

УДК 677.01

Н.А. Аташикова^{1*}, А.М. Азимов¹, В.М. Джанпаизова², Н.Е. Ботабаев¹, Г.К. Елдияр¹

¹докторант, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

¹доктор PhD, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

²к.х.н., Университет им. Ж. Ташенова, Шымкент, Казахстан

¹доктор PhD, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

¹доктор PhD, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

*Автор для корреспонденции: atashikova_nargi@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ УМНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТЕКСТИЛЕ

Аннотация

В настоящее время актуальны разработка и использование Smart-конструкций, которые в режиме реального времени позволяют следить за изменением требуемых величин. Smart-конструкции нашли широкое применение в строительной, автомобильной и аэрокосмической отрасли. Технологии создания изделий из полимерных композиционных материалов позволяют внедрять различные датчики непосредственно в структуру материала, тем самым создавая системы мониторинга состояния конструкции. Наиболее перспективными для такого внедрения являются волоконно-оптические датчики, которые обладают рядом преимуществ по сравнению с другими датчиками (люминесцентными, тензодатчиками, пьезоэлементами). Однако при внедрении волоконно-оптических датчиков возникает ряд сложностей, в первую очередь связанных с хрупкостью оптоволокна, что приводит к слою оптоволоконных линий. Вследствие этого необходима разработка Smart-слоя, который позволит защитить выводы оптического волокна и не приведет к существенному изменению физико-механических характеристик.

Ключевые слова: волоконно-оптические датчики, Smart-слой, текстиль, одежда.

Введение

Разработка технологии получения полимерного оптического волокна в смарт-текстиле представляет собой интересное направление, объединяющее оптику и текстильные материалы. Этот процесс может включать в себя несколько этапов:

Выбор полимерного материала: Выберите подходящий полимерный материал с оптическими свойствами, например, полимеры, обладающие высокой прозрачностью и низкой дисперсией.

Подготовка полимера: Подвергните полимерный материал процессу очистки и предварительной обработки для улучшения его оптических характеристик.

Спиннинг (формирование волокна): Используйте методы спиннинга для создания полимерного оптического волокна. Это может быть термическое спиннингование, химическое спиннингование или электро-волоконное вращение.

Интеграция с текстильными материалами: Разработайте способы интеграции полученного оптического волокна с текстильными материалами. Это может включать в себя внедрение волокна в ткань или создание композитных материалов.

Функционализация для смарт-текстиля: Добавьте функциональные элементы, такие как сенсоры или светодиоды, к полимерному оптическому волокну, чтобы создать смарт-текстиль с возможностью передачи данных или взаимодействия с окружающей средой.

Тестирование и оптимизация: Проведите тестирование полученного смарт-текстиля, оценив его оптические и функциональные характеристики. Внесите необходимые коррективы для оптимизации производственного процесса.

Масштабирование производства: Развивайте технологию так, чтобы ее можно было масштабировать для промышленного производства смарт-текстиля с оптическими

свойствами.

Улучшение характеристик: Исследуйте возможности улучшения оптических характеристик полимерного оптического волокна, например, увеличение пропускания света или снижение потерь при передаче данных.

Безопасность и стандартизация: Обеспечьте соответствие полученной технологии стандартам безопасности и эффективности для применения в смарт-текстиле.

Исследование новых применений: Исследуйте новые области применения смарт-текстиля с оптическим волокном, такие как медицинская диагностика, фитнес-мониторинг, или интерактивная одежда.

В отличие от традиционных тканей, «умные» материалы способны трансформироваться, передавать энергию, менять свойства и размеры коммуницировать. «Умный» текстиль используется для сбора информации с помощью измерения давления,

Волоконная оптика, включаемая в ткани, может быть использована для передачи сообщений, информации, температуры, силы света, тока низкого напряжения, влаги и других факторов.

Разработка технологии смарт-текстиля с оптическим волокном требует многодисциплинарного подхода, объединяющего знания в области оптики, материаловедения, текстильной промышленности и электроники.

Умные материалы в текстиле предоставляют возможность создания инновационных продуктов с различными функциональными возможностями. Вот несколько перспективных направлений развития умных материалов в текстиле:

1. Терморегуляция:

- Адаптивная терморегуляция: Создание тканей, способных реагировать на изменения температуры окружающей среды и подстраиваться под потребности пользователя, обеспечивая комфорт в различных климатических условиях.

2. Электроника встроенная в текстиль:

- Интегрированные сенсоры и датчики: Разработка текстильных материалов с встроенными сенсорами для мониторинга различных параметров, таких как температура тела, пульс, уровень влажности и др.

- Гибкие дисплеи и светящиеся ткани: Создание тканей, способных отображать информацию или светиться, что может быть полезно в различных сферах, включая моду и безопасность.

3. Энергетическая эффективность:

- Сбор и хранение энергии: Разработка материалов, способных собирать энергию из окружающей среды (например, солнечной энергии или движения) и использовать ее для питания встроенных устройств.

4. Защитные свойства:

- Антимикробные и антибактериальные материалы: Создание текстильных материалов, способных предотвращать рост бактерий и грибков, что может быть полезно для улучшения гигиенических характеристик одежды.

- Защита от излучений: Разработка тканей, способных фильтровать вредные излучения, такие как ультрафиолетовые лучи.

5. Спортивные и медицинские применения:

- Текстильные материалы для реабилитации: Использование умных материалов для создания специализированной одежды для реабилитации и улучшения физического состояния.

- Мониторинг состояния здоровья: Разработка текстильных изделий, способных контролировать здоровье пользователя и предоставлять данные для диагностики и мониторинга заболеваний.

6. Устойчивость и переработка:

- Экологически устойчивые материалы: Создание умных текстильных материалов с использованием экологически дружелюбных сырьевых компонентов и методов производства.
- Легкая переработка: Развитие материалов, которые легко перерабатываются для снижения экологического воздействия.

Выводы

Эти направления представляют лишь часть возможных тенденций в развитии умных материалов в текстиле, и будущее может принести еще много инноваций в этой области. Информация о технологиях оптоволоконна в текстиле на данный момент довольно ограничена. Тем не менее, на тот момент существовали некоторые потенциальные проблемы и вызовы, с которыми могли столкнуться разработчики и индустрия в целом:

Гибкость и комфорт: Оптоволоконные материалы могут быть менее гибкими и менее комфортными для тела по сравнению с традиционными текстильными материалами. Это может стать препятствием для широкого принятия таких технологий в повседневной одежде.

Производственные сложности: Производство текстильных материалов с оптоволоконными может быть трудоемким и дорогостоящим процессом. Это может затруднить масштабирование производства и сделать продукты на основе оптоволоконна более дорогими.

Проблемы стирки и ухода: Некоторые оптоволоконные материалы могут требовать специального ухода или быть менее устойчивыми к механическому воздействию (например, стирке) по сравнению с традиционными тканями.

Экологические вопросы: Производство и утилизация оптоволоконных материалов могут вызывать определенные экологические проблемы, такие как использование ресурсов, выбросы в процессе производства и невозможность утилизации в конце срока службы.

Технологические ограничения: Существующие технологические ограничения могут влиять на производство оптоволоконных материалов в больших объемах и ограничивать их применение в различных типах одежды.

Несмотря на эти вызовы, технологии постоянно развиваются, и возможно, многие из этих проблем уже находятся в процессе решения или могут быть решены с развитием инноваций. Также стоит обратить внимание, что с течением времени новые данные и исследования могли привести к изменениям в статусе и перспективах оптоволоконна в текстильной промышленности.

Список литературы

1. Kosui T. Research and Development for SMART TEXTILES. Journal of Fiber Science and Technology, 2017, no. 73(12), P. 353–354. DOI: <http://dx.doi.org/10.2115/fiberst.2017-0056>
2. Kurasawa S, Ishizawa H, Fujimoto K, Chino S, Koyama S. Development of Smart Textiles for Self-Monitoring Blood Glucose by Using Optical Fiber Sensor. Journal of Fiber Science and Technology, 2020, vol. 10, no.76(3), P.104-112. DOI: <http://dx.doi.org/10.2115/fiberst.2020-0010>
3. Garlinska A, Röpert A. Technology management and innovation strategies in the development of smart textiles. Multidisciplinary Know-How for Smart-Textiles Developers, Part III: Product development and applications, 2013, P. 369–398. DOI: <http://dx.doi.org/10.1533/9780857093530.3.369>
4. Marques CAF, Webb DJ, Andre P. Polymer optical fiber sensors in human life safety. Optical Fiber Technology, 2017, Vol. 36, P. 144–154. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.yofte.2017.03.010>
5. Macedo L, Pires Junior RWM, Frizera A, Pontes MJ, Leal-Junior A. An alternative to discarded plastic: A report of polymer optical fiber made from recycled materials for the development of biosensors. Optical Fiber Technology, 2022, Vol. 72, no. 103001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.yofte.2022.103001>

6. Hu JL, Lu J. Memory polymer coatings for smart textiles. *Active Coatings for Smart Textiles*, 2016, P. 11–34. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-08-100263-6.00002-2>
7. Leal-Junior A, Frizera-Neto A. Wearable multifunctional smart textiles. *Optical Fiber Sensors for the Next Generation of Rehabilitation Robotics*, 2022, P. 223–243. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-32-385952-3.00021-4>
8. Van Parys M. Smart Textiles Using Microencapsulation Technology. *Functional Coatings*, 2006, P. 221–258. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/3527608478.ch7>
9. Dias T., Hurley W., Monaragala R., Wijeyesiriwardana R. Development of Electrically Active Textiles. *Advances in Science and Technology*, 2008, Vol. 60, P. 74–84. DOI: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/ast.60.74>
10. Maeda S. Future Technical Issues Derived from the Development History of Wearable E-Smart Textiles Part 1 Basic Knowledge of Wearable E-Smart Textiles. *Sen'i Gakkaishi*, 2022; Vol. 78, Issue 8, P. 355–361. DOI: <http://dx.doi.org/10.2115/fiber.78.355>
11. Peters K. Polymer optical fiber sensors—a review. *Smart Materials and Structures*, 2010 Vol. 20(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/0964-1726/20/1/013002>
12. Barton G, van Eijkelenborg MA, Henry G, Large MCJ, Zagari J. Fabrication of microstructured polymer optical fibres. *Optical Fiber Technology*, 2004 Vol. 10, Issue 4, P. 325–335. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.yofte.2004.05.003>
13. Koyama Y. Monitoring Test for Bed Care Motion Using Smart Textiles Embedding a Hetero-Core Optical Fiber Sensor. 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE). Japan, 2020, P. 488–500. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/gcce50665.2020.9291849>
14. Meinander H. Haptic Sensing in Intelligent Textile Development. *Advances in Science and Technology*, 2008, Vol. 60, P. 123–127. DOI: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/ast.60.123>

References

1. Kosui T. Research and Development for SMART TEXTILES. *Journal of Fiber Science and Technology*, 2017, no. 73(12), P. 353–354. DOI: <http://dx.doi.org/10.2115/fiberst.2017-0056>
2. Kurasawa S, Ishizawa H, Fujimoto K, Chino S, Koyama S. Development of Smart Textiles for Self-Monitoring Blood Glucose by Using Optical Fiber Sensor. *Journal of Fiber Science and Technology*, 2020, vol. 10, no.76(3), P.104–112. DOI: <http://dx.doi.org/10.2115/fiberst.2020-0010>
3. Garlinska A, Röpert A. Technology management and innovation strategies in the development of smart textiles. *Multidisciplinary Know-How for Smart-Textiles Developers, Part III: Product development and applications*, 2013, P. 369–398. DOI: <http://dx.doi.org/10.1533/9780857093530.3.369>
4. Marques CAF, Webb DJ, Andre P. Polymer optical fiber sensors in human life safety. *Optical Fiber Technology*, 2017, Vol. 36, P. 144–154. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.yofte.2017.03.010>
5. Macedo L, Pires Junior RWM, Frizera A, Pontes MJ, Leal-Junior A. An alternative to discarded plastic: A report of polymer optical fiber made from recycled materials for the development of biosensors. *Optical Fiber Technology*, 2022, Vol. 72, no. 103001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.yofte.2022.103001>
6. Hu JL, Lu J. Memory polymer coatings for smart textiles. *Active Coatings for Smart Textiles*, 2016, P. 11–34. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-08-100263-6.00002-2>
7. Leal-Junior A, Frizera-Neto A. Wearable multifunctional smart textiles. *Optical Fiber Sensors for the Next Generation of Rehabilitation Robotics*, 2022, P. 223–243. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-32-385952-3.00021-4>
8. Van Parys M. Smart Textiles Using Microencapsulation Technology. *Functional Coatings*, 2006, P. 221–258. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/3527608478.ch7>
9. Dias T., Hurley W., Monaragala R., Wijeyesiriwardana R. Development of Electrically Active Textiles. *Advances in Science and Technology*, 2008, Vol. 60, P. 74–84. DOI: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/ast.60.74>

10. Maeda S. Future Technical Issues Derived from the Development History of WearableE-Smart Textiles Part 1 Basic Knowledge of Wearable E-Smart Textiles. Sen'i Gakkaishi, 2022; Vol. 78, Issue 8, P. 355–361. DOI: <http://dx.doi.org/10.2115/fiber.78.355>
11. Peters K. Polymer optical fiber sensors—a review. Smart Materials and Structures, 2010 Vol. 20(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/0964-1726/20/1/013002>
12. Barton G, van Eijkelenborg MA, Henry G, Large MCJ, Zagari J. Fabrication of microstructured polymer optical fibres. Optical Fiber Technology, 2004 Vol. 10, Issue 4, P. 325–335. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.yofte.2004.05.003>
13. Koyama Y. Monitoring Test for Bed Care Motion Using Smart Textiles Embedding a Hetero-Core Optical Fiber Sensor. 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE). Japan, 2020, P. 488-500. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/gcce50665.2020.9291849>
14. Meinander H. Haptic Sensing in Intelligent Textile Development. Advances in Science and Technology, 2008, Vol. 60, P. 123-127. DOI: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/ast.60.123>

Н.А. Аташикова^{1*}, А.М. Азимов¹, В.М. Джанпаизова², Н.Е. Ботабаев¹, Г.К. Елдияр¹

¹докторант, М. Әуезов атындағы ЖҚУ, Шымкент, Қазақстан

¹PhD докторы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

²х.ғ.к., Ж. Ташенов атындағы университеті, Шымкент, Қазақстан

¹PhD докторы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

¹PhD докторы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

*Корреспондент авторы: atashikova_nargi@mail.ru

ТОҚЫМАДАҒЫ АҚЫЛДЫ МАТЕРИАЛДАРДЫ ДАМУДЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛЫҚ БАҒЫТТАРЫ

Түйін

Қазіргі уақытта нақты уақыт режимінде қажетті шамалардың өзгеруін бақылауға мүмкіндік беретін Smart-конструкцияларды әзірлеу және пайдалану өзекті болып табылады. Smart конструкциялары құрылыс, автомобиль және аэроғарыш салаларында кеңінен қолданылды. Полимерлі композициялық материалдардан бұйымдар жасау технологиялары әртүрлі датчиктерді материалдың құрылымына тікелей енгізуге мүмкіндік береді, осылайша құрылымның күйін бақылау жүйелерін жасайды. Мұндай енгізу үшін ең перспективалы талшықты-оптикалық датчиктер болып табылады, олар басқа датчиктермен (флуоресцентті, жүктеме жасушалары, пьезоэлементтер) салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие, алайда талшықты-оптикалық датчиктерді енгізу кезінде бірқатар қиындықтар туындайды, ең алдымен талшықты-оптикалық сызықтардың бұзылуына әкелетін талшықты-оптикалық датчиктер. Нәтижесінде оптикалық талшықтың терминалдарын қорғауға мүмкіндік беретін және физикалық-механикалық сипаттамалардың айтарлықтай өзгеруіне әкелмейтін Smart қабатын жасау қажет.

Кілттік сөздер: талшықты-оптикалық сенсорлар, ақылды қабат, тоқыма бұйымдары, киім.

N.A. Atashikova^{1*}, A.M. Azimov¹, V.M. Dzhanpaizova², N.E. Botabaev¹, G.K. Eldiyar¹

¹doctoral student, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan

¹PhD, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan

²Cand.Chem.Sci., Tashenov University, Shymkent, Kazakhstan

¹PhD, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan

¹PhD, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan

***Corresponding author's email:** atashikova_nargi@mail.ru

PROMISING DEVELOPMENT DIRECTIONS FOR SMART MATERIALS IN TEXTILES

Abstract

Currently, the development and use of Smart designs are relevant, which in real time allow you to monitor changes in the required values. Smart designs have found wide application in the construction, automotive and aerospace industries. Technologies for creating products from polymer composite materials allow the introduction of various sensors directly into the structure of the material, thereby creating systems for monitoring the condition of the structure. The most promising for such an implementation are fiber-optic sensors, which have a number of advantages over other sensors (luminescent, strain gauges, piezoelectric elements) However, when implementing fiber-optic sensors, a number of difficulties arise, primarily related to the fragility of the fiber, which leads to the breakdown of fiber-optic lines. As a result, it is necessary to develop a Smart layer that will protect the terminals of the optical fiber and will not lead to a significant change in the physical and mechanical characteristics.

Keywords: fiber optic sensors, Smart Layer, textiles, clothing.