

Нанотехнологията електроовлакняване и българските постижения

Мария Спасова

Едноименните товари взаимно се отблъскват и създават сила, противоположна по действие на тази, породена от повърхностното напрежение на разтвора или на стопилката. Наг

определена критична стойност на интензитета на приложеното електрическо поле силата, създадена от електростатичното отблъскване между товарите, става по-голяма от повърхностното напрежение на разтвора, при което се изстрелва натоварена течна струя. С придвижването си към колектора полимерната струя постепенно се издължава и нейното напречно сечение намалява. При подходящ вискозитет на предилния полимерен разтвор върху

Електроовлакняването е върхова нанотехнология, която позволява получаването на непрекъснати полимерни влакна с диаметри в микро- и наноскалата и с дължина, достигаща до няколко десетки метра. Процесът на електроовлакняване настъпва, когато към полимерен разтвор или стопилка се приложи електрическо поле с високо напрежение, което индуцира електрически товари в разтвора или в стопилката.

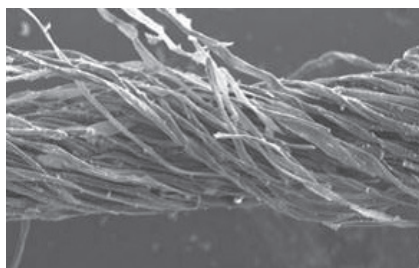
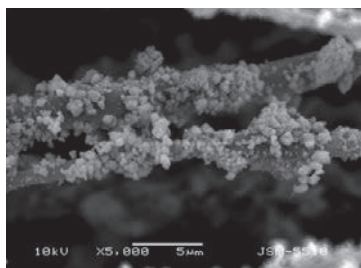
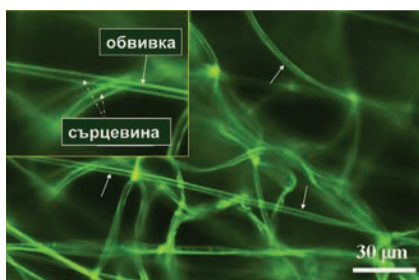
колектора се отлагат микро- и нановлакна с голяма специфичната повърхност.

Чл.-кор. гхн Илия Рашков е инициаторът и ръководителят на пионерските за България изследвания върху получаването на нановлакнести мате-

риали чрез нанотехнологията електроовлакняване при използване на оригинално конструирана апаратура. През 2004 г. беше създадена и пусната в действие първата в България и на Балканския полуостров апаратура за електроовлакняване. Тогава на пазара не се предлагаше такава апаратура, а моделите, които днес вече се продават, са не само скъпи, но засега са и с твърде ограничена функционалност. Създадената в Лаборатория



Апаратурата за получаване на нановлакнести материали чрез електроовлакняване бе разработена в началото на века в България



Част от структурите, получени чрез електроовлакняване в ЛБАП, ИП-БАН. Монолитни ориентирани влакна (2А), със структура сърцевина – обвивка (2 В), на хибриден нетъкан текстил (2 С) чрез електроовлакняване и чрез съчетаване на електроовлакняване с електроразпръскване, както и получаване на снопове (2 D)

Биологично активни полимери, Институт по полимери, БАН (ЛБАП-ИП-БАН), апаратура непрекъснато се усъвършенства, което значително разширява възможностите на метода и осигурява получаването на широка гама от микро- и нановлакнести материали от влакна с различна структура – монолитни ориентирани влакна или със структура сърцевина – обвивка, на хибриден нетъкан текстил чрез електроовлажняване и чрез съчетаване на електроовлажняване с електроразпръскване, както и получаване на снопове.

Поради присъщата им голяма специфична повърхност и малкия размер на порите, нановлакнестите материали могат да намерят разнообразни приложения, например: ефективни средства за филтруване, нетравматични покрития за лечение на рани, носители на лекарствени средства; подложки за регенериране на тъкани, имитиращи извънклетъчния матрикс на естествени-



Доц.г-р Мария Спасова завършва Техническият университет в София, а от 2003 година е докторант в Института по полимери – БАН. Специализира в Белгия, работи в областта на биологично активните полимери. Представяме ви една от последните научнопрактически разработки на нашия млад сътрудник, на който пожелаваме още много нови научни постижения.



Електроовлажняване върху участък от кожата на пациента е възможно. То не е болезнено и не уврежда тъканите, а дава възможност да се нанесат директно лечебни покрития

те тъкани и органи; при направата на предпазни военни облекла. Те могат да намерят приложение също в козметиката, при изработването на наносензори и в електрониката. В последните години електроовлажняването предизвиква особено нарастващ интерес и броят на публикациите бурно се увеличава. По данни на Science Citation Index по брой на публикациите, свързани с тази технология, България изпреварва страни като Испания, Гърция, Румъния, Швеция, Швейцария.

Нановлакнестите материали от биосъвместими и/или биологично активни полимери и полимерни системи, които се получават чрез електроовлажняване, са особено подходящи като покрития за рани. Причините за това са много: те



Използването на електроовлакнени полимерни влакна като носители на антитуморни лекарствени вещества е обещаващ подход в медицината. Оригинални влакнести материали от биоразградими полиестери (БПЕ) и производно на хитозана (кватернизиран хитозан, КХ). Тези материали са използвани като носители на противотуморните лекарствени вещества – доксорубицин хидрохлорид (Д) или госипол (Г)

предоставят възможности за лесното им получаване с малък разход на материал, могат да се получат с разнообразен състав и със загадена геометрична форма, осигуряват лесно прилагане и комфорт при употребата им. Електроовлакняване върху участък от кожата на пациента е възможно. То не е болезнено и не уврежда тъканите, а дава възможност да се нанесат директно лечебни покрития върху рани (например от изгаряния, измръзвания, от химически агенти и др.). Електроовлакнените лечебни покрития могат да се приготвят от биосъвместим полимер и подходящи лекарствени вещества (например с ан-

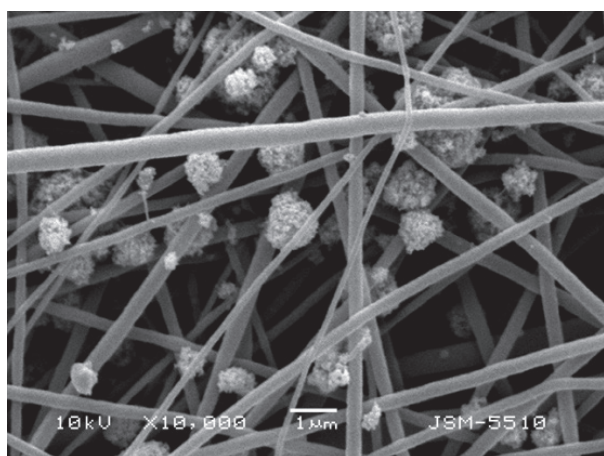
тимикробни свойства, местен анестетик, витамин и др.). Покритията са проникваеми за ексудата (течността, която се отделя от възпалени рани) и това допълнително допринася за доброто понасяне на превръзката и за заздравяването на раната.

Прилагайки електроовлакняването, в ЛБАП-ИП-БАН са получени и оригинални влакнести материали от биоразградими полиестери (БПЕ) и производно на хитозана (кватернизиран хитозан, КХ). Тези материали са използвани като носители на противотуморните лекарствени вещества – доксорубицин хидрохлорид (Д) или госипол (Г).

Използването на електроовлакнени полимерни влакна като носители на антитуморни лекарствени вещества е



*Полимерната система, съдържаща спори от *Trichoderma viride*, електроовлакнена директно върху листата и корените на разсад го предпазва от различни вредители и от неблагоприятни външни условия без това да пречи на подхранването на растенията*



На основата на флуор съдържащи полимери – в подходящо съчетание с наночастици от цинков оксид са получени влакнести материали със суперхидрофобни свойства

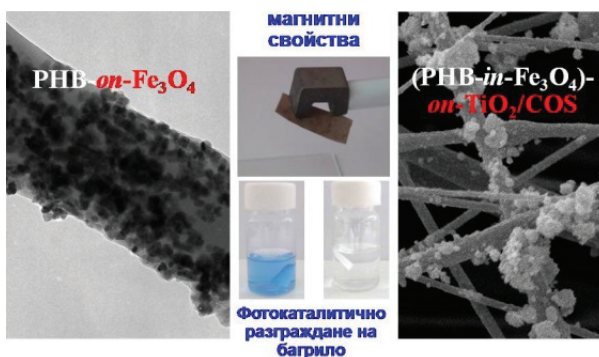
обещаващ подход с потенциално биомедицинско приложение, особено за локална слегаоперативна химиотерапия. Тяхната голяма специфична повърхност и възможността за постепенно освобождаване на активното вещество водят до намаляване на цитотоксичността и до подобряване на терапевтичния ефект на лекарствените вещества.

При прилагане на електроовлажняване в ЛБАП-ИП-БАН е разработена и нова технология за включване на спори от полезен микроорганизъм *Trichoderma viride* в нановлакнести материали от хитозан. Доказано е, че включената по този начин *Trichoderma viride* се развива добре и води до потискане на развитието на патогенни микроорганизми. Показано е, че полимерната система, съдържаща спори от *Trichoderma viride*, електроовлажнена директно върху листата и корените на разсад го предпазва от различ-

ни вредители и от неблагоприятни външни условия без това да пречи на подхранването на растенията. Получените нови микро- и нановлакнести материали на основата на полимери от възобновяеми източници със собствена биологична активност и биоконтролен агент са перспективни за създаването на екологично съобразни многофункционални фитофармацевтични средства за растителна защита.

На основата на флуор-съдържащи полимери – в подходящо съчетание с наночастици от цинков оксид са получени влакнести материали със су-

перхидрофобни свойства. При едновременно електроовлажняване на концентриран разтвор на полимер и електроразпръскване на суспензия на ZnO са получени материали, състоящи се от полимерни влакна върху повърхността на които е отложен ZnO. Измереният контактен ъгъл на получените матери-



Нановлакнести полимерни материали с включен наноразмерен пълнител със суперпарамагнитни свойства. Наблюдава се подреждане на наночастиците от магнетит във верижки, ориентирани по дължината на нановлакната



Чл.-кор. д-н Илия Рашков е инициаторът и ръководителят на пионерските за България изследвания върху получаването на нановлакнести материали чрез нанотехнологията електроовлажняване при използване на оригинално конструирана апаратура

али достига 155° , което ги прави суперхидрофобни.

Суперхидрофобните материали и повърхности отблъскват водата и не се омекват. Тези материали имат контактни ъгли на омекване от над 150° . Те притежават самопочистващи се, противозаледряващи, антикорозионни, антибактериални и др. свойства, които ги правят подходящи за приложения в машиностроенето, автомобилостроенето, космонавтиката, биомедицината, за направата на сензори, облекла и др.

Чрез нанотехнологията електроовлажняване могат да се получат също така нановлакнести полимерни материали с включен наноразмерен пълнител със суперпарамагнитни свойства. Наблюдава се подреждане на наночасти-

ците от магнетит във верижки, ориентирани по дължината на нановлакната, което наподобява подреждането на магнетита в магнитотактната бактерия. Доказано е също, че новите мултифункционални материали на основата на полимери, съдържащи наночастици от титанов диоксид и от магнетит са подходящи при решаването на екологични проблеми, свързани с пречистването на води и въздух от органични замърсители.

За получаването на всички тези нови материали умело са приложени задълбочени познания върху химическата природа, физичните и физикохимичните свойства на полимерите, новаторски идеи за тяхното практическо използване и в допълнение – оригинални подходи при научното приборостроене. ■

Фоторазказ от Принцовите острови

Здравейте,

Името ми е Емануил Рахнев и съм на 24 години. В момента живея във Великобритания, но съм роден и израснал в Бургас. Занимавам се с фотография от седем години и напоследък започнах успешно да превръщам хобито си в професия.

Тези снимки обаче не са съвсем професионални, защото те по принцип изискват подготовка – пътуването се планира, локацията се оглежда, избира се позиция и – при късмет – снимката става. При мен всичко се получи случайно. Бях в България при родителите си и те изнедващо ме поканиха да отида с





тях на екскурзия до Истанбул. Обичам спонтанни решения и, разбира се, веднага се съгласих.

В Истанбул – все така спонтанно – потеглихме на разходка с корабче през Босфора до Принцовите острови. Времето беше приятно, с пряка слънчева светлина, която от фотографска гледна точка не е най-подходяща за качествени снимки. По навик обаче аз снимах интересните неща наоколо и забелязах, че някои от пасажерите хвърлят храна на гларусите около кораба, някои от птиците ловко я хващаха в полет, други пък не успяваха.

Обхвана ме фотографската ловна тръпка и реших да заснема точно такъв момент. Техниката, с която разполагам в момента, е далеч от тази, която фотографите на National Geographic

използват и изобщо не е предназначена за бързи снимки от големи разстояния. Обективът беше Канон 24 – 105 мм $F/4$, който е по-скоро подходящ за портрети или пейзажи. Все пак свърши работата и резултатът е пред вас! Цялото пътешествие с корабчето беше малко повече от час и половина, а аз „търсех“ моите кадри около един час. Дигиталната техника го позволява – след стотици изтрити кадри, успях да уловя няколко отлични снимки. Спомням си, че вълнението след като видях остротата и детайлите, които съм успял да заснема, беше неописуемо. Веднага отидох и показах снимката на родители и приятели. Спомням си как някои от тях шеговито казаха „това е снимка за списание“. Не ми се вярваше, но предполагам са били прави.



От редакцията

Списание „Природа“ благодари на нашия читател Емануил Рахнев за фоторазказа, който ни изпрати. Снимките са качествени, птицата е проследена в три последователни етапа на трудната въздушна ситуация – тя трябва да

съпровожда корабче, да не се разсейва и да улови в полет парченце хляб, към което обикновено претенции имат и други птици. Списание „Природа“ с удоволствие ще публикува и други фотографски постижения на наши читатели и природолюбители със сюжет от Природата. ■