

НАНОВОЛОКНА (Nanofibres)

*«Оглянулся Паучок, а в уголке
только ниточка осталась на сучке.
Стал жучков он, разных бабочек скликать,
Через ниточку-веревочку скакать!
Пригодилась паутинка для добра.
Тут и сказочку кончать пришла пора».*
Ю. Любимцева



Есть один детский стишок, который начинается словами «Сплел однажды паутинку паучок». Так вот этот самый паучок и не подозревал, что создал чрезвычайно интересный нанообъект – нановолокно. Однако не только пауки умеют плести нановолокна. Это научились делать и люди, разработавшие так называемый метод электроспиннинга, использованный первоначально для получения ультратонких полимерных волокон, а в дальнейшем – для получения разнообразных неорганических и органо-неорганических гибридных нановолокон. Образование волокон в методе электроспиннинга осуществляется извержением электроразряженной струи из тонкого капилляра под действием высокого напряжения (рис. 1). Когда струя высыхает или затвердевает, остаются электрически заряженные волокна, которые часто образуют переплетенный слой. Морфология нановолокон зависит от условий получения, включая концентрацию раствора,

силу прикладываемого электрического поля и скорость поставки раствора прекурсора. Полученные таким способом нановолокна затем можно собирать в удобные геометрические формы, например, полотна.

Методом электроспиннинга можно получать волокна диаметром до нескольких десятков нанометров (рис. 2). Масса такой нанонити чрезвычайно мала. Например, если учесть, что расстояние между Землей и Луной составляет 380 тыс. км, то понадобится всего лишь ~3 г нановолокна диаметром 100 нм и плотностью 1 г/см³ для того,



Рис. 1. Схематическое представление процесса электроспиннинга

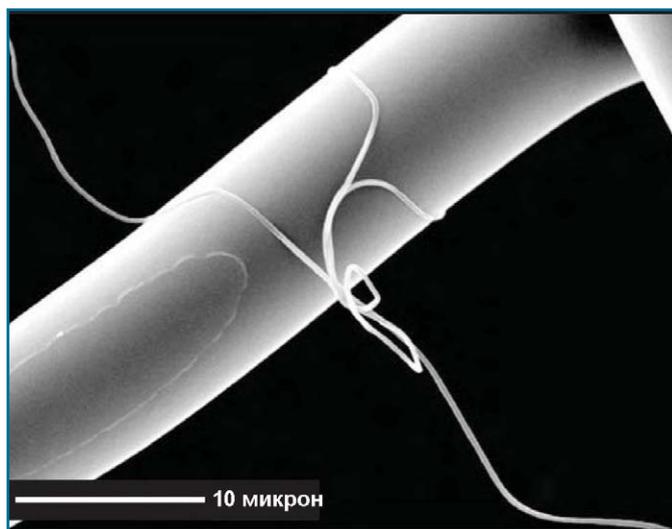


Рис. 1. Полипропиленовые волокна, полученные методом электроспиннинга и обычного вытягивания. Диаметр нанонити, полученной методом электроспиннинга, составляет ~300 нм

чтобы соединить нашу планету с ее единственным спутником. За счет малого диаметра нановолокна обладают большой удельной площадью поверхности, что чрезвычайно важно для биомедицинских и промышленных применений.

Нановолокна нашли применение в многочисленных областях современной жизни. Как и другие нитевидные материалы, нановолокна, полученные методом электроспиннинга, можно использовать в качестве армирующих волокон. Переплетенные нановолокна образуют пористую структуру, где размер пор находится на уровне или только чуть больше диаметра нанонитей, а

отношение объема материала к объему пор составляет ~1:3, что приводит к высокой пропускной способности, а значит, нановолокна являются отличным материалом для создания фильтров и защитной одежды. Наверное, самым распространенным является использование нановолокон в биомедицинских целях. Так, кость представляет собой композит, состоящий из нитей коллагена, на которых из раствора конденсируются кристаллиты гидроксиапатита, придающие кости необходимую прочность. Таким образом можно создать и искусственную кость. Кроме того, разрабатываются специфические полимерные нановолокна для восстановления нервной системы и кровеносных сосудов. Нановолокна неорганических материалов также находят широкое применение в практике. Так, полученные методом электроспиннинга и допированные оксидом эрбия(III) нановолокна TiO_2 можно использовать в качестве высокоэффективных и селективных эмиттеров для термофотоэлектрических применений. Большая площадь поверхности и хорошие транспортные свойства определяют возможность использования нановолокон в качестве сенсоров. Например, нановолокна WO_3 хорошо реагируют на присутствие аммиака в различных концентрациях, а водород можно легко обнаружить с помощью нановолокон полианилина. Так что, учитывая все вышесказанное, можно смело сказать о нановолокнах: «Чрезвычайно тонкие и исключительно полезные!».

Литература:

1. Burger C., Hsiao B.S., Chu B. Annual Review of Materials Research. 2006. Vol. 36. P. 333–368.