

УДК 677.027.62:620.3(043.2)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АРОМАТНОЙ ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ОБЗОР)

© В.А. Кузьменко*, О.И. Одинцова, А.И. Русанова, К.А. Малышева

Научно-исследовательский институт термодинамики и кинетики химических процессов Ивановского государственного химико-технологического университета, пр. Шереметевский, 7, Иваново, 153000 (Россия), e-mail: odolga@yandex.ru

Представлен обзор научной литературы, характеризующий основные направления современных исследований по созданию текстильных материалов с функцией пролонгированной ароматизации. Описан механизм распознавания запахов человеком и влияние эфирных масел и ароматических соединений на человеческий организм. Рассмотрены различные методы формирования микрокапсул, включающих ароматизирующие вещества: метод межфазной полимеризации мономеров, когда на границе водной дисперсионной среды и дисперсной фазы масла возникает твердая оболочка полимера, образующая шарообразную микрокапсулу, ядром которой могут служить душистые масла; методика комплекса коацервации, основанная на возможности катионных и анионных водорастворимых полимеров формировать полимерно-обогащенную фазу; самоорганизация супрамолекулярных структур хозяин – гость, включающая молекулу гостя без образования прочных химических связей; микроэмульгирование или диспергирование парфюмерных композиций на основе органических соединений. Приведена классификация супрамолекулярных структур и строения микрокапсул типа хозяин – гость, где в качестве гостя выступает молекула ароматизирующего агента. Благодаря отсутствию прочных химических связей в данном случае достигается эффект мягкого, пролонгированного выделения аромата. Охарактеризованы современные парфюмерные композиции, обладающие терапевтическим эффектом.

Описаны способы иммобилизации душистых веществ на поверхности текстильного материала посредством электростатического взаимодействия противоположно заряженных синтетических полиэлектролитов. Приведены эффективные способы придания текстильным материалам устойчивой способности нейтрализовать неприятные запахи и препятствовать жизнедеятельности бактерий, основанные на фиксации на поверхности предварительно активированных волокнистых материалов дезодорирующих препаратов. Проанализированы публикации, посвященные методам устранения неприятных запахов с помощью сорбентов и бактерий с последующим воздействием на обонятельные рецепторы человека таких веществ, как ментол, камфора, метилацетат, лактат и другие сложные эфиры.

Ключевые слова: аромакология, текстильные материалы, душистые вещества, синтетические полиэлектролиты, микрокапсулирование.

Введение

Помимо общепринятых задач, одежда на сегодняшний день должна иметь дополнительные разнообразные функциональные свойства, определяемые областью ее применения: защищать человека от насекомых и вредных микроорганизмов, грязи, фильтровать поступающие к телу вещества, а иногда даже информировать своего владельца о состоянии его здоровья [1].

Кузьменко Виктория Александровна – аспирант кафедры химической технологии волокнистых материалов, e-mail: amaterasul1@mail.ru

Одинцова Ольга Ивановна – профессор кафедры химической технологии волокнистых материалов, доктор технических наук, e-mail: odolga@yandex.ru

Русанова Алена Игоревна – студентка кафедры химической технологии волокнистых материалов, e-mail: alenka.rusanova@mail.ru

Малышева Кристина Александровна – студентка кафедры химической технологии волокнистых материалов, e-mail: kructufa@mail.ru

В современном мире моды для людей все виды одежды, в том числе белье и колготки, должны быть не только удобными, комфортными и гигиеничными, но и иметь особые свойства, выделяющие и подчеркивающие индивидуальность каждого человека. В числе характеристик ткани теперь выступает еще и запах, который человек сможет выбрать в зависимости от своего характера, настроения, состояния здоровья.

* Автор, с которым следует вести переписку.

Современные способы придания текстильным материалам ароматных свойств

Разработка косметического текстиля, способного при взаимодействии с кожей человека проявлять определенные полезные, лечебные свойства, является весьма популярным направлением в текстильной промышленности [2]. Одним из примеров подобного косметического текстиля можно назвать ароматизированные ткани, выделяющие во время носки приятный, ненавязчивый запах, благоприятно воздействующий на здоровье человека.

Чаще всего технологии создания ароматизированных тканей опираются на разработки в области микро- и нанопокрывтий, микро- и нанокапсулирования. Известно множество методов получения наноматериалов, в частности, в виде тонкослойных покрытий: плазменное напыление [3], пиролиз аэрозолей [4], термическое испарение [5], химическое осаждение из газовой фазы [6], жидкофазная эпитаксия [7] и др.

Представляют интерес химические соединения, образующие с различными веществами комплексы типа хозяин – гость, называемые инклюзионными комплексами, соединениями-включениями, клатратами [8].

В соответствии с принятым обозначением «хозяин» представляет собой молекулу с внутренней полостью, а «гость» – молекулу другого соединения, которая входит в эту полость и задерживается там за счет целой совокупности межмолекулярных взаимодействий [9].

Одно из первых формальных определений супрамолекулярных структур хозяин – гость, напоминающих клетку, было предложено Г. Пауэллом в 1984 г. для соединений β -гидрохинона, имеющего в кристаллическом каркасе полости в виде изометричных клеток, в которых располагаются молекулы – гости [10].

По форме (рис. 1) полости – клатраты классифицируются на криптато-клатраты – полость в форме клетки, тубулато-клатраты – канальная полость, интеркалато-клатраты – слоистые соединения-включения.

Соединения-хозяева разделяют на два главных класса в соответствии с топологической взаимосвязью между хозяином и гостем. Кавитанды – это хозяева с внутримолекулярными полостями. Это означает, что способность полости связывать гостя – собственное молекулярное свойство хозяина и существует как в растворе, так и в твердом состоянии. Клатранды же, наоборот, это хозяева с межмолекулярными полостями (данная полость – это зазор между двумя и более молекулами-хозяевами), существующими только в кристаллическом и твердом состоянии. Агрегат хозяин – гость, образованный кавитандом, называют кавитатом, а клатранды образуют клатраты. При дальнейшей классификации соединений-хозяев нужно учитывать силы взаимодействия между хозяином и гостем. Если агрегат хозяин – гость связан преимущественно электростатическими силами, используют термин «комплекс». Для структур, удерживаемых менее специфическими, часто более слабыми, ненаправленными взаимодействиями (например, гидрофобными, ван-дер-ваальсовыми или эффектами плотной упаковки), больше подходят термины «кавитаты» и «клатраты» [11].

Предназначенный для ароматизации тканей комплекс состоит из полости молекулы хозяина, включающую молекулу «гостя» без образования прочных химических связей. Подобная конструкция дает возможность избежать влияния физических и химических свойства гостя, одновременно позволяя «хозяину» удерживать его подле себя определенное время. Подбирая соответствующие габариты гостя и хозяина, а также удерживающую силу последнего, можно запрограммировать и рассчитать длительность пребывания в «гостях». При создании ароматных текстильных материалов в качестве гостя используют химические соединения, обладающие приятными и лечебными запахами.

Чистые ароматические соединения и эфирные масла традиционно долгое время применялись в народной медицине. Терапевтический эффект эфирных масел обусловлен не только действием уникальных химических компонентов на тканевом, клеточном, субклеточном уровнях, но и с восприятием их запаха. Эти вещества обладают целым рядом фармацевтических свойств, поэтому возвращается использование природных лекарств и терапии в медицине [12–14]. Термин «аромакология» был предложен в 1982 г. и обозначал изучение взаимодействия между психологией и технологией ароматизации, вызывающей широкий спектр ощущений и эмоций, таких как расслабление, взволнованность, чувственность, счастье и хорошее самочувствие через запахи путем стимулирования обонятельных участков в мозге. Распознавание запаха возникает при одновременном возбуждении приблизительно 40 рецепторов, причем эта способность очень индивидуальна. Запах обусловлен размером и формой молекулы и ее соответствием с обонятельной лункой. Постепенно ощущение запаха проходит, но молекулы еще продолжают действовать. Запахи эфирных масел через обонятельные рецепторы воздействуют на гипоталамо-гипофизарную систему, стимулируя высвобождение медиаторов и оказывая действия на психоэмоциональную сферу и вегетативную нервную систему. Таким образом, воздействие эфирного масла многогранно и охватывает практически все системы организма.

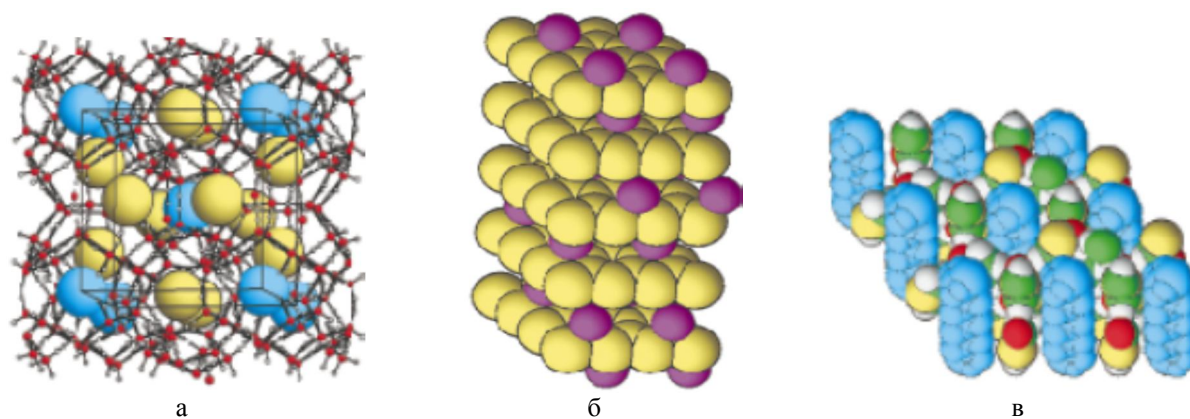
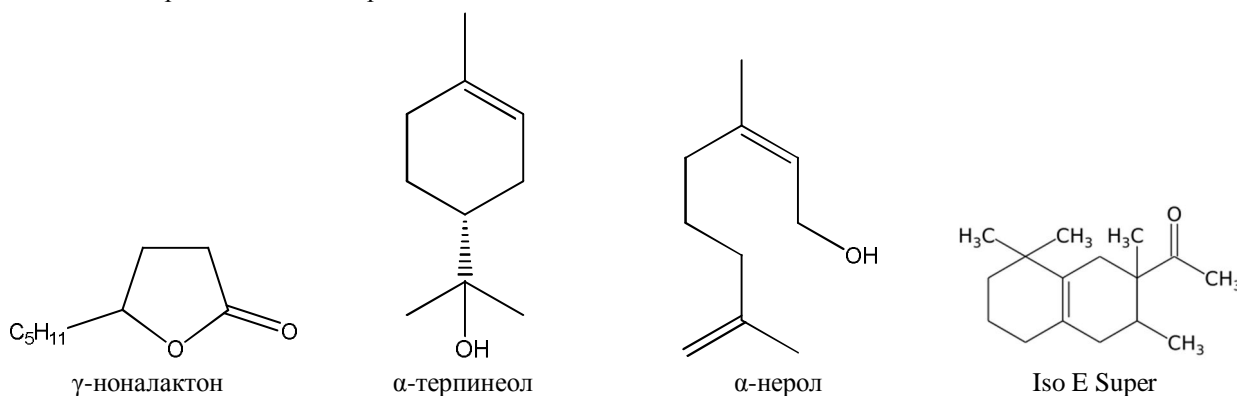


Рис. 1. Стереорезультаты некоторых структур клатратных соединений: а – клеточный клатрат – гексагидрат ксенона, синим цветом выделены молекулы ксенона, расположенные в малых D-полостях, желтым – в больших T-полостях, для наглядности атомы кислорода (красного цвета) и водорода воды показаны маленькими кружочками; б – молекулы n-парафина (выделены синим цветом) в канальных полостях клатратного каркаса из молекул мочевины; в – слоистое соединение графита первой ступени C_8K (атомы калия показаны сиреневым цветом) [10]

Установлено [15], что ароматы лаванды, розы, цитруса или ванили, инкапсулированные на ткань, приводят к хорошему самочувствию и имеют важное психологическое и эмоциональное значение для человека. Седативным эффектом обладают эфирные масла мяты, лимона; потере веса способствуют масла корицы, лимона; уменьшить боль можно при помощи масел ванили, лаванды, цитруса, розмарина, ромашки, корицы, лимона; при лечении гриппа помогут масла сосны, лаванды, мяты, цитруса, розмарина, тимьяна, ромашки, корицы. Успокаивающий эффект при гневе дают масла ромашки, розы, иланг-иланга, помочь снять напряжение способны масла камфоры, кипариса, ванили, жасмина, лаванды, сандала [16]. Правильно подобрав запах, можно воспользоваться его полезными свойствами.

Разработана парфюмерная композиция, один или несколько компонентов которой обладает психоседативным действием [17]. Данный компонент выбирают из группы, состоящей из терпинилбутирата, γ -ноналактона (γ -амилбутиролактон), ацетил изовенгола, терпинеола, нерола, Iso E Super, β -фенилэтилового спирта, лимонена и др.



Такая композиция может быть включена в состав косметических продуктов, отдушек различного назначения, выполняющих, помимо основной ароматизирующей функции, дополнительную и не менее важную: влиять на психоэмоциональное состояние человека, успокаивая его нервную систему и создавая ощущение покоя и расслабления.

Стоит отметить, что при попадании в организм человека биологически активные вещества способны изменить не только его эмоциональное состояние, но еще и различные физиологические параметры: ритм дыхания, сердцебиений, мышечный и сосудистый тонус, сердечный выброс и уровень течения ряда биохимических процессов [18; 19].

Технология микрокапсулирования быстро развивается в области создания функционального и косметического текстиля с использованием эфирных масел. Данная тенденция обусловлена не только универ-

сальностью и гибкостью метода, но и способностью защищать активные ингредиенты от окисления, кислотности, щелочности, повышенной температуры, влаги, испарения, а также от взаимодействия с другими соединениями, которое может привести к деградации или полимеризации. Микрокапсулирование – это фактически техника микроупаковки, включающая в себя получение микрокапсулы и действующая как барьер от твердых тел или жидкостей.

Микрокапсула в основном состоит из двух частей: активного составляющего и оболочки капсулы (рис. 2). Активный ингредиент может быть в жидкой или твердой форме. Оболочка капсулы – это полимерное покрытие, окружающее активный ингредиент. Оно может быть натуральным, полусинтетическим или синтетическим полимером. Механизм высвобождения составляющего ядра зависит от выбора материала оболочки и, в большей мере, от специфики его конечного использования. Составляющее ядра может высвобождаться путем трения, давления, изменения температуры, диффузии через полимерную стенку, растворения полимерной оболочки, биоразрушения [20, 21].

Различают следующие методы микроинкапсулирования: комплекс коацервации, метод полимер-полимерной несовместимости, межфазная полимеризация, распыление, центробежная экструзия, воздушное суспензионное покрытие, способ эмульсионного упрочнения.

Методика комплекса коацервации основана на возможности катионных и анионных водорастворимых полимеров взаимодействовать между собой в воде, формируя жидкость, полимерно-обогащенную фазу, называемую комплексом коацервации. При формировании комплекса коацервации достигается равновесие с разбавляющим раствором, называемое супернатантом. Супернатант действует как непрерывная фаза, в то время как комплекс коацервации действует как дисперсная фаза. Так как водонерастворимый материал ядра диспергируется в системе, каждая капля или частица диспергируемого материала ядра спонтанно покрывается тонкой пленкой коацервата. Жидкие пленки затем затвердевают, создавая пригодные для заготовки капсулы. Этот метод применяют для инкапсулирования многих несмешивающихся с водой жидкостей.

Микрокапсулы эфирного масла можно получить путем растворения ди- или полиизоцианата в эфирном масле, эмульгирование полученной смеси в водном растворе, содержащем ди- или полиамин и ди- или полигидрокси соединение для инкапсулирования указанного эфирного масла путем межфазной полимеризации. После чего образуется полимочевинная или полиуретановая пленка вокруг капелек душистого вещества, которая усиливает стабильность масла, снижает скорость его испарения и контролирует скорость выделения при нанесении на субстрат [22].

Наиболее предпочтительный вариант предусматривает использование эфирных масел, применяемых в качестве ларвицидов (например, масло из семян кунжута, экстракт сапонина из *Quillaja saponaria*), имеющих размер 0,5–100 микрон. Полученные микрокапсулы имеют сферическую форму с тонкой внешней полимерной мембраной, которая контролирует выделение эфирного масла и предотвращает его от окисления и испарения. Они обеспечивают выделение эффективной дозы инкапсулированного в них репеллента с постоянной неизменной скоростью в течение длительного периода времени, а также являются нетоксичными и в основном биоразлагаемыми.

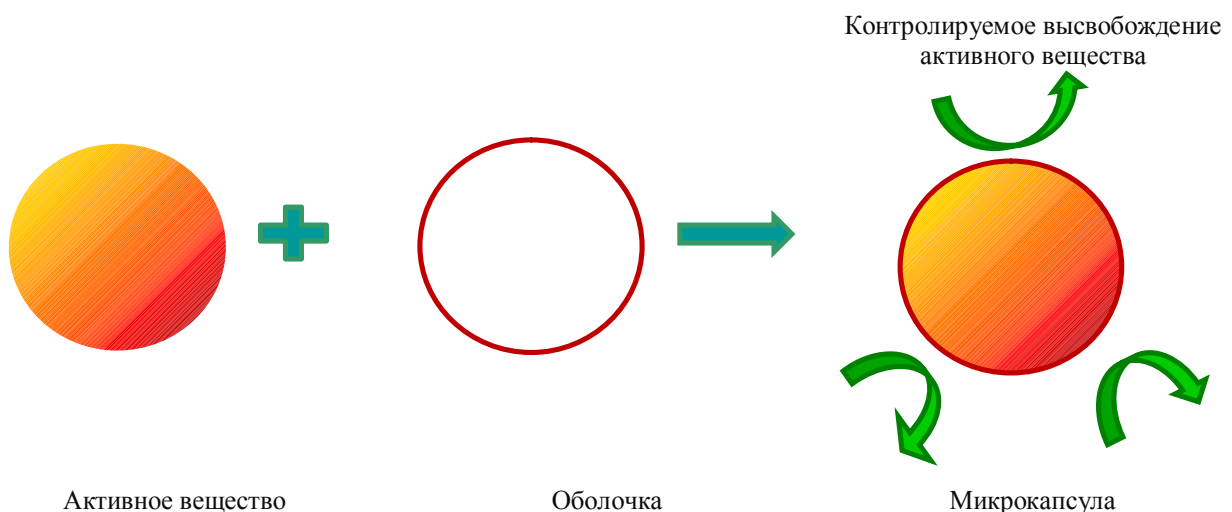


Рис. 2. Структура микрокапсулы

Научный отдел компании Woolmark в содружестве с одним из подразделений английской фирмы ICI разработал технологию Sensory Percention Technology TN, открывающую широкие возможности для производства разнообразных ароматных тканей и экологических видов текстильной продукции [23]. Ароматические вещества подвергаются нанокапсулированию и вводятся в волокнистый материал. Капсулы устойчивы к воздействию влаги, стирке и химчистке, заключенные в них ароматные вещества не испаряются и не разлагаются при действии окислителей. Структура подобных микрокапсул изображена на рисунке 2. Активное вещество, заключенное в оболочку капсулы, активизируется в момент движения или соприкосновения, выделяя скрытые в них ароматы в окружающую среду. Это происходит при одевании или снятии одежды, чистке ковровых покрытий или мебельных тканей.

Было установлено, что действие душистых веществ усиливается и увеличивается продолжительность их активности в составе моющих средств, если душистое вещество используют совместно с катионными носителями, например, производными алканол аммония. Авторами работы [24] была предложена система доставки душистых веществ, включающая водонерастворимые частицы носителя, содержащие на поверхности силанольные группы, на которые прививают кремнийорганическое соединение, полимер, содержащий положительно заряженные функциональные группы, добавленный в указанные частицы носителя, и душистое вещество, адсорбированное на указанных частицах носителя или абсорбированное в указанных частицах носителя. Частицами носителя являются как неорганические материалы, так и гибридные органо-неорганические полисилоксаны, содержащие силанольные группы на поверхности. Нанесение ароматизатора на частицы носителя осуществляют распылением ароматизатора или раствора ароматизатора на частицы носителя в смесителе или в псевдооживленном слое. Массовое соотношение душистого вещества и частиц носителя выбирают в зависимости от площади поверхности и объема пор частиц носителя таким образом, чтобы основная часть душистого вещества адсорбировалась на поверхности или в частицах носителя, с получением системы доставки душистых веществ в виде сухого свободно текущего порошка. Полученные таким образом системы доставки душистых веществ придают устойчивый аромат тканям, обработанным композициями, содержащими системы доставки душистых веществ.

Предложен способ получения композиции на основе водной дисперсии частиц со средним диаметром 1–500 нм, состоящей из душистого вещества и органического носителя, например, воска, парафинов, высших спиртов жирного ряда, амидов жирных кислот, четвертичных аммониевых оснований или четвертичных фосфониевых оснований с температурой плавления 40–100 °С [25]. Душистой основой служило ароматное масло, частицы которого покрывают слоем неионогенного ПАВ. Дисперсии готовили эмульгированием расплавленного органического носителя с ароматным маслом в воде в присутствии ПАВ и охлаждением образующейся эмульсии до 40 °С. Полученные композиции применяют для контролируемого выделения душистых веществ, нанесенных на текстильные изделия: косметические салфетки и полотенца. Недостатком способа является необходимость использования индивидуальной упаковки изделий с целью сохранения ароматического эффекта.

Соединения фосфолипидов нашли применение в создании текстиля, который при контакте с кожей проявляет косметическое или омолаживающее действие. Известен способ [26] производства чулок, колготок или любой текстильной основы, имеющей прямой контакт с кожей, пропитанных натуральными веществами медленного высвобождения. После стадии окрашивания в процессе придания мягкости в обычную ванну вводят комбинацию биомиметических фосфолипидов, включающих фосфолипид GLA-борагеамидопропил и PG-диаммонийхлоридфосфат натрия, фосфолипид PCT-кокоамидопропил PG-диаммонийхлоридфосфат.

Следует учесть, что комбинация фосфолипидных компонентов, во-первых, способствует «закреплению» или пропитке активными веществами электростатическим способом и, во-вторых, является противобактериальным агентом, регулирующим бактериальную флору. К двум указанным фосфолипидным компонентам добавляют натуральные активные вещества, содержащиеся в экстрактах водорослей (*Ulva lactuca*) и касатиковых. Отмечено, что экстракты водорослей снабжают ткани кожи кислородом и повышают упругость кожи. Экстракты касатиковых являются источником цинка и витамина А. Цинк в качестве кофактора участвует в ферментативных реакциях в процессе клеточного роста и регенерации поврежденных тканей, активизируя процесс рубцевания, витамин А в свою очередь является одним из основных агентов клеточного роста путем клеточного размножения. Экстракты водорослей и касатиковых имеют синергетическое действие, способствующее антирадикальной активности.

Разработан способ получения дезодорированного бактерицидного волокнистого материала [27], заключающийся в том, что на трикотажное полотно, ткани или нетканые материалы из натуральных, синте-

тических волокон или из регенерированной целлюлозы наносят 0,1–10% отдушки, полученной сухой перегонкой камелии Японской; 0,05–4% бактерицида вместе с синтетической акриловой или уретановой смолой, которая фиксирует композицию.

В работе [28] описана технология создания полимерных частиц, предназначенных для использования в средствах для стирки и состоящих из ядра и полимерной оболочки. Ядром является душистое вещество, вспомогательные компоненты (мягчитель, кондиционер, инсектицид, краситель, солнцезащитное средство) и вещество, способствующее катионному осаждению, например полисахарид, имеющий β -1,4-связи. В качестве полимерной оболочки на ядро осаждается полиманнан (полиманноза) или полиглюкан [29].

Для улучшения и стабилизации запахов применяют флавоноиды, в частности, флавонолы, флавонол-о-гликозиды и содержащие их экстракты, гидроксил замещенные флавоноиды (например, троксерутин, троксокварцетин, трокселутеолин), сульфаты, фосфаты флавоноидов [30].

Оболочка капсулы душистого вещества в этом случае может состоять из меламинаформальдегидного сополимера и второго компонента – сополимера этилена с малеиновым ангидридом. Второй сополимер повышает стабильность капсулы к действию ПАВ, сохраняя таким образом свойства душистого вещества [31].

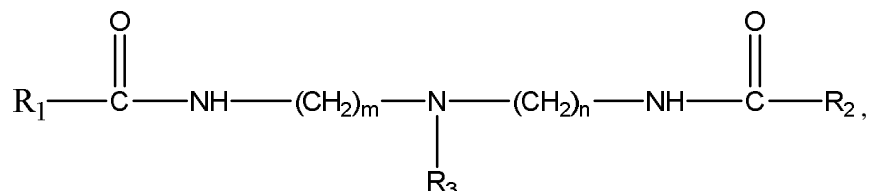
Полимерные частицы, несущие душистые вещества и обеспечивающие длительную адгезию душистых веществ к текстильным изделиям, могут быть получены из мономеров:

а) с растворимостью в воде $<0,1$ г/л – винилоктоата, винилстеарата, акрилатов, метакрилатов, малеатов децилового, тетрадецилового, гексадецилового спиртов;

б) с растворимостью в воде 0,1–30 г/л – стирола, его производных, винилацетата, винилпропионата, алкилакрилатов, бутадиена;

в) с растворимостью в воде >30 г/л – акриловой, метакриловой, итаконовой кислот, их эфиров с глицерином, винилпирролидона, виниланилина и/или поперечно-связывающего мономера – винилтолуола, дивинилбензола, диметакрилата этиленгликоля [32].

Гранулы для ароматизации текстильных изделий могут состоять из крахмальной матрицы и заключенных в матрицу парфюмерного масла и органического соединения, ингибирующего миграцию парфюмерного масла к поверхности капсул [33]. Для подавления миграции парфюмерного масла к поверхности крахмальной гранулы в данном случае используют соединения амидоamina, представленные следующей структурой:



где R_1 и R_2 – алифатические C_{12} – C_{30} углеводородные группы, R_3 – $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_k\text{H}$, CH_3 или H ; $n = 1-5$; $m = 1-5$; $k = 1-10$.

Был предложен интересный способ создания полых нанокапсул, диаметр которых составляет 5–1000 нм [34]. Процесс заключался в перемешивании микроэмульсий, модифицированных блоксополимерами, состоящими из гидрофильных и гидрофобных блоков и водорастворимых полиэлектролитов. В качестве полиэлектролитов можно использовать анионоактивные поликислоты, катионоактивные полиоснования или нейтральные полиамфолиты или полисоли. Получение нанокапсул осуществляется за счет сшивки полимеризуемых блоков блоксополимеров. Перед сшивкой нанокапсулы заполняют солями галогенида металлов, восстановителями, фармакологически активными веществами, магнито- и/или оптически активными реагентами или полимерами.

Связующим для прикрепления микрокапсул при обработке текстильных изделий может являться глиоксальевый или имидазольевый полимер, образующий поперечные связи с волокнами текстильного изделия.

Высвобождение душистых веществ возможно при определенной влажности и в течение продолжительного времени. Для этого рекомендуют использовать наносферы из абсорбирующего масла полимера (например, терполимера (мет)акриловой кислоты), покрытые чувствительным к воде поверхностно-активным полимером, выбранным из поливинилпирролидона, поливинилового спирта, целлюлозы, полиамидов, полиэтиленоксидов. Наносферы содержат активный компонент, которыми могут быть масла, растворимые в массе вещества, ПАВ, душистые вещества [35].

Для колготок и носков более актуальным является изобретение изделий-абсорбентов, включающих систему контроля (подавления) запаха, предназначенных для поглощения выделений тела человека. С этой целью авторы работы [36] предлагают использовать два типа материалов. Первый сорбирует или нейтрализует дурнопахнущие выделения и продукты их метаболизма. Такими добавками могут служить: силикагель, мезопористый цеолит и алифатические или ароматические альдегиды (алканыли, бензальдегид, цитраль, коричный альдегид).

Второй тип системы контроля запаха воздействует на обонятельные рецепторы человека, подавляя запах дурнопахнущих веществ. В этом качестве могут быть использованы ментол, камфора, метилацетат, лактат и другие сложные эфиры, т.е. легколетучие соединения, выбранные из лимонена, ланалоола, линалацетата, этилгексанола, амилацетата, гераниола и других душистых веществ. Оба типа системы контроля запаха могут использоваться одновременно [37].

Нейтрализация неприятных запахов также возможна за счет каталитического разложения вызывающих их непредельных альдегидов при контакте последних с обивочными или портьерными тканями, обработанными препаратами-фотокатализаторами [38]. Для того, чтобы сообщить дезодорирующие свойства полиэфирным материалам, необходимо использовать препарат-фотокатализатор, сочетающий высокую фотофизическую активность и хорошую пленкообразующую способность, а также придать поверхности полиэфирных волокон свойства, обеспечивающие его адгезию. Препарат с требуемым комплексом свойств (Пигмент ФА-1) был создан специалистами в области синтеза института химии растворов РАН (Иваново). Пигмент ФА-1 представляет собой тетраэтиленгликолевый эфир моноядерного тетракарбокситаллоцианина алюминия. Он обладает хорошей растворимостью в диметилформамиде, при высушивании образует однородную пленку, обладающую адгезией к полярным субстратам.

Изучение окисления ацетальдегида при чередовании циклов освещения (6 ч) и темноты (15 ч) показало, что основная часть альдегида окисляется не в процессе освещения, а в течение темновой фазы эксперимента. Поскольку, как известно, окисление альдегида протекает по цепному свободнорадикальному механизму, можно предположить, что на свету процесс только начинается и проходят его первые, более медленные, стадии. Для оценки интенсивности протекания процесса окисления альдегидов в присутствии Пигмента ФА-1 определяли период полураспада альдегида в условиях, приближенных к реальным. На рисунке 3 представлены хроматограммы, отражающие деградацию пиков ацетальдегида при увеличении продолжительности циклов освещения, чередующихся с темнотой.

Проведенное тестирование пленок фталоцианина показало, что Пигмент ФА-1 является перспективным исходным материалом, на основе которого могут быть изготовлены пассивные нейтрализаторы запахов кухни и табачного дыма, работоспособные в условиях, характерных для средних и северных широт, т.е. при освещении рассеянным или низкоинтенсивным светом в течение ограниченного (6–8 ч) времени.

Оригинальным решением проблемы борьбы с неприятным запахом является использование спор определенного вида бактерий [39]. На сегодняшний день известен водный бактериальный состав, дающий возможность потребителю контролировать запах на поверхности материала. В частности, разработаны 2 состава. Первый включает в себя споры бактерий, например, *Bacillus megaterium* (рис. 4), которые становятся активными под воздействием вызывающего запах органического материала, а при активировании способны усваивать данный органический материал. Также в его состав входит адгезивный агент, например, фторсодержащее соединение, акриловый сополимер, стиролбутидиеновый каучук, поливинилхлорид, сульфированный фенолформальдегидный полимер. Его берут в количестве, достаточном для того, чтобы прикрепить бактерии к поверхности при нанесении бактериального состава и позволить им оставаться прилипшими к поверхности таким образом, чтобы они могли быть подвергнуты действию вызывающего запах органического материала и стать активными. Другой состав состоит из спор бактерий, адгезивного агента, например фторсодержащего соединения, и (необязательно) нейтрализующего или улавливающего запах агента, например NaHCO_3 .

Стоит отметить, что на сегодняшний день в качестве ароматизирующих композиций набирают популярность молекулярные духи, способные изменять свой запах в течение времени в зависимости от условий окружающей среды, при этом постепенно раскрываясь. Примером такого соединения является необычное ароматизирующее вещество 1-(1,2,3,4,5,6,7,8-октагидро-2,3,8,8-тетраметил-2-нафталенил)этанол, также называемое за рубежом молекулой Iso-E Супер [40]. Этот синтетический терпеноид в России известен также как амберон. Используют это вещество в качестве парфюмерного ингредиента, обеспечивающего сандаловые и кедровые ароматы в шампунях, мылах, в жидких моющих средствах. Закрепление его на поверхности ткани позволит добиться оригинального эффекта, привлекающего широкий круг потребителей.

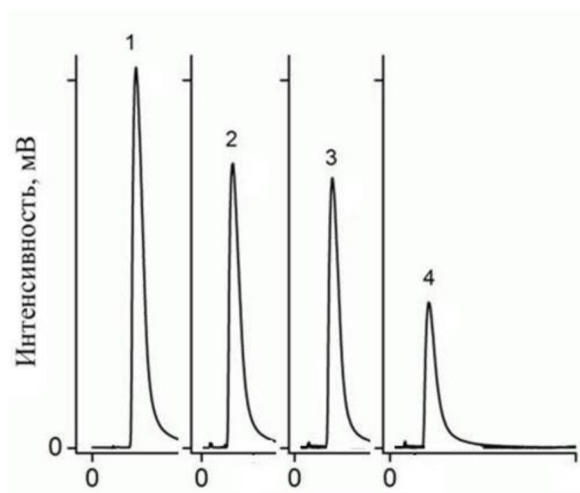


Рис. 3. Дegrадация пика ацетальдегида в присутствии образца ткани, обработанного Пигментом ФА-1, после освещения по режиму:
 1) отсутствие освещения; 2) 6 ч – свет и 15 ч – темнота; 3) 6 ч – свет, 15 ч – темнота и 6 ч – свет;
 4) 6 ч – свет, 15 ч – темнота, 6 ч – свет и 15 ч – темнота

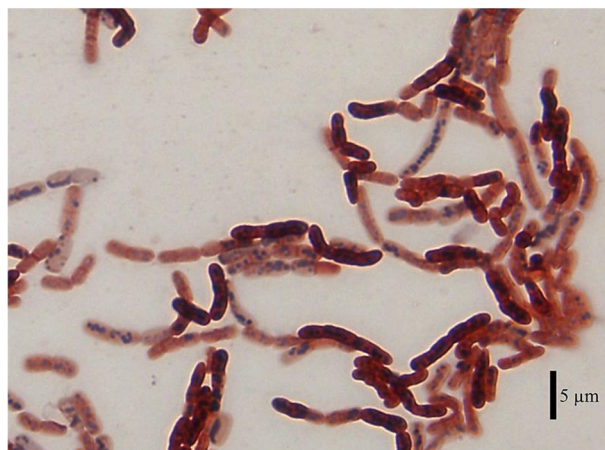


Рис. 4. Изображение бактерий *Bacillus megaterium*, окрашенных красителями судан черный и сафранин

Шведская компания Eton Shirts в 2005 г. уже выпустила в продажу рубашки из материала, источающего запах свежего белья. Компания Lysga Body Care специализируется на производстве тканей, увлажняющих кожу и нейтрализующих запах тела [41]. Кроме того, такие ткани регулируют температуру тела и выделяют ароматические масла во время физических упражнений.

Специалисты канадской компании Naked & Famous [42] создали джинсы, обладающие приятным ароматом, который не теряется долгое время. Материал, из которого сделаны джинсы, – сырой нестиранный деним. Но главное, что в джинсовую ткань вплетены миллионы микрокапсул с ароматом малины или вишни. Эти капсулы гарантируют аромат как минимум на пять стирок. Используемая в этом случае технология во многом схожа с обработкой материала для мужских рубашек Fragrant Shirt, производимых в Японии дизайнерским брендом Отоко Каору.

Еще одной особенностью данного продукта является изменение запаха после стирки, вследствие чего джинсы начинают пахнуть по-новому. Однако данная дезодорирующая обработка ткани не является вечной: запах малины от джинсов будет распространяться как минимум до пяти стирок, постепенно исчезая. Также стоимость ароматизированных джинсов достаточно высока [43].

В лаборатории инжиниринга реакций университета Порто (Laboratory of Separation and Reaction Engineering — LSRE) создана технология, позволяющая наполнять сохраняющимися длительное время запахами практически любой текстиль на основе использования микрокапсул из полиуретан-мочевины, безопасной для окружающей среды и для человека.

Используя метод граничной полимеризации, специалисты LSRE получили капсулы с ароматным компонентом — лимоненом, отвечающим за запах лимона (рис. 5).

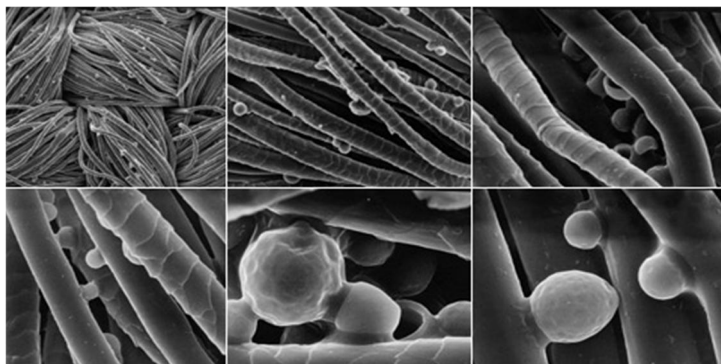


Рис. 5. Серия микрофотографий с возрастающим увеличением показывает полимерные «шарики», прицепившиеся к волокнам ткани. Средний поперечник этих капсул составляет 10 микрометров (фото Alirio E. Rodrigues et al.) [44]

Тесты показали, что микрокапсулы хорошо фиксируются на текстильных волокнах и имеют два типа поверхности — гладкую и шероховатую, что позволяет добиться нужного эффекта: запах выпускается постепенно и в течение длительного времени. Новая технология может пригодиться при выпуске необычной парфюмированной одежды, различных костюмов, нательного белья [44].

Придание текстильным материалам, трикотажным полотнам и изделиям из них ароматических свойств возможно также посредством управляемого ионного наслаивания разноименно заряженных ионов полиэлектролитов (метод «layer-by-layer») [45]. Данный метод является одним из наиболее простых и дешевых способов создания наноразмерных пленок с дополнительными функциональными, в том числе ароматными, свойствами, позволяя формировать тончайшие пленки (5–500 нм) необходимой толщины и требуемого состава из широкого разнообразия систем, чувствительных к внешним воздействиям [46]. При этом сборка нанослоев может проводиться на любой заряженной поверхности, включая текстильный материал. Синтез нанослоев на поверхности текстильного, преимущественно целлюлозного, материала состоит из его поочередных пропиток в растворах противоположно заряженных полиэлектролитов с предварительной обработкой ткани ароматизирующим веществом.

Методом газовой хроматографии изучено влияние концентраций полиэлектролитов в пропиточной ванне на кинетику выделения душистого вещества с текстильного материала, обработанного по методу «Layer-by-Layer» [47].

Для экспресс-оценки качества ароматных (эфирных) масел и продуктов на их основе в современном мире используют детектирующее устройство статического «пьезоэлектронного носа». Матрицу данного устройства формируют из восьми масс-чувствительных пьезосенсоров с пленками на электродах сорбентов, различных по полярности и нанесенных из растворов хроматографических фаз различной полярности, а также из растворов прополиса и триоктилфосфиноксидов. В ходе анализа отбирают ароматные масла и продукты на их основе, термостатируют, а также равновесную газовую фазу анализируемого образца, вводят ее в ячейку детектирования и мгновенно регистрируют отклики каждого пьезосенсора. После чего формируют суммарный сигнал в виде временной «масс-ароматограммы» и сопоставляют ее с банком данных по результатам анализа проб-стандартов. Если идентичность суммарных сигналов составляет 60–80%, то проба оценивается как низкокачественная, при совпадении более чем на 80% анализируемая проба соответствует по качеству стандарту, а при совпадении суммарных сигналов менее чем на 60% анализируемая проба бракуется как не соответствующая стандарту.

Техническим достоинством данного способа является увеличение скорости анализа, повышение мобильности детектирующего устройства, упрощение стадии обработки результатов измерений и принятия решения, а также повышение точности, объективности измерений и надежности установления факта ненатуральности ароматных (эфирных) масел [48].

Заключение

Исследования в области ароматерапии становятся все популярнее благодаря возможности использования натуральных продуктов (эфирных масел), их общедоступности и известном с древних времен лечебном воздействии ароматов на жизнедеятельность организма человека. В обзоре приведен ряд исследований по иммобилизации душистых веществ различной природы (эфирные масла, альдегиды, спирты, кетоны) на волокне текстильного материала. Наиболее распространенными являются методики инкапсулирования ароматизирующего агента в полимер с последующим нанесением композиции на ткань или волокно, позволяющие добиться максимального эффекта. Синтетические полиэлектролиты [49, 50] могут быть перспективными связующими для осуществления подобных операций.

Список литературы

1. Marinković Š.S., Bezbradica D., Škundrić P. Microencapsulation in the textile industry // *CI & CEQ*. 2006. N12(1). Pp. 58–62.
2. Vasanth K. D., Boopathi N., Karthick N., Ramesh P. Aesthetic finishes for home textile materials // *International Journal of Textile Science*. 2012. N1(3). Pp. 5–9.
3. Панкова Е.А. Научно-технологические основы финишной отделки меха с применением плазмохимической обработки, наноматериалов и нанопокрывтий : дис. ... д-ра техн. наук. Казань, 2011. 318 с.

4. Белослудцев А.П., Кузнецов Д.В., Лысов Д.В., Юдин А.Г., Кондаков С.Э. Влияние состава исходного раствора на морфологию наночастиц оксида никеля, получаемых методом пиролиза аэрозолей // Вестник Московского университета. Сер. 2. Химия. 2012. Т. 53, №5. С. 339–343.
5. Балабанов В., Балабанов И. Нанотехнологии. Правда и вымысел. М., 2010. 384 с.
6. Болдырев Ю.Я., Замотин К.Ю., Петухов Е.П. Моделирование процесса роста нанопленок методом химического осаждения из газовой фазы // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2012. №46 (305), вып. 1. С. 19–30.
7. Мараева Е. В., Матюшкин Л. Б. Получение и исследование нанодисперсных и наноструктурированных халькогенидов свинца // Молодой ученый. 2012. №7. С. 33–36.
8. Мельников Б.Н. Прогресс текстильной химии за 50 лет // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2007. №6(303). С. 33–47.
9. Патент 2186782 (РФ). Комплексы включения производных 1,2,5-оксадиазол-2-оксида с полициклическими производными глюкопиранозы, способ их получения, фармацевтическая композиция / Ю.В. Хропов, А.Я. Коц, А.Б. Постников и др. 2002.
10. Дядин Ю.А. Супрамолекулярная химия: клатратные соединения // Соросовский образовательный журнал. 1998. №2. С. 79–88.
11. Сид Дж. В., Этвуд Дж. Л. Супрамолекулярная химия: в 2 т. М., 2007.
12. Янцев А.В., Кириллова А.В., Панова С.А., Майданская О.Д. Влияние эфирного масла кедр на сердечно-сосудистую систему человека // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия: Биология, химия. 2012. Т. 25, №3. С. 256–266.
13. Clarke S. Essential chemistry for aromatherapy. Elsevier Limited, 2008. 302 p.
14. Лоулесс Д. Энциклопедия ароматических масел : пер. с англ. М., 2000. 288 с.
15. Wang C.X., Chen S.L. Aromacology and its application in the textile field // Fibres and textiles in eastern Europe. 2005. Vol. 13, №6. Pp. 41–44.
16. Солдатенкова А.Т., Колядина Н.М., Ле Туан Ань. Основы органической химии душистых веществ для прикладной эстетики и ароматерапии: уч. пособие для вузов. М., 2006. 240 с.
17. Патент EP1424071 A1 (Япония). Perfume compositions / K. Shoji, T. Horita, S. Taguchi, M. Yoshimura, K. Sakai. 2004.
18. Макачук Н.Е., Калувев А.В. Обоняние и поведение. Киев, 2000. 148 с.
19. Барабанова О.Н. Оптимизирующая роль обонятельной стимуляции растительными эфирными маслами в коррекции психофизиологических параметров организма студенток с сенсорными нарушениями и отклоняющимся поведением : дис. ... канд. мед. наук. Томск, 2008. 147 с.
20. Cheng S.Y., Yuen C.W.M., Kan C.W., Cheuk K.K.L. Development of cosmetic textiles using microencapsulation technology // Research Journal of Textile and Apparel. 2008. Vol. 12, N 4. Pp. 41–51.
21. Cheng S.Y., Yuen C.W.M., Kan C.W., Cheuk K.K.L. Imparting cosmetic effects on textiles // Colourage. 2008. Pp. 68–78.
22. Патент 2347608 (РФ). Инкапсулированные эфирные масла / М. Ари, Л. Чарльз. 2009.
23. Pierce J., Tovia F., Weathers N. Scent-infused textiles to enhance consumer experiences. NTC Project. 2005. 10 p.
24. Патент 2371472 (РФ). Система доставки душистых веществ / П. Франк. 2009.
25. Патент DE10063810 A1 (Германия). Antitranspirant-Tücher / M. Rudolf, R. Knieler, Ulrich K., P. Maurer, Y. Cierpisch. 2002.
26. Патент 2298055 (РФ). Чулки или колготки с косметическим и омолаживающим действием, пропитанные натуральными веществами медленного высвобождения, и способ их производства / Ж. Айзенберг. 2003.
27. Патент US5112914 (Япония). Resin composition / M. Takashi, M. Yukio. 1989.
28. Патент 2007062733 (Великобритания). Laundry composition including polymer particles containing perfume and a cationic deposition / P. Ferguson, R. A. Hunter. 2007.
29. Patent CA2629236 (CA). Laundry composition / P. Ferguson, R. A. Hunter. 2007.
30. Patent 102005062648 (DE). Duftstofffixierung aus Wasch- und Reinigungsmitteln an harten und weichen Oberflächen / K.-H. Scheffler, K. Mayer, M. Hloucha, W. Lahn, N. Ermel. 2005.
31. Patent WO2007118565. Use of flavonoids / H. Buchholz, T. Rudolph. 2007.
32. Patent 7238655 (US). Perfume encapsulates / B.V. Services, J. Ness. 2007.
33. Патент 2408667 (РФ). Маслосодержащие крахмальные гранулы для доставки парфюмерного масла в качестве оказывающих благоприятное действие добавок к субстрату, способ получения указанных гранул и моющая композиция для стирки / С. Ибрагим, П. Дж. Гетти, Д. Мэстралл, Л. М. Попплвелл, А. Фарук, С. Дж. Массинан, Н. Дуайт, Р. А. Таха, Ю. Э. Пашковски (US), Д. В. Смит. 2005.
34. Patent WO2007009455 A2. (WO) Hollow nanocapsules / K. Joachim, A. Volker, L. Stefanie. 2005.
35. Patent 7338928 (US). System for releasing encapsulated active ingredients / L.Wille, S. Curtis, S. Adi. 2003.
36. Patent WO2007113778 A2 (WO). Absorbent articles including odour control system / G. Carlucci, A. Pesce, M. Caputi, G. Sierri. 2007.
37. Patent WO2008018044 (A2) (WO). Absorbent articles including an improved odour control system / R. Bellucci, M. Caputi, L. D'ercole, G. Sierri. 2007.
38. Хорев А.В. Придание полиэфирным материалам дезодорирующих и антимикробных свойств с использованием поверхностного модифицирования волокна : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Иваново, 2010. 16 с.

39. Patent 7314748 (US). Dormant bacteria in the fibers that can digest odor-causing matter such as spills; *Bacillus megaterium*, *Bacillus pasteurii*, *Bacillus laevolacticus* and *Bacillus amyloliquefaciens*; controlling odor associated with deposits on surfaces, particularly spills of organic material on surfaces, carpets / J.K. Fredenburgh, R.A. Cordick. 1998.
40. Masten S., Bonnie L. Carson M.S. 1-(1,2,3,4,5,6,7,8-Ocnahydro-2,3,8,8-tetramethyl-2-naphthalenyl)ethanone [54464-57-2]. Review of toxicological literature. Integrated laboratory, 2001. 29 p.
41. Patent 1999019452 (UK). Laundry treatment products for spandex containing fabrics / C.F. Clements, C. Laroche, A.P. Macmaster, K.D. Perring. 1997.
42. Ароматные джинсы [Электронный ресурс]. URL: <http://projeans.ru/aromatnye-dzhinsy>.
43. Scratch-and-sniff jeans for men: Canada's latest export [Электронный ресурс]. URL: <http://www.globalpost.com/dispatches/globalpost-blogs/weird-wide-web/scratch-n-sniff-jeans-canada-naked-famous-denim>.
44. Patent 2011116962 (SP). Process of treatment of fibers and/or textile materials / J. L. V. Petit, R. D. Gonzalez, A. F. Botello. 2010.
45. Hyde K., Rusa M., Hinestroza J. Layer-by-layer deposition of polyelectrolyte nanolayers on natural fibres: cotton // Institute of Physics Publishing Nanotechnology. 2005. N16. Pp. 422–427.
46. Толстой Г.П. Реакции ионного наслаивания. Применение в нанотехнологии // Успехи химии. 2006. Т. 75, №2. С. 183–197.
47. Кузьменко В.А., Одинцова О.И., Русанова А.И. Применение синтетических полиэлектролитов для иммобилизации душистых веществ на текстильных материалах методом «Layer-by-Layer» // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2014. Т. 57, вып. 6. С. 102–104.
48. Патент 2327985 (РФ). Способ экспресс-оценки качества ароматных (эфирных) масел и продуктов на их основе / Т.А. Кучменко, Е.Ю. Буйлова. 2007.
49. Одинцова О.И. Синтетические полиэлектролиты и особенности их взаимодействия с поверхностно-активными веществами // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2009. Т. 52, вып. 8. С. 3–9.
50. 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, вып. 9. С. 1193–1203.

Поступило в редакцию 14 января 2014 г.

После переработки 27 января 2015 г.

Kuz'menko V.A.* , Odintsova O.I., Rusanova A.I., Malysheva K.A. MODERN STATE AND PROSPECTS OF THE AROMA TEXTILE MATERIALS DEVELOPMENT

Research Institute of thermodynamics and kinetics of chemical processes Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Sheremetevskii ave., 7, Ivanovo, 153000 (Russia), e-mail: odolga@yandex.ru

The review of scientific literature characterising basic directions of modern researches on the creation of textile materials with function of prolonged aromatization is presented. The mechanism of human smells recognition and influence of essential oils and aromatic on a human body is described.

Various methods of formation of the microcapsules including flavouring substances are considered including a method of interfacial monomer polymerisation when on border of the water dispersive medium and disperse phase – oils is created by a solid polymer shell forming a spherical microcapsule with a fragrant oils as a core; a complex coacervation technique based on the abilities of cationic and anionic water-soluble polymers to interact with water, forming a polymer-rich phase; self-organising of supramolecular host-guest assemblies comprising guest molecule without strong chemical bonds formation; microemulsion or dispersion of perfume compositions based on organic compounds. Classification of supramolecular assemblies and the structure of host-guest microcapsules where flavoring agent acts as a guest is shown. Due to the absence of strong chemical bonds in this case the effect of mild and prolonged release of aroma are achieved. The modern perfume compositions having a therapeutic effect are described.

The ways of fragrant substances immobilization on the textile material surface by means of electrostatic interaction of oppositely charged synthetic polyelectrolytes are reported. Effective ways of developing textile materials with ability to neutralize unpleasant odors and to prevent the life of bacteria based on the fixation on the surface of preliminary activated by deodorizing preparation fibrous materials are given.

The publications devoted to the methods of unpleasant smells elimination using sorbents and bacteria with the subsequent action on the human olfactory receptors of such substances as menthol, camphor, methyl lactate and other esters are analysed.

Keywords: aromacology, textile materials, fragrant substances, synthetic polyelectrolytes, microencapsulation.

References

1. Marinković Š.S., Bezbradica D., Škundrić P. *CI & CEQ*, 2006, no. 12(1), pp. 58–62.
2. Vasanth K. D., Boopathi N., Karthick N., Ramesh P. *International Journal of Textile Science*, 2012, no. 1(3), pp. 5–9.
3. Pankova E.A. *Nauchno-tehnologicheskie osnovy finishnoi otdelki mekha s primeneniem plazmokhimicheskoi obrabotki, nanomaterialov i nanopokrytii: diss. ... dokt. tekhn. nauk.* [Scientific and technological bases of finishing fur using plasma chemical processing of nanomaterials and nano: the dissertation of the doctor of technical sciences]. Kazan, 2011, 318 p. (in Russ.).
4. Belosludtsev A.P., Kuznetsov D.V., Lysov D.V., Iudin A.G., Kondakov S.E. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 2. Khimiia*, 2012, vol. 53, no. 5, pp. 339–343. (in Russ.).
5. Balabanov V., Balabanov I. *Nanotekhnologii. Pravda i vymysel.* [Nanotechnology. Truth and fiction]. Moscow, 2010, 384 p. (in Russ.).
6. Boldyrev Iu.Ia., Zamotin K.Iu., Petukhov E.P. *Vestnik IuUrGU. Seriiia «Vychislitel'naia matematika i informatika»*, 2012, no. 46 (305), issue 1, pp. 19–30. (in Russ.).
7. Maraeva E. V., Matiushkin L. B. *Molodoi uchenyi*, 2012, no. 7, pp. 33–36. (in Russ.).
8. Mel'nikov B.N. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnologiia tekstil'noi promyshlennosti*, 2007, no. 6(303), pp. 33–47. (in Russ.).
9. Patent 2186782 (RU). 2002. (in Russ.).
10. Diadin Iu.A. *Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal*, 1998, no. 2, pp. 79–88. (in Russ.).
11. Stid Dzh. V., Etvud Dzh. L. *Supramolekuliarnaia khimiia.* [Supramolecular chemistry]. In 2 vol. Moscow, 2007, 480 p., 416 p. (in Russ.).
12. Iantsev A.V., Kirillova A.V., Panova S.A., Maidanskaia O.D. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriiia «Biologiia, khimiia»*, 2012, vol. 25, no. 3, pp. 256–266. (in Russ.).
13. Clarke S. *Essential chemistry for aromatherapy.* Elsevier Limited, 2008. 302 p.
14. Louless D. *Entsiklopediia aromaticeskikh masel.* [Encyclopedia of aromatic oils]. Moscow, 2000, 288 p. (in Russ.).
15. Wang C.X., Chen S.L. *Fibres and textiles in eastern Europe*, 2005, vol. 13, no. 6, pp. 41–44.
16. Soldatenkova, A. T. Koliadina N. M., Le Tuan An' *Osnovy organicheskoi khimii dushistykh veshchestv dlia prikladnoi estetiki i aromaterapii.* [Fundamentals of Organic Chemistry fragrances for aromatherapy and applied aesthetics]. Moscow, 2006, 240 p. (in Russ.).
17. Patent EP1424071 A1 (JP). 2004.
18. Makarchuk N.E., Kaluev A.V. *Obonianie i povedenie.* [The sense of smell and behavior]. Kiev, 2000, 148 p. (in Russ.).
19. Barabanova O.N. *Optimiziruiushchaia rol' oboniatel'noi stimuliatsii rastitel'nyimi efirnymi maslami v kor-rektsii psikhofiziologicheskikh parametrov organizma studentok s sensornym narusheniiami i otkloniaushchimi povedeniiem: diss. ... kand. med. nauk.* [Optimizing the role of olfactory stimulation of plant essential oils in the correct physiological parameters of an organism of students with sensory impairments and deviant behavior: the dissertation of the candidate of medical sciences]. Tomsk, 2008, 147 p. (in Russ.).
20. Cheng S.Y., Yuen C.W.M., Kan C.W., Cheuk K.K.L. *Research Journal of Textile and Apparel*, 2008, vol. 12, no. 4, pp. 41–51.

* Corresponding author.

21. Cheng S.Y., Yuen C.W.M., Kan C.W., Cheuk K.K.L. *Colourage*, 2008, pp. 68–78.
22. Patent 2347608 (RU). 2009. (in Russ.).
23. Pierce J., Tovia F., Weathers N. Scent-infused textiles to enhance consumer experiences. NTC Project. 2005. 10 p.
24. Patent 2371472 (RU). 2009. (in Russ.).
25. Patent DE10063810 A1 (DE). 2002.
26. Patent 2298055 (RU). 2003. (in Russ.).
27. Patent US5112914 (JP). 1989.
28. Patent 2007062733 (UK). 2007.
29. Patent CA2629236 (CA). 2007.
30. Patent 102005062648 (DE). 2005.
31. Patent WO2007118565. 2007.
32. Patent 7238655 (US). 2007.
33. Patent 2408667 (RU). 2005. (in Russ.).
34. Patent WO2007009455 A2. (WO). 2005.
35. Patent 7338928 (US). 2003.
36. Patent WO2007113778 A2 (WO). 2007.
37. Patent WO2008018044 (A2) (WO). 2007.
38. Khorev A.V. *Pridanie poliefirnym materialam dezodoriruiushchikh i antimikrobykh svoistv s ispol'zovaniem pov-erkhnostnogo modifitsirovaniia volokna: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk.* [Giving polyester materials deodorant and antimicrobial properties using the surface modification of the fiber: the dissertation author's candidate of technical sciences]. Ivanovo, 2010, 16 p. (in Russ.).
39. Patent 7314748 (US). 1998.
40. Masten S., Bonnie L. Carson M.S. 1-(1,2,3,4,5,6,7,8-Ocnahydro-2,3,8,8-tetramethyl-2-naphtalenyl)ethanone [54464-57-2]. Review of toxicological literature. Integrated laboratory, 2001. 29 p.
41. Patent 1999019452 (UK). 1997.
42. *Aromatnye dzhinsy.* [Fragrant Jeans]. URL: <http://projeans.ru/aromatnye-dzhinsy>. (in Russ.).
43. Scratch-and-sniff jeans for men: Canada's latest export. URL: <http://www.globalpost.com/dispatches/globalpost-blogs/weird-wide-web/scratch-n-sniff-jeans-canada-naked-famous-denim>.
44. Patent 2011116962 (SP). 2010.
45. Hyde K., Rusa M., Hinestroza J. *Institute of Physics Publishing Nanotechnology*, 2005, no. 16, pp. 422–427.
46. Tolstoi G.P. *Uspekhi khimii*, 2006, vol. 75, no. 2, pp. 183–197. (in Russ.).
47. Kuz'menko V.A., Odintsova O.I., Rusanova A.I. *Izvestiia vuzov. Khimiia i khimicheskaiia tekhnologiia*, 2014, vol. 57, no. 6, pp. 102–104. (in Russ.).
48. Patent 2327985 (RU). 2007. (in Russ.).
49. Odintsova O.I. *Izvestiia vuzov. Khimiia i khimicheskaiia tekhnologiia*, 2009, vol. 52, no. 8, pp. 3–9. (in Russ.).
50. Kuz'menko V.A., Rusanova A.I., Odintsova O.I. *Zhurnal prikladnoi khimii*, 2014, vol. 87, no. 9, pp. 1193–1203. (in Russ.).

Received January 14, 2013

Revised January 27, 2015

