

УДК 677.051.12, 677.494

**ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРА ПОЛИМЕРА
НА РАЗМЕР И МОРФОЛОГИЮ ВОЛОКОН,
ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМИРОВАНИЯ***

**INFLUENCE OF CONCENTRATION OF POLYMER SOLUTION
IN FIBER SIZE AND MORPHOLOGY,
OBTAINED BY ELECTROFORMING**

А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ, А.Г. ШУТОВА, М.М. СМИРНОВ, К.А. СЕМЕНОВА
A.R. KORABELNIKOV, A.G. SHUTOVA, M.M. SMIRNOV, K.A. SEMENOVA

(Костромской государственный технологический университет,
Санкт-Петербургский государственный университет)
(Kostroma State Technological University,
Saint Petersburg State University)
E-mail: tmm@kstu.edu.ru

В статье приведены результаты экспериментальных исследований, показывающие влияние концентрации раствора полимера на размеры и морфологию получаемых волокон.

The results of experimental studies showing the effect of the concentration of the polymer solution on the size and morphology of the fibers.

Ключевые слова: электроформирование волокон, электроспиннинг, концентрация раствора полимера, нановолокна.

Keywords: electroforming fibers, elektrospinning, polymer solution concentration, nanofibers.

На качество получаемого методом электроформирования волокна оказывает значительное влияние концентрация раствора. В связи с этим нами были проведены экспериментальные исследования, позволяющие определить влияние различных технологических параметров процесса и концентрации раствора полимера на мор-

фологию получаемого волокнистого материала и толщину волокон.

Эксперименты проводились на оригинальной установке, разработанной в Костромском государственном технологическом университете [1], [2].

Для экспериментальных исследований использовали раствор полиметилметакрилата следующего состава.

* Работа выполнена по государственному заданию на выполнение научных исследований по проекту № 1058.

Растворители – ацетон (технический) 87% (объемных), 77% (по массе);

Дихлорэтан (технический) 13% (объемных), 23% (по массе).

Полимер – полиметилметакрилат (стружка).

Вязкость растворов 0,2...0,6 Па·с (примерная).

Концентрация растворов: 2,5; 2; 1,5; 1; 0,75; 0,5 и 0,25%.

Исследования проводили следующим образом: начальное значение расстояния между электродами устанавливали на уровне 120 мм, угловая частота вращения волокнообразующего электрода устанавливали на уровне 24 об/мин. Раствор заливали в ванну на один и тот же уровень. После этого к электродам подавалось высокое напряжение. Далее изменением величины разводки и напряжения достигался режим устойчивого волокнообразования [3]. Для растворов концентрацией 2,5 и 2% осаждение проводилось на полипропиленовую подложку и на свободный электрод. При более низких концентрациях осаждение осуществлялось на алюминиевую фольгу либо на свободный электрод. Как показали предварительно проведенные по-

исковые исследования [3], скорость перемещения подложки не оказывает никакого влияния на установившийся процесс волокнообразования. Поэтому в процессе одной серии экспериментов подложка двигалась непрерывно со скоростью 0,5 м/мин. В другой серии опытов подложка перемещалась периодически. При появлении значительных по размерам капель на поверхности собирающего электрода подложка перемещалась на 50...100 мм. Такой подход к перемещению подложки связан с тем, что необходимо было провести поисковые исследования по определению влияния скорости перемещения подложки на структуру получаемого слоя конечного продукта.

Опыты с каждой концентрацией повторялись пять раз. Для каждого опыта отбирались наиболее характерные образцы получаемого волокна, которые в последующем были подвергнуты микроскопическому исследованию на микроскопе Levenhuk 870T, оснащенный камерой Levenhuk C800 NG 8M, USB 2.0 с использованием программного обеспечения LevenhukTourView.

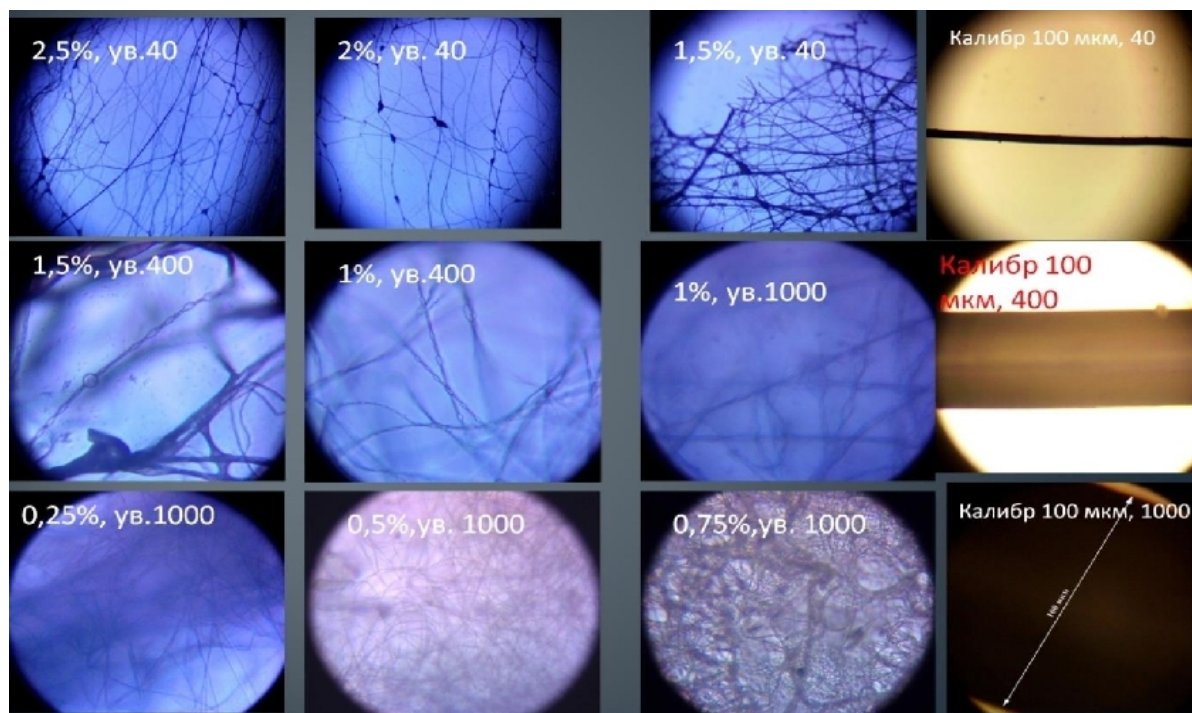


Рис. 1

На рис. 1 приведены микрофотографии волокон, полученные при различной концентрации раствора, из которых видно, что концентрация раствора оказывает значительное влияние на размер получаемого волокна. Для сравнительной оценки величины поперечного сечения волокон приведены микрофотографии калибра диаметром 100 мкм при различном увеличении.

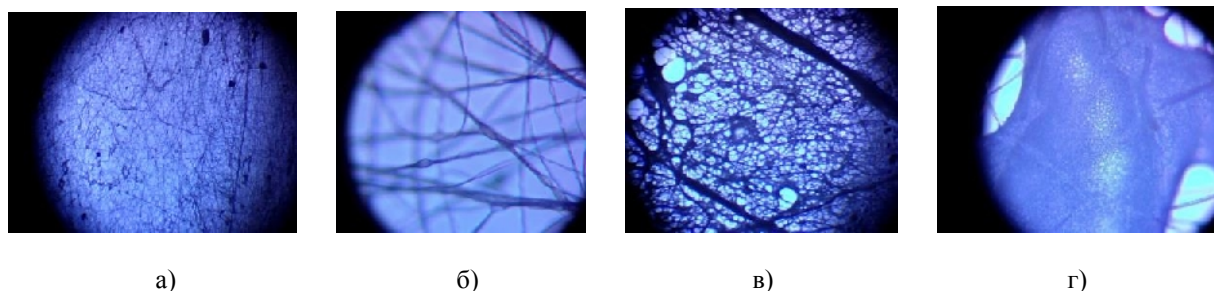


Рис. 2

На рис. 2 приведены микрофотографии волокнистого материала, полученного: при непрерывном перемещении подложки а) – увеличено в 40 раз, б) – увеличено в 400 раз; при периодическом перемещении подложки в) – увеличено в 40 раз, г) – увеличено в 400 раз. Образцы материала, получены из раствора концентрацией 1,5% и демонстрируют влияние перемещения подложки на морфологию слоя получаемого волокна. Из приведенных микрофотографий видно, что при непрерывном перемещении подложки со скоростью 0,5 м/мин волокна укладываются разряженным слоем (рис. 2-а). При периодическом перемещении подложки наблюдается слипание неотвержденных волокон, образуются различные бляшки и мембраноподобная поверхность (рис. 2-б). Причина этого явления заключается в недостаточно высокой скорости испарения растворителя. На поверхности подложки или собирающего электрода осаждаются волокна, содержащие большое количество растворителя. Для того чтобы исключить подобное явление, подложку необходимо перемещать с постоянной скоростью и усилить вентиляцию рабочей зоны установки, оснащая подобные установки устройствами приточной и вытяжной вентиляции необходимой производительности.

Анализируя эти микрофотографии, можно сказать, что при уменьшении концентрации раствора образуются более тонкие волокна. В нашем случае наиболее тонкие волокна образуются при концентрации раствора полимера, равной 0,75%, при концентрации раствора 0,5 и 0,25% образуются наноразмерные волокна с примерным диаметром 150...250 нанометров.

Само по себе явление слипания волокон заслуживает внимания, так как может быть использовано при создании новых материалов определенной структуры и требует дополнительного изучения.

Высокое остаточное содержание растворителя в получаемых волокнах ведет к образованию веретенообразных утолщений (рис. 2-б). Такие волокна образуются при некоторых концентрациях растворов, закономерность их появления на данном этапе исследований не установлена.

ВЫВОДЫ

1. В результате экспериментальных исследований были получены образцы нановолокнистых материалов различной морфологии. Отмечено, что на структуру волокнистого слоя волокон оказывает влияние ряд факторов. К ним относятся: интенсивность испарения растворителя в процессе волокнообразования, скорость и характер перемещения приемной подложки и концентрация раствора полимера.

2. Концентрация раствора влияет на толщину получаемых волокон. Наиболее тонкие волокна получают при концентрации исследуемого раствора 0,75%.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корабельников А.Р., Шутова А.Г., Потехин В.М.* Устройство для получения полимерных нано- и микроволокон и исследования его работы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.– №1, 2013.
2. Патент на полезную модель № 133529. Российская Федерация. Устройство для получения полимерных нано- и микроволокон. Корабельников А.Р. заявитель и патентообладатель Корабельников А.Р. (RU) №2013116218, ; заявл. 09.04.2013; решение о выдаче патента 17.05.2013.
3. *Шутова А.Г.* Экспериментальные исследования процесса электроформирования волокон из растворов полимеров // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №5.

REFERENCES

1. Korabel'nikov A.R., Shutova A.G., Potehin V.M. Ustrojstvo dlja poluchenija polimernyh nano- i mikrovolokon i issledovanija ego raboty // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.– №1, 2013.
2. Patent na poleznuju model' № 133529. Rossijskaja Federacija. Ustrojstvo dlja poluchenija polimernyh nano- i mikrovolokon. Korabel'nikov A.R. zajavitel' i patentoobladatel' Korabel'nikov A.R. (RU) №2013116218, ; zajavl. 09.04.2013; reshenie o vydache patenta 17.05.2013.
3. Shutova A.G. Jeksperimental'nye issledovanija processa jelektroformirovanija volokon iz rastvorov polimerov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №5.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин КГТУ. Поступила 30.09.15.
