

Придание текстильным материалам антибактериальных свойств преследует две основные цели: защиту от действия микроорганизмов самого материала и защиту от действия патогенной микрофлоры объектов, соприкасающихся с текстильными материалами. В первом случае речь идет о придании волокнистым материалам биостойкости, а, следовательно, о пассивной защите; во втором случае о создании условий для превентивной атаки со стороны текстильного материала на болезнетворные бактерии и грибы для предохранения от их действия защищаемого объекта. Основным методом придания антибактериальных свойств текстильным материалам является применение антимикробных препаратов (биоцидов). Требования к биоцидам, применяемым для нанесения на текстильные материалы следующие: эффективность воздействия против наиболее распространенных микроорганизмов при минимальной концентрации и максимальном сроке действия; нетоксичность применяемых концентраций биоцида для человеческого организма; отсутствие цвета и запаха; невысокая стоимость биоцида, которая не должна привести к значительному удорожанию готового изделия с антибактериальными свойствами; отсутствие ухудшения физико-механических, гигиенических и других свойств текстильного материала в связи с модификацией его биоцидными веществами; сочетаемость с другими отделочными препаратами и текстильно-вспомогательными веществами, применяемыми в процессе производства материала; светостойкость, атмосферостойкость. В качестве применяемых способов придания текстильным материалам антибактериальных свойств можно выделить следующие группы: пропитка биоцидами, химическая и физическая модификация волокон и нитей, формируемых затем в текстильный материал; пропитка текстильного полотна растворами или эмульсиями антибактериального препарата, его химическая модификация; введение антимикробных препаратов в связующее вещество (при производстве нетканых материалов химическим способом); придание антимикробных свойств текстильным материалам в процессе их крашения и заключительной отделки; применение дезинфицирующих веществ при химической чистке или стирке текстильных изделий. Наиболее эффективными методами придания текстильным материалам биоцидных свойств являются химические, которые обеспечивают образование химической связи, как, например, введение биологически активных препаратов в прядильные расплавы или растворы. Так на стадии полимеризации при получении капрона добавляют антибактериальный препарат, представляющий собой оловоорганическое соединение (окись или гидроокись трибутилолова), что обеспечивает сохранение антибактериального эффекта после многократных стирок. Разработаны способы придания антимикробных свойств текстильным материалам за счет введения нитрофурановых препаратов в прядильные расплавы с последующим закреплением их при формовании в тонкой структуре

волокон по типу соединений включения. Возможно придание антимикробных свойств синтетическим волокнам в процессе замасливания. Перед вытягиванием волокна обрабатывают соединениями на основе производных оксихинолина, ароматическими аминами или нитрофурановыми производными. Волокна, получаемые таким образом, обладают длительным антимикробным действием [1]. Химическая модификация и нанесение защитных покрытий составляют достаточно безопасную для человека и окружающей среды группу методов придания материалам антибактериальных свойств, но у химических методов модификации есть существенные технологические, экономические и экологические недостатки. Химическая модификация волокон может ухудшить некоторые свойства полимерных волокон. Кроме того химическая модификация полимерных волокнистых материалов требует приобретения, транспортировки и монтажа дополнительного оборудования и химических реагентов, что существенно усложняет технологию, увеличивает трудоемкость производственного процесса, что может неблагоприятно сказаться на экологической ситуации и привести к удорожанию конечного продукта. Придание антибактериальных свойств текстильным материалам методом пропитки их растворами биоцидов является традиционным и проверенным временем способом, однако вещества, применяемые для пропитки, могут быть токсичны для человека и окружающей среды и долговечность не всегда велика. В литературе имеются данные [1] о придании бактериостатического эффекта текстильным материалам при пропитке их смесью солей неомицина с винной, пропионовой, стеариновой, фталевой и некоторыми другими кислотами, которые растворяли в воде, метаноле или бутаноле и наносили на материал разбрызгиванием растворов. Однако, пропитка волокон и самих текстильных полотен не обеспечивает прочного закрепления антибактериальных реагентов, вследствие этого антимикробное действие таких материалов непродолжительно. В качестве биоцидов достаточно широкое распространение получили соли меди, благодаря их невысокой стоимости, сравнительно малой токсичности. Но использование солей меди в качестве антибактериального агента приводит к окрашиванию текстильного материала в желто-зеленый цвет. Использование солей цинка ограничено их слабым биоцидным действием, а солей ртути, олова, мышьяка – повышенной токсичностью для человека [2]. Далеко не всегда требуется иметь текстильные материалы, изготовленные целиком из антимикробных волокон. Даже небольшая доля высокоактивного антимикробного волокна в состоянии обеспечить всему материалу достаточную биостойкость. Антимикробные волокна оказываются не только сами защищенными от повреждения микроорганизмами, но и способными экранировать от их действия волокна растительного происхождения. Представляет интерес изготовление антимикробных нетканых материалов введением в материал активных ингредиентов в микрокапсулированном виде.

Микрокапсулы могут содержать твердые частицы или микрокапли антимикробных веществ, которые высвобождаются при определенных условиях (например, под действием трения, под давлением, путем растворения оболочек капсул или их биоразрушения) [2]. Аппретирование текстильных материалов гидрофобизирующими препаратами (например, силиконами) сообщает им достаточно высокую антимикробную активность. Гидрофобизирование материалов может ослаблять вредное воздействие микроорганизмов, так как уменьшается количество адсорбированной влаги. Однако сама по себе гидрофобная отделка не может полностью устранить вредного воздействия микроорганизмов. В настоящее время в технологии по созданию антибактериальных текстильных материалов активно внедряются нанотехнологии, позволяя получить материалы с антимикробными свойствами безопасные для человеческого здоровья. Использование нанотехнологий позволяет значительно снизить затраты на основной стадии производства, где расход сырья и материалов значителен. Получение антибактериальных текстильных материалов возможно, во-первых, за счет использования текстильных нановолокон и нитей в материалах, во-вторых, за счет использования нанодисперсий и наноэмульсий для пропитки и отделки текстиля [2]. В настоящее время одна из быстро развивающихся областей современной нанотехнологии – создание и использование наноразмерных частиц различных металлов. В наноразмерном состоянии многие вещества приобретают новые свойства и становятся в биологическом отношении весьма активными. При этом наиболее перспективны для применения в медицине наноматериалы, отвечающие таким основным требованиям, как биосовместимость и программируемое позитивное действие на биологический объект. В числе наноматериалов, которые производятся в настоящее время промышленностью, особое внимание привлекают препараты наночастиц серебра, меди, золота и палладия, обладающие антибактериальными свойствами. Наночастицы меди обладают антибактериальной активностью в отношении *St. Aureus*. Однако выраженное антибактериальное действие наночастиц меди в отношении *Staphylococcus aureus* имеет дозозависимый эффект, а именно полное отсутствие бактериального роста наблюдается при действии водных растворов наночастиц меди в концентрациях не менее 0,5%. Медь по сравнению с серебром имеет менее выраженные антисептические свойства, но вместе с тем усиливает действие препаратов серебра [3]. Некоторые препараты нанозолота обнаружили антибактериальное действие, в частности, против *Helicobacter pylori*, а также антигрибковую активность. Мнения специалистов относительно таких препаратов неоднозначны. Очевидно, что эти препараты безусловно помогают больному, но, кроме того, они дают ярко выраженный побочный эффект. Некоторые соединения золота токсичны, накапливаются в почках, печени, селезенке и гипоталамусе, что может привести к органическим заболеваниям и

дерматитам, стоматитам и тромбоцитопении [1]. Наночастицы серебра применяются как биоцидная добавка в форме модификатора, предназначенной для создания и производства новых материалов, покрытий и других видов продукции с биоцидными свойствами широкого спектра действия. Наночастицы серебра, как и другие наночастицы, характеризуются уникальными свойствами, связанными с высоким отношением их поверхности к объему, что определяет большую эффективность их действия. Большое внимание уделяется функциональной активности наночастиц серебра с точки зрения придания как бактерицидных, так и бактериостатических свойств различным материалам и изделиям. Наиболее эффективны для уничтожения болезнетворных микроорганизмов частицы серебра размером 9–15 нм. Они имеют чрезвычайно большую удельную площадь поверхности, что увеличивает область контакта серебра с бактериями, значительно улучшая его бактерицидные действия. Таким образом, применение серебра в виде наночастиц позволяет в сотни раз снизить концентрацию серебра с сохранением всех бактерицидных свойств. Активное использование нанокомпозитов серебра для пропитки текстиля обусловлено их значительными и неоспоримыми преимуществами перед всеми существующими антимикробными средствами, поскольку соединения серебра, обладая широким спектром антимикробной активности, во многом лишены недостатков, связанных с проблемой резистентности к ним патогенных микроорганизмов. Эффект уничтожения бактерий препаратами серебра чрезвычайно велик. Он в 1750 раз сильнее действия той же концентрации карболовой кислоты и в 3,5 раза сильнее действия сулемы. Уже при концентрации 0,1 мг/л серебро обладает выраженным фунгицидным действием. Действие растворов серебра при одинаковых концентрациях выше действия хлора, хлорной извести, гипохлорида натрия и других сильных окислителей. Растворы серебра являются самым эффективным средством при непосредственном соприкосновении с поверхностями, гноящимися и воспалёнными вследствие бактериального заражения [4]. Серебро обладает более мощным антимикробным эффектом, чем пенициллин, биомицин и другие антибиотики, и оказывает губительное действие на антибиотикоустойчивые штаммы бактерий. На золотистый стафилококк, вульгарный протей, синегнойную и кишечную палочки, представляющих особый интерес для клиницистов, ионы серебра оказывают различное противомикробное действие – от бактерицидного (способность убивать микробы) до бактериостатического (способность препятствовать размножению микробов) [2]. Достоинствами препаратов на основе наночастиц серебра для пропитки текстильных материалов являются: высокая антимикробная активность, в т.ч. способность подавлять наиболее адаптированные к внешним воздействиям микроорганизмы (или их видоизмененные формы); полный спектр антимикробного действия (бактерии, вирусы, грибы) и подавления патогенной микрофлоры (споры); отсутствие деструктирующего

влияния на материалы обрабатываемых изделий; отсутствие в составе хлорсодержащих компонентов; экологическая безопасность [4]. Перспективное направление в использовании биоцидных свойств наночастиц серебра – производство текстильной и полимерной продукции медицинского и бытового назначения. Прежде всего, это производство различных перевязочных материалов, текстиля медицинского назначения, а также спортивной одежды, экипировки и термобелья. Из всех химических элементов серебро обладает наилучшей электропроводностью, поэтому содержание даже небольшого количества серебра в текстильном полотне действует как антистатик, т.е. снимает электростатический заряд, вызываемый трением, что делает комфортным ношение изделий из синтетических материалов. Кроме того, использование изделий, изготовленных из текстильных материалов, модифицированных наночастицами серебра, позволяет добиваться различных эффектов терморегуляции тела человека, повысить эффективность работы кислородно-транспортной системы организма, поддерживать водно-жировой баланс, стимулировать работу иммунной системы, обмен веществ и регенерацию клеток [5].