



قوه قضائیه

سازمان ثبت اسناد و املاک کشور

گواهی نامه ثبت اختراع



۰۲۹۸۳۰ الف/۸۹

مشخصات مالک:

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، خروجی شماره ۱۵، شهرک پژوهش و فناوری، بلوار پژوهش، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران

مشخصات مخترع:

مریم صحرارو به شماره ملی ۳۳۲۰۰۲۰۴۱ به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، خروجی شماره ۱۵، شهرک پژوهش و فناوری، بلوار پژوهش، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران
عباس باری به شماره ملی ۳۸۷۵۴۸۲۸۳۲ به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، خروجی شماره ۱۵، شهرک پژوهش و فناوری، بلوار پژوهش، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران
حمید یگانه اولاد آدم به شماره ملی ۲۶۴۹۱۸۷۵۵۷ به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، خروجی شماره ۱۵، شهرک پژوهش و فناوری، بلوار پژوهش، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران

عنوان اختراع تهیه و شناسایی زخم پوش های پلی(اپوکسی-بورتان) ضدباکتری حاوی نمک های چهارتایی آمونیوم با عاملیت اپوکسی

طبقه بندی بین المللی:

حقی تقدم:

شماره و تاریخ اظهار نامه اصلی:

محل ثبت:

شماره و تاریخ ثبت اختراع: ۸۱۶۵۵ - ۱۳۹۲/۱۰/۱۸	شماره و تاریخ ثبت اظهار نامه: ۱۳۹۲۵۰۱۴۰۰۳۰۰۴۵۲۶ - ۱۳۹۲/۰۶/۰۳	مدت حمایت: ۲۰ سال از تاریخ ۱۳۹۲/۰۶/۰۳ تا ۱۴۱۲/۰۶/۰۳
--	--	---

امضاء:

تاریخ: ۲۱/۱۱/۹۲

مهرداد الیاسی

اداره کل مالکیت صنعتی
رئیس اداره ثبت اختراعات

* تمام گواهی نامه: توصیف ادعا، خلاصه توصیف و نقشه

* در صورت تعدد مخترمین، مالکین و یا تغییرات مراتب، شرح مندرج در نظر گواهی نامه می باشد.



پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

عنوان:

تهیه و شناسایی زخم پوش های پلی (اپوکسی-یورتان)
ضدباکتری حاوی نمک های چهارتایی آمونیوم با عاملیت
اپوکسی

اسامی پدید آورندگان:

حمید یگانه

مریم صحرارو

عباس یاری

و پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

محل کار:

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

۱- زمینه فنی اختراع:

کنترل آلودگی میکروارگانیسم‌ها همواره در طول تاریخ به روش‌های مختلف به تناسب علوم و امکانات هر دوره پیگیری شده‌است. در دنیای امروز گسترش و توسعه پلیمرهای ضد باکتری به عنوان یکی از مهم‌ترین راهکارهای مقابله با میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا مورد توجه قرار گرفته‌است. یکی از حوزه‌های پرکاربرد استفاده از پلیمرهای ضد باکتری در کاهش آلودگی تجهیزات وادوات پزشکی و عفونت‌های ناشی از آنها است. از جمله کاربردهای مهم پلیمرهای ضدباکتری در تهیه زخم‌پوش‌ها می‌باشد. با وجود پژوهش‌هایی که در این زمینه صورت گرفته‌است هم چنان نیاز به زخم‌پوش‌هایی با خاصیت ضد باکتری که جهت درمان زخم‌های حاد و مزمن به کار گرفته می‌شوند، وجود دارد. لذا تحقیق و مطالعه بر روی پلیمرهای با خواص ضد باکتری جهت مقابله با آلودگی‌های میکروبی یکی از زمینه‌های بسیار پر اهمیت برای محققان حوزه پلیمر و بهداشت بویژه در طراحی زخم‌پوش‌ها می‌باشد. قرار گرفتن عوامل ضدباکتری در مواد پلیمری با مزایایی هم چون عدم فراریت و در نتیجه عدم آلودگی محیط زیست، سمیت کمتر، مقاومت محیطی و شیمیایی بالاتر، زمان اثربخشی بیشتر، عدم ایجاد حساسیت‌های پوستی و نیز عدم نفوذپذیری نسبت به پوست و سایر بافت‌های بدن همراه است.

۲- مشکلات فنی و بیان اهداف اختراع:

زخم‌ها محیطی غنی از مواد مغزی بوده و شرایط مناسبی از رشد را برای باکتری‌ها فراهم می‌کنند، آلودگی‌های میکروبی در محل زخم یکی از مشکلات اساسی در فرایند ترمیم زخم می‌باشد که سبب کندشدن فرایند ترمیم و افزایش احتمال ایجاد عفونت می‌شود. به همین دلیل استفاده از زخم‌پوش‌های ضد باکتری در سال‌های اخیر به عنوان روشی مناسب جهت رفع مشکل حاضر مورد توجه محققین قرار گرفته است. از طرف دیگر در گذشته تصور بر این بود که برای بهبود روند درمان زخم، بستر زخم بایستی خشک نگه‌داشته‌شود اما امروزه مشخص شده است که زخم هادر یک محیط استریل، گرم و مرطوب به نحو مطلوب‌تر و در زمان کمتری بهبود می‌یابند. اگر استریل کردن زخم در محیط مرطوب به نحوی مطلوب صورت نگیرد، احتمال ایجاد عفونت باکتریایی وجود دارد. یکی دیگر از مسائلی که در روند ترمیم زخم بویژه در زخم‌های با ترشحات متوسط به بالا باید مورد توجه قرار گیرد حذف ترشحات زخم از سطح زخم به نحوی مطلوب است تا از تجمع ترشحات در زیر زخم- پوش جلوگیری کند. تجمع ترشحات در زیر زخم‌پوش سبب افت کارایی زخم‌پوش و جداشدن زخم- پوش از بستر بافت آسیب دیده می‌شود.

باتوجه به تمام موارد ذکر شده در این اختراع با استفاده از غشا‌های پلی‌یورتانی حاوی ترکیبات آبدوست چهارتایی آمونیوم به عنوان عامل ضدباکتری، زخم‌پوش‌های تهیه شد که دارای توانایی جذب و نگه‌داری ترشحات بوده، هم چنین به دلیل حضور گروه‌های چهارتایی آمونیوم از ایجاد

عفونت‌های باکتریایی جلوگیری می‌شود از دیگر ویژگی های این زخم‌پوش‌ها حفظ استحکام مکانیکی در شرایط خشک وهیدراته است که محافظت مکانیکی لازم را در برابر تنش‌های مکانیکی برای بافت آسیب‌دیده فراهم می‌کند.

۳- وضعیت دانش پیشین

امروزه باتوجه به تنوع در زخم‌ها انواع گوناگونی از زخم‌پوش‌ها وجود دارد زخم‌پوش‌ها را معمولا براساس عملکرد آن‌ها در محل آسیب‌دیده (دبریدکننده، ضد میکروب، جاذب، چسبنده و...)، منشا ساخت (سنتزی، طبیعی، ترکیبی، شکل فیزیکی (پماد، فیلم، فوم، ژل) دسته‌بندی می‌کنند. که از این میان دسته‌بندی زخم‌پوش‌ها براساس منشا ساخت آن‌ها اهمیت بیشتری دارد. پلیمرها به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع جهت تولید زخم‌پوش‌ها در نظر گرفته می‌شوند. معمولا زخم‌پوش‌های پلیمری را از نظر منشا ساخت به پلیمرهای سنتزی، پلیمرهای طبیعی و یا تلفیقی از این دو دسته‌بندی می‌کنند. زخم‌پوش‌های سنتزی شامل فیلم‌های تراوا به بخار آب، هیدروژل‌ها، هیدروکلوئیدها، آلژینات‌ها و زخم‌پوش‌های ضدباکتری می‌باشند. فیلم‌هایی که به عنوان پانسمان به کار می‌روند دارای توانایی پایینی در جذب ترشحات زخم بوده و بنابراین تجمع ترشحات در زیر زخم‌پوش رخ می‌دهد. بنابراین برای زخم‌های با ترشحات بالا مناسب نمی‌باشند. زخم‌پوش‌های بر پایه هیدروژل‌ها، آلژینات‌ها وهیدروکلوئیدها توانایی جذب ترشحات زخم را داشته با این حال زخم‌پوش‌های هیدروژلی مرسوم دارای استحکام مکانیکی پایینی می‌باشند و حفاظت لازم را برای زخم‌های تحت تنش‌های مکانیکی فراهم نمی‌نمایند. هیدروکلوئیدها دارای نفوذ پذیری پایینی نسبت به بخار آب بوده و بنابراین فاقد یکی از ویژگی های لازم برای زخم‌پوش ایده‌آل می‌باشند. هم‌چنین هیدروکلوئیدها به علت اجزاء تشکیل دهنده ممکن است موجب ایجاد حساسیت پوستی شوند. زخم‌پوش‌های آلژیناتی برای زخم‌های با ترشحات متوسط به بالا مناسب هستند با این حال فاقد خاصیت ضد میکروب ذاتی می‌باشند. از جمله پلیمرهای طبیعی مورد استفاده در تهیه زخم‌پوش‌ها کلاژن و کیتوسان است. مزیت پلیمرهای طبیعی تسریع در بهبود فرایند ترمیم می‌باشد با این حال یکی از مشکلات این ساختارها بالا بودن هزینه تمام شده به علت محدودیت در منابع می‌باشد بنابراین تلفیق آن‌ها با پلیمرهای سنتزی به عنوان راهکاری برای کاهش هزینه‌ها در نظر گرفته می‌شوند. زخم‌پوش‌های با خاصیت ضدباکتری از جمله ساختارهای جدید می‌باشند که با استفاده از آن‌ها نیاز به استریل کردن وتعویض مکرر زخم‌پوش از بین می‌رود بنابراین در هزینه‌های درمان صرفه‌جویی می‌شود.

امروزه برای جلوگیری از عفونت‌های باکتریایی در محل زخم از روش‌های گوناگونی استفاده می‌شود. یکی از راه‌های که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است استفاده از ساختارهای پلیمری ضد میکروب است. اصولا برای تولید ساختارهای پلیمری ضد میکروب از روش‌های متفاوت مانند پلیمرهای با خاصیت ضد میکروب ذاتی، اصلاح پلیمر برای دست‌یابی به این ویژگی و یا ورود

مواد آلی یا معدنی دارای خاصیت ضد میکروب استفاده می‌شود. در این میان پلی‌یورتان‌ها با داشتن ویژگی‌های مانند زیست‌سازگاری و استحکام مکانیکی، تنوع در خواص متناسب با کاربرد بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. با انتخاب مناسب اجزاء تشکیل دهنده یک پلی‌یورتانی (پلی‌ال، دی‌ایزوسیانات و...) می‌توان به خواص متناسب با کاربرد مورد نظر دست یافت. هم‌چنین پلی‌یورتان‌ها می‌تواند به شکل‌های مختلف از جمله فیلم، هیدروژل، هیدروکلوئید و فوم تهیه نمود بنابراین می‌تواند به درجات مختلفی از قدرت نفوذ بخار آب، استحکام مکانیکی، زیست‌سازگاری و سایر خواص مورد نظر در طراحی یک زخم‌پوش دست یافت. یکی از راه‌های ایجاد خاصیت ضدباکتری در پلی‌یورتان‌ها وارد کردن ساختارهای چهارتایی آمونیوم است. ترکیبات آمونیوم چهارتایی که فعالیت ضد باکتری نسبت به تیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها را از خود نشان می‌دهند استفاده شده است. جاذبه الکترواستاتیک بین بار مثبت کاتیون‌ها و بار منفی دیواره سلولی باکتری‌ها موجب جذب و برهم‌کنش باکتری‌ها با ترکیبات کاتیونی می‌شود. اثر میکروب‌کشی آمونیوم‌های چهارتایی وابسته به جرم مولکولی، آنیون همراه و طول زنجیره آلکیلی متصل به آنها دارد. این عوامل میزان نفوذ پذیری نسبت به دیواره سلولی و غشای سیتوپلاسمی را کنترل می‌کنند. اصولاً از جمله ویژگی‌های منحصر به فردی که استفاده از ترکیبات چهارتایی را روز به روز بیشتر می‌کند توانایی قرار گرفتن این گروه‌ها به طور پایدار بر روی بسترهای مختلف از جمله زنجیره‌های پلیمری و جلوگیری از آزاد شدن آن به محیط می‌باشد. از آنجاییکه پلیمرهای ضد باکتری دارای مزایای به مراتب بیشتری نسبت به ترکیبات کوچک مولکول ضد باکتری می‌باشند قرار گرفتن عوامل ضد باکتری در مواد پلیمری با مزایایی همچون عدم فرار و در نتیجه عدم آلودگی محیط زیست، سمیت کمتر، مقاومت محیطی و شیمیایی بالاتر، زمان اثربخشی بیشتر، عدم ایجاد حساسیت‌های پوستی و نیز عدم نفوذ پذیری نسبت به پوست و سایر بافت‌های بدن را به همراه است.

در این اختراع پیش‌پلیمرهای پلی‌یورتانی بر پایه پلی‌ال‌های آب دوست سنتز شده را در حضور مقادیر متفاوت از ترکیب آمونیوم چهارتایی با عاملیت چندگانه اپوکسی بوسیله عامل پخت دی‌آمین پخت شد. ارزیابی خواص جذب آب، عبور بخار آب، استحکام مکانیکی و خواص ضدباکتری کارایی غشاهای تهیه شده را به عنوان زخم‌پوش تایید می‌کند.

۴- ارائه راه حل:

فیلم‌های پلی‌یورتانی مورد ادعا در این اختراع از طریق پخت پیش‌پلیمرهای پلی‌یورتانی مختوم به گروه‌های اپوکسی سنتز شده بر پایه پلی‌ال‌های آب دوست در حضور مقادیر متفاوت از ترکیب آمونیوم چهارتایی با عاملیت چندگانه اپوکسی، با عامل پخت دی‌آمین تهیه شد.

مرحله اول:

ابتدایش پلیمر یورتانی دارای گروه‌انتهایی ایزوسیانات از واکنش پلی اتیلن گلیکول باجرم‌های مولکولی مختلف و ۶۱-هگزامتیلن دی ایزوسیانات تهیه شد. در سنتز پلی‌یورتان‌ها به دلیل حساس بودن گروه ایزوسیانات به رطوبت، مواد اولیه باید خشک باشند. بنابراین پلی‌(اتیلن گلیکول) پیش از استفاده در آن خلا نگهداری می‌شود، سپس برای تکمیل فرایند آب‌گیری، آن را با تولوئن خشک تحت آزنوتروپ قرار داده تا باقی‌مانده رطوبت آن نیز خارج شود و در انتها تولوئن با استفاده از خلاء خارج می‌شود. واکنش تا رسیدن به مقدار نظری درصد ایزوسیانات، که از طریق تیتراسیون با استفاده از دی بوتیل آمین اندازه‌گیری می‌شود، ادامه یافت. در این مرحله مخلوط واکنش که دارای پیش‌پلیمر یورتانی منتهی به گروه ایزوسیانات است، تا دمای محیط سرد شد. سپس به مخلوط واکنش که حاوی پیش‌پلیمر یورتانی منتهی به گروه ایزوسیانات گلیسزول اضافه می‌شود تا پیش‌پلیمر پلی‌یورتانی منتهی به گروه اپوکسی تهیه شود. حذف پیک گروه ایزوسیانات در طیف مادون قرمز در 2270 cm^{-1} نشان‌دهنده تکمیل واکنش است. در جدول (۱) مواد مورد استفاده جهت سنتز پیش‌پلیمرهای پلی‌یورتانی و مقادیر آن‌ها ذکر شده است. ساختار پیش‌پلیمرهای تهیه شده با تکنیک‌های اسپکتروسکوپی IR و NMR مورد تایید قرار گرفت.

جدول (۱) - مقادیر مواد اولیه جهت سنتز پیش‌پلیمرهای یورتانی با گروه‌های انتهایی اپوکسی

پیش پلیمر	وزن مولکولی	PEG (g)	HDI (g)	گلیسیدول (g)	عدد اپوکسی تئوری (mol/Kg)	عدد اپوکسی تجربی (mol/Kg)
EPU1000	1000	30	10/09	4/44	1/347	1/0
EPU2000	2000	30	5/04	2/22	0/1805	0/665

مرحله دوم:

سنتز ترکیبات چهارتایی آمونیوم باعاملیت اپوکسی

۱- سنتز N,N -بیس (۳و۲-اپوکسی پروپیل) آنیلین مخلوط آنیلین واپی کلروهیدرین در حلال آب به مدت سه هفته در دمای اتاق قرار داده می‌شود. سپس ماده حاصل که یک ساختار کریستالی سفیدرنگ است با محلول سود واکنش داده می‌شود. تا N,N -بیس (۳و۲-اپوکسی پروپیل) آنیلین حاصل شود. ساختار محصول با روش اسپکتروسکوپی NMR تایید شد.

۲- سنتز ترکیب ۴ و ۴'-بیس (متیلن دی گلیسیدیل آنیلین)

مخلوط ۴ و ۴-متیلن دی آنیلین واپی کلروهیدرین در حلال آب واتیل، متیل-کتون در دمای اتاق به مدت سه هفته قرارداد می‌شود. سپس ماده حاصل با محلول سود واکنش داده می‌شود تا ترکیب ۴ و ۴- بیس (متیلن دی گلیسیدیل آنیلین) حاصل شود. ساختار محصول با روش اسپکتروسکوپی NMR تایید شد.

برای تولید ترکیبات حاوی گروه چهارتایی آمونیوم از ترکیبات سنتز شده، این مواد با متیل یدید واکنش داده می‌شوند.

مرحله سوم:

۳-تهیه زخم پوش ها

مقادیر مشخصی از پیش پلیمر های یورتانی با مقادیر متفاوتی از ترکیبات چهارتایی آمونیوم با عاملیت اپوکسی در مخلوط حلالی DMF/H₂O حل می‌شود و سپس مقدار لازم ۱ و ۴- بوتان دی آمین به عنوان عامل شبکه‌ای کننده به آن اضافه می‌شود، سپس واکنش پخت در دمای‌های متفاوت در آن انجام شده و فیلم های شبکه‌ای نهایی حاصل می‌گردند.

۴- مزایای و ویژگی های پلی (اپوکسی - یورتان)ها و غشاهای تهیه شده:

استفاده از این نوع پیش پلیمرهای یورتانی منتهی به گروه اپوکسی با حذف اثرات منفی حضور گروه-های سمی ایزوسیانات در سیستم های بیولوژیکی سبب افزایش زیست سازگاری زخم پوش های تهیه شده و افزایش مدت زمان انبارداری پیش پلیمرهای مذکور می‌شود. هم چنین افزایش استحکام مکانیکی در نتیجه باز شدن گروه انتهایی اپوکسی حین واکنش پخت و ایجاد گروه های هیدروکسیل در فاز سخت و تولید پیوندهای هیدروژنی بیش تر از مزایای این سیستم‌هاست.

ترکیبات آمونیوم چهارتایی فعالیت ضد باکتری نسبت به طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها را از خود نشان می‌دهند. سنتز ساختارهای دارای ترکیبات چهارتایی آمونیوم با عاملیت چندگانه اپوکسی و انجام واکنش پخت سبب وارد شدن ترکیبات چهارتایی آمونیوم به ساختار پلیمر و تولید ساختارهای پلیمری با خاصیت ضدباکتری می‌شود. در عین حال به دلیل اتصال شیمیایی عامل ضدباکتری به بدنه پلیمر نهایی امکان نشت کردن آن به محیط بدن و کاهش سریع اثر بخشی آن وجود ندارد. استفاده از ترکیبات اپوکسی با عاملیت چندگانه سبب افزایش دانسیته اتصالات عرضی و بنابراین افزایش استحکام مکانیکی می‌شود.

خواص غشاهای ساخته شده با استفاده از آزمون های جذب محلول بافر فسفات سالین، نفوذ پذیری نسبت به بخار آب، تعیین استحکام مکانیکی، زیست سازگاری و خواص ضدباکتری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمون های ذکر شده به شرح زیر است.

نتایج حاصل از تست جذب آب نشان داد غشاهای تهیه شده دارای محدوده جذب آب ۱۸۰-۳۴۰ درصد هستند.

نتایج نفوذپذیری نسبت به بخار آب برای غشاهای تهیه شده بیانگر محدوده $1700 - 400 \text{ gr/m}^2\text{day}$ است.

تست تعیین استحکام مکانیکی برای نمونه‌ها هم در حالت خشک هم هیدراته انجام شد. نتایج نشان - دهنده استحکام کششی در گستره $1-10 \text{ MPa}$ برای حالت خشک و $0/3-0/9$ برای حالت هیدراته است.

بررسی زیست‌سازگاری زخم پوش های تهیه شده توسط مشاهده مستقیم سلول های فیبروبلاست نشان دهنده درجه زیست‌سازگاری مطلوب زخم‌پوش‌های تهیه شده بود. همچنین بررسی خواص ضد میکروبی زخم پوش های تهیه شده بر علیه باکتری گرم مثبت استافیلوکوکوس آئوروس و باکتری گرم منفی ای کولای نشان دهنده درجه بالایی از قدرت باکتری کشی بوده است. لذا زخم-پوش‌های تهیه شده برای سلول های انسانی سمی نبوده اما سبب از بین رفتن باکتری‌ها می‌شوند.

۶- روشهای اجرایی بکارگیری اختراع:

برای استفاده از غشا های پلیمری تهیه شده به عنوان زخم‌پوش، این مواد در داخل یک ورق کاغدی آغشته به چسب حساس به فشار قرار داده شده و در محل زخم تعبیه می شود.

۷- کاربرد صنعتی:

فیلم های گرماسخت تهیه شده را می‌توان به عنوان زخم‌پوش جاذب ضدباکتری برای زخم‌های با ترشحات متوسط به بالا با احتمال ایجاد عفونت‌های باکتریایی به علت تجمع ترشحات، به کار برد.

خلاصه اختراع:

یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش رو در فرایند ترمیم زخم‌ها احتمال ایجاد عفونت‌های باکتریایی است. از طرف دیگر یکی از شرایط لازم برای تسریع بهبود زخم حفظ محیط مرطوب اطراف زخم است. با این حال وجود محیط مرطوب احتمال عفونت های باکتریایی را افزایش می‌دهد. بنابراین در طراحی یک زخم پوش ایده آل وجود خاصیت ضد میکروبی در زخم‌پوش الزامی است. همچنین جذب ترشحات زخم به منظور جلوگیری از تعویض مکرر زخم‌پوش و جلوگیری از عفونت‌های باکتریایی باید مورد توجه قرار گیرد. در حال حاضر زخم‌پوش های مانند گاز استریل در بازار موجود بوده که توانایی تامین شرایط مذکور را ندارد. در این میان پلی‌یورتان‌ها با خواص ویژه ای مانند زیست سازگاری استحکام مکانیکی و ترکیبات چهارتایی و زیست‌سازگاری مناسب به کار گرفته شد تا فیلم-های گرماسخت پلیمری با کاربرد زخم‌پوش تهیه گردد. پیش پلیمرهای پلی یورتانی منتهی به گروه اپوکسی و ترکیبات چهارتایی آمونیوم با عاملیت اپوکسی با استفاده از ۱ و ۴-بوتان دی آمین پخت شد. بررسی خواص جذب آب، عبور بخار آب، استحکام مکانیکی در حالت خشک و هیدراته، زیست

سازگاری و خواص ضد میکروب کاربرد فیلم‌های مذکور را به عنوان زخم زخم پوش های جاذب ضد باکتری تایید می‌نماید.