrous Materials, Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Sheremetevsky ave., 7, Ivanovo, 153000, Russian Federation

²ООО "Special textiles", Sovetskaya St., 12a, Shuya, Ivanovo region, 155900, Russian Federation

E-mail: odolga@yandex.ru, info@smart-textile.ru, prohorova.a94@yandex.ru, chernova@smart-textile.ru

Since ancient times, people have been puzzled by the search for effective insect protection. The juice of various plants and oils can repel various types of midges, mosquitoes, etc. However, the task of effective tick control remains unresolved to date. The number of dangerous diseases they carry is increasing every year. To solve this problem, a modern microcapsulation method has been proposed, which allows the acaricidal substance to be enclosed in a durable shell, contributing to its prolonged release and lack of contact with human skin. The resulting dispersion of nano- and microcapsules with such a substance can be stored in production conditions for a long time and its

use does not require specific hardware design and the use of volatile organic solvents. Under production conditions, a method for applying an acaricidal substance to textile materials has been developed and its residual amount on the fabric has been determined. The optimal temperature and time parameters of capsule application and fixation on the tissue have been identified. Technological wiring for fixing microcapsules on fiber using an environmentally cationic polyelectrolyte has been selected. A suit model with microcapsules has been developed and its design features have been improved, special trap pockets have been added for further mechanical protection against ticks, creating a double barrier of protection against these dangerous insects. An additional impregnation of these traps with microcapsule dispersion is proposed. A number of successful field trials of suits have been conducted in various foci of tick-borne infections. A positive conclusion was received on the effectiveness of protection against ticks. The sale of the designed costumes is successfully carried out in the mass segment of consumers.

Keywords: acaricidal substance, anti-mite suits, insect traps, anti-mite finishing, microcapsules

Для цитирования:

Малыгина А.А., Королев С.В., Одинцова О.И., Чернова Е.Н. Внедрение акарицидной отделки в производство. *Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва)*. 2025. Т. LXIX. № 4. С. 83–87. DOI: 10.6060/rcj.2025694.13.

For citation:

Malygina A.A., Korolev S.V., Odintsova O.I., Chernova E.N. Introduction of acaricide finishing into production. *Ros. Khim. Zh.* 2025. V. 69. N 4. P. 83–87. DOI: 10.6060/rcj.2025694.13.

ВВЕДЕНИЕ

Во все времена человечество сталкивается с проблемой борьбы против различного вида насекомых. В разных климатических условиях их может быть большое множество, но инфекции, которые они переносят всегда могут нанести непоправимый ущерб здоровью человека, а иногда, могут привести к летальному исходу. В настоящее время в Ивановской области возрастает число выявленных клещей с боррелиозом, что создает серьезную угрозу при отдыхе и работе на природе [1–8].

Изначально были широко распространены природные вещества, отпугивающие насекомых, например, сок растений, травы, масла и т.д. Однако эти природные средства обладают существенным недостатком: их эффективность крайне недолговечна. Легколетучие компоненты быстро испаряются под воздействием солнечного света, ветра и высокой температуры, практически полностью теряя свои отпугивающие свойства уже через несколько часов после нанесения. Современная химическая промышленность внесла большой вклад в разработку препаратов длительного действия, позволяющих защищать человека в любых природных условиях от мошки, гнуса, клещей, mosquitos. Предлагаемые препараты обладают большим недостатком: контактом с кожей и дыхательными путями человека. Несмотря на доказанную эффективность их защиты, существует риск возникновения

аллергических реакций у различных слоев населения. В связи с этим было предложено заключать акарицидные вещества в микрокапсулы, наносить их на ткань, которая станет основой для создания одежды второго слоя, например, защитных костюмов [9–18]. При этом будет отсутствовать контакт с кожей и органами дыхания человека за счет заключения вещества против насекомых, растворенным в экологически безопасном растворителе, в капсулу и дополнительным слоем одежды под костюмом. Важно не только разработать эффективную технологию защиты против насекомых, но и успешно внедрить ее в производство, доказать эффективность в полевых условиях. Для этого была проведена серия испытаний разработанной технологии на производственном участке объединения «Специальный текстиль», Россия, г. Шуя с последующими полевыми испытаниями в природных условиях [18–21].

Цель исследования заключалась в разработке экологически безопасной технологии отделки текстильных материалов против насекомых (клещей, гнуса и т.д.) с последующим внедрением в производство.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В качестве репеллентного вещества выбран альфа-циперметрин, который является синтетическим пиретроидом эффективного действия против различных видов насекомых. Для его включения в

капсулу был опробован ряд экологически безопасных растворителей – эфирные масла розмарина, эвкалипта, чайного дерева и оксиэтилированное рапсовое масло, вместе они составляли ядро капсулы, далее на ядро последовательно наносили полиэлектrolиты противоположного заряда с промежуточным введением эмульгатора. Дисперсию капсул масло в воде получали путем перемешивания на мешалке в течение 5 мин между каждым введенным слоем полиэлектrolитов и эмульгаторов при комнатной температуре. Контроль получения капсул проводили методом динамического рассеяния света и оптической, а также сканирующей электронной микроскопии. Нанесение капсул на ткань осуществляли методом пропитки с последующим закреплением катионным полиэлектrolитом после промежуточной конвективной сушки. В заключении проводили контактную сушку при 130 °С в течение 2 мин. Защитные свойства костюмов из обработанной ткани оценивали путем определения коэффициента защитного действия (КЗД) и длительности защитного действия костюма.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Эффективность защиты от насекомых может обеспечить пролонгированное выделение акарицидного вещества из капсулы. Для этого была отработана методика получения дисперсий микрокапсул с альфа-циперметрином. Подобран его эффективный экологически безопасный растворитель (оксиэтилированное рапсовое масло) и ряд полиэлектrolитов и эмульгаторов, которые вошли в состав дисперсии. В результате многократного воспроизведения эксперимента установлено, что дисперсия устойчива до шести месяцев, что позволяет эффективно использовать ее в условиях промышленного производства. Пример размерных характеристик и изображения нано- и микрокапсул дисперсии, полученной в производственных условиях представлен в таблице.

Подобраны оптимальные условия перемешивания и температурно-временные параметры получения состава (температура при н.у., время перемешивания 5 мин при 3000 об/мин). Размер частиц микрокапсул в среднем варьировался в нано- и микродиапазоне (80-350 нм). В условиях производства отработан способ нанесения микрокапсул на текстильный материал, который включал в себя пропитку дисперсией на оборудовании периодического действия, конвективную подсушку в сушильном шкафу, пропитку в растворе катионного закрепителя и контактную сушку на гладильном катке. Из обработанной ткани были изготовлены костюмы

с дополнительными защитными ловушками, конструкция костюмов дополнена конструктивным элементом механической защиты от насекомых в виде защитной сетки на капюшоне (рис. 1, 2).

Таблица 1

Размерные характеристики и оптическое изображение полученной дисперсии с акарицидным веществом
Table 1. Dimensional characteristics and optical image of the obtained dispersion with an acaricidal substance

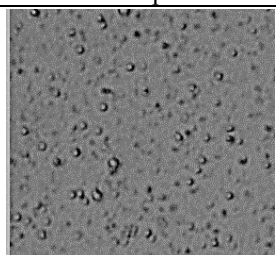
Размеры частиц дисперсии, нм / процентное соотношение, %	Оптическое изображение нано- и микрокапсул дисперсии, увеличение 400 крат
80/76 350/24	
80/54 210/46	
98/80 165/20	



Рис. 1. Костюм, изготовленный из ткани, обработанной дисперсией микрокапсул с акарицидным веществом

Fig. 1. Suit made from fabric treated with a dispersion of microcapsules containing an acaricidal substance



Рис. 2. Конструктивная особенность костюма в виде дополнительной противомоскитной сетки на капюшоне

Fig. 2. The design feature of the suit in the form of an additional mosquito net on the hood

Разработанный костюм прошел успешные полевые испытания в природном очаге клещевого энцефалита (Иркутск и ХМАО), получены высокие значения по длительности защитного действия костюма (более 20 сут.) и коэффициента защитного действия (98,2% от клещей и 95,8% от гнуса). С 2019 г. и по настоящее время осуществляются продажи костюмов с акарицидной отделкой, на начало клещевого сезона в 2019 г. была выпущена первая пилотная партия костюмов, производство которых увеличивается каждый год.

ВЫВОДЫ

Разработана технология получения дисперсии с акарицидным веществом. Доказана устойчивость микрокапсул во времени. Опробован способ пропитки ткани в условиях производства и доказана защитная эффективность изготовленных из нее костюмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кокшаров С.А. // *Текстиль*. 2003. Т. 1. № 3. С. 34-42.
2. URL: <https://37.rospotrebnadzor.ru/document/11437/> (Дата обращения: 12.05.2025).
3. Разуваев А.В. // *Текстильная промышленность*. 2009. № 5. С. 36-39.
4. Pattanayak B. // *International Journal of Research and Development in Pharmacy and Life Sciences*. 2015. V. 4. N 5. P. 1760-1765.
5. Липина А.А., Одинцова О.И., Антонова А.С., Носкова Ю.В. // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. 2019. Т. 383. № 5. С. 130-135.
6. Еремينا О.Ю., Ибрагимхалилова И.В., Бендрышева С.Н. // *Средства и технологии*. 2012. Т. 84. № 4. С. 27-33.
7. Разуваев А.В. // *Химия и жизнь*. 2012. № 5. <https://hi-j.ru/read/issues/2012/may/1023/>. (Дата обращения: 03.05.2025).
8. Lipina A.A., Khakhin S.N., Odintsova O.I., Vladimirtseva E.L., Avakova E.O. // *Russ. J. Gen. Chem.* 2020. V. 90. N 9. P. 1781-1786. DOI: 10.1134/S1070363220090315.
9. Lipina A.A., Petrova L.S., Erzunov K.A., Odintsova O.I., Il'icheva M.D. // *Fibre Chemistry*. 2022. V. 53 (6). P. 412-414. DOI: 10.1007/s10692-022-10316-3.
10. Липина А.А., Петрова Л.С., Одинцова О.И., Козлова О.В., Владимирцева Е.Л., Смирнова С.В., Ильичева М.Д. // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2022. Т. 65. Вып. 6. С. 97-104. DOI: 10.6060/ivkkt.20226506.6628.
11. Одинцова О.И., Владимирцева Е.Л., Козлова О.В., Смирнова С.В., Липина А.А., Петрова Л.С., Ерзунов К.А., Константинова З.А., Зимнуров А.Р., Быков Ф.А., Мельников А.Г. // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2023. Т. 66. Вып. 7. С. 173-184. DOI: 10.6060/ivkkt.20236607.6844j.
12. Одинцова О.И., Прохорова А.А., Владимирцева Е.Л., Петрова Л.С. // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2017. № 1. С. 332-336.
13. Чернова Е.Н. // *Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы*. 2019. Ч. 2. С. 56-58.

Работа выполнена в рамках Государственного задания на выполнение НИР, тема № FZZW-2023-008 и с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

The work was carried out within the framework of the State Assignment for Research, topic No. FZZW-2023-008 and using the resources of the Center for the Collective Use of Scientific Equipment of ISUCT (with the support of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Agreement № 075-15-2021-671).

The authors declare the absence of a conflict of interest warranting disclosure in this article.

REFERENCES

1. Koksharov S.A. // *Textile*. 2003. V. 1. N. 3. P. 34-42. (in Russian).
2. URL: <https://37.rospotrebnadzor.ru/document/11437/> (Access date: 12.05.2025). (in Russian).
3. Razuvaev A.V. // *Textile industry*. 2009. N. 5. P. 36-39 (in Russian).
4. Pattanayak B. // *International Journal of Research and Development in Pharmacy and Life Sciences*. 2015. V. 4. N 5. P. 1760-1765.
5. Lipina A.A., Odintsova O.I., Antonova A.S., Noskova Yu.V. // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2019. V. 383. N 5. P. 130-135. (in Russian).
6. Eremina O.Yu., Ibragimkhalilova I.V., Bendrysheva S.N. // *Tools and technologies*. 2012. V. 84. N 4. P. 27-33. (in Russian).
7. Razuvaev A.V. // *Chemistry and Life*. 2012. N 5. <https://hi-j.ru/read/issues/2012/may/1023/>. (Access date: 03.05.2025). (in Russian).
8. Lipina A.A., Khakhin S.N., Odintsova O.I., Vladimirtseva E.L., Avakova E.O. // *Russ. J. Gen. Chem.* 2020. V. 90. N 9. P. 1781-1786. DOI: 10.1134/S1070363220090315.
9. Lipina A.A., Petrova L.S., Erzunov K.A., Odintsova O.I., Il'icheva M.D. // *Fibre Chemistry*. 2022. V. 53 (6). P. 412-414. DOI: 10.1007/s10692-022-10316-3.
10. Lipina A.A., Petrova L.S., Odintsova O.I., Kozlova O.V., Vladimirtseva E.L., Smirnova S.V., Ilyicheva M.D. // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2022. V. 65. N 6. P. 97-104. (in Russian). DOI: 10.6060/ivkkt.20226506.6628.
11. Odintsova O.I., Vladimirtseva E.L., Kozlova O.V., Smirnova S.V., Lipina A.A., Petrova L.S., Erzunov K.A., Konstantinova Z.A., Zimnurov A.R., Bykov F.A., Melnikov A.G. // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2023. V. 66. N 7. P. 173-184. (in Russian). DOI: 10.6060/ivkkt.20236607.6844j.
12. Odintsova O.I., Prokhorova A.A., Vladimirtseva E.L., Petrova L.S. // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii*,

14. **Ocepek B., Forte-Tavčer P.** // *Tekstilec*. 2016. V. 59. N 4. P. 278-288. DOI: 10.14502/Tekstilec2016.59.278-288.
15. **Jyothi Sri S., Seethadevi A., SuriaPrabha K., Muthuprasanna P., Pavitra P.** // *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. 2012. V. 3. P. 509-531.
16. **Гутнова Т.С., Компанцев Д.В., Гвозденко А.А., Крамаренко В.Н., Блинов А.В.** // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2021. Т. 64. Вып. 5. С. 98-105. DOI: 10.6060/ivkkt.20216405.6399.
17. **Кузьменко В.А., Русанова А.И., Одинцова О.И.** // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2014. Т. 57. Вып. 6. С. 102-104.
18. **Власкина Е.С., Соотц Ю.Н., Липина А.А., Яминзода З.А., Одинцова О.И.** // *Рос. хим. ж.* 2024. Т. LXVIII. №. 4. С. 110-122. DOI: 10.6060/rcj.2024684.14.
19. **Arefin P., MdShehan H., Chakraborty D. et al.** // *International Journal of Pharmaceutical Chemistry and Analysis*. 2020. V. 7. P. 155-160. DOI: 10.18231/j.ijpca.2020.025.
20. **Gupta A.K., Dey B.K.** // *Sunsari Tech Coll J*. 2013. V. 1. P. 48-54. DOI:10.3126/stcj.v1i1.8660.
21. **Королев С.В., Одинцова О.И., Липина А.А., Чернова Е.Н., Королев Д.С.** // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. 2019. Т. 384. № 6. С. 55-61.
13. **Chernova E.N.** // *Journal Physics of fibrous materials: structure, properties, high technology and materials*. 2019. Part 2. P. 56-58 (in Russian).
14. **Ocepek B., Forte-Tavčer P.** // *Tekstilec*. 2016. V. 59. N 4. P. 278-288. DOI: 10.14502/Tekstilec2016.59.278-288.
15. **Jyothi Sri S., Seethadevi A., SuriaPrabha K., Muthuprasanna P., Pavitra P.** // *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. 2012. V. 3. P. 509-531.
16. **Gutnova T.S., Compansev D.V., Gvozdenko A.A., Kramarenko V.N., Blinov A.V.** // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]* 2021. V. 64. N 5. P. 98-105. (in Russian). DOI: 10.6060/ivkkt.20216405.6399.
17. **Kuzmenko V.A., Rusanova A.I., Odintsova O.I.** // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]* 2014. V. 57. N 6. P. 102-104 (in Russian).
18. **Vlaskina E.S., Soots Yu.N., Lipina A.A., Yaminzoda Z.A., Odintsova O.I.** // *Ros. Khim. Zh.* 2024. V. LXVIII. N 4. P. 110-122. (in Russian). DOI: 10.6060/rcj.2024684.14.
19. **Arefin P., MdShehan H., Chakraborty D. et al.** // *International Journal of Pharmaceutical Chemistry and Analysis*. 2020. V. 7. P. 155-160. DOI: 10.18231/j.ijpca.2020.025.
20. **Gupta A.K., Dey B.K.** // *Sunsari Tech Coll J*. 2013. V. 1. P. 48-54. DOI:10.3126/stcj.v1i1.8660.
21. **Korolev S.V., Odintsova O.I., Lipina A.A., Chernova E.N., Korolev D.S.** // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2019. V. 384. N 6. P. 55-61. (in Russian).

Поступила в редакцию 09.07.2025

Принята к опубликованию 13.08.2025

Received 09.07.2025

Accepted 13.08.2025