

Министерство высшего образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
Национальный исследовательский университет
Политехнический институт
Кафедра «Материаловедение и технологии материалов»

ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ И РЕЗИНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Автор работы:
студент группы П-143
А.В. Вепрева

Челябинск 2022

Введение

Электропроводящие полимерные материалы – это многоатомные органические материалы, которые проводят электрический ток, благодаря собственному строению или электропроводящим добавкам. Такие материалы могут быть как полупроводниками, так и хорошими проводниками, как металлы.

Документы по годам

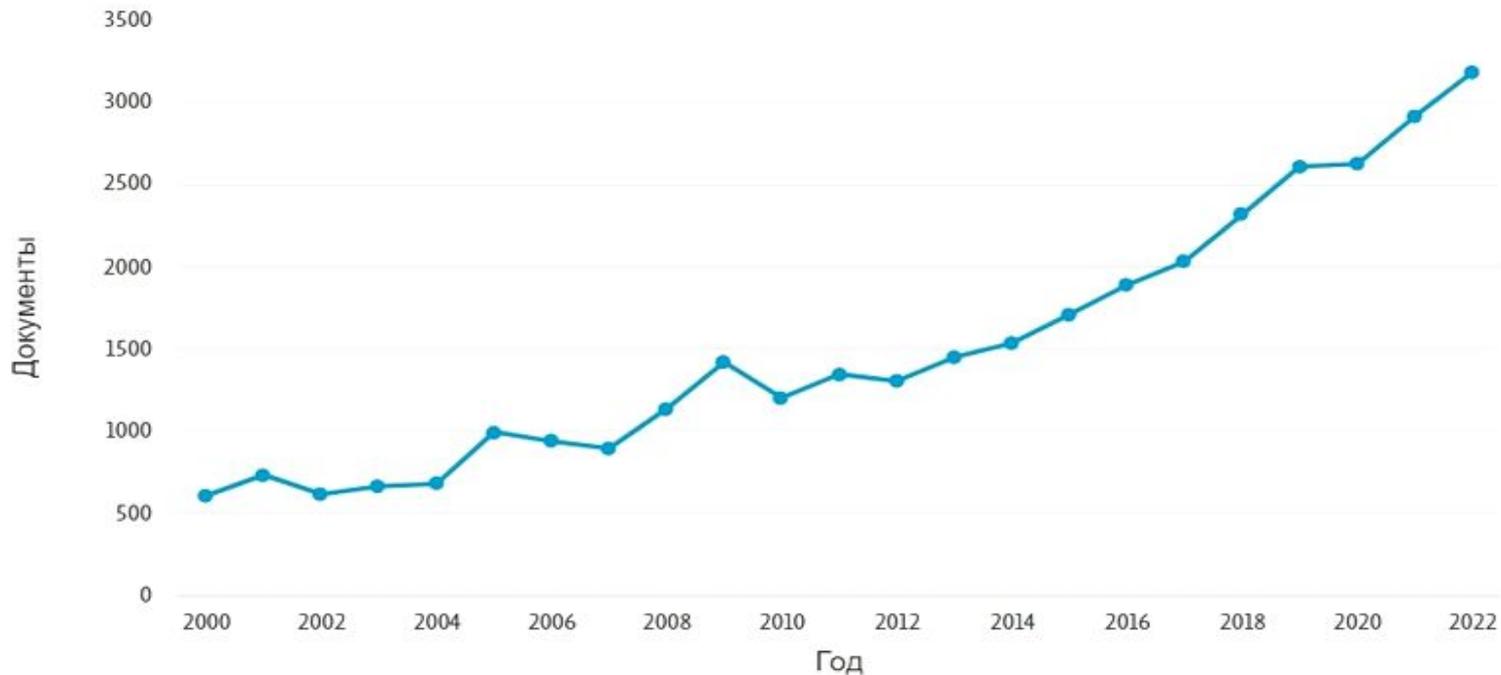


Рисунок 1 – Динамика роста количества ежегодно публикуемых научных работ по направлению электропроводящих материалов по сведениям базы данных SCOPUS

Интерес к исследованию свойств электропроводящих полимеров определяется двумя факторами:

- 1) Полимеры ранее считались диэлектриками.
- 2) Электропроводящие полимеры обладают возможностью их применения в различных областях техники.

Нобелевская премия по химии 2000 году присуждена американскому физику Алану Хигеру и химикам: А. Мак-Диармиду (США) и Х. Ширакава (Япония) *«за открытие и развитие электропроводящих сопряженных полимеров».*



Алан Хигер (Alan J. Heeger)

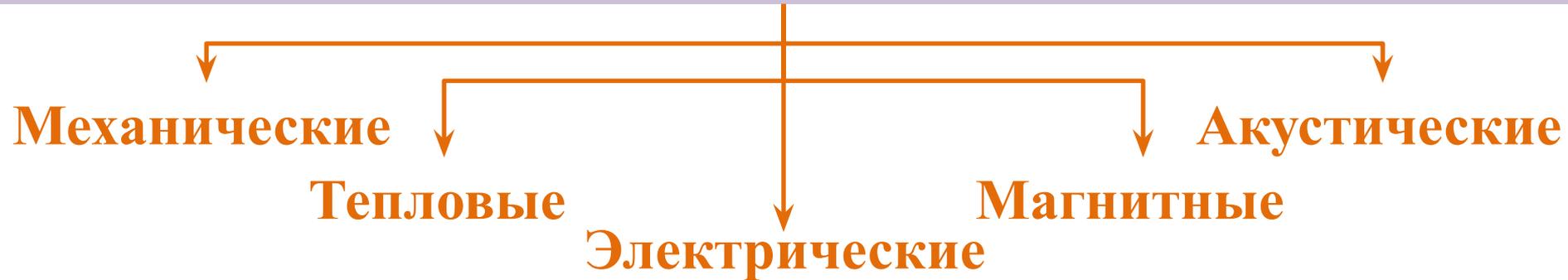


Алан Мак-Диармид
(Alan G. MacDiarmid)



Хидеки Ширакава
(Hideki Shirakawa)

Физические свойства



Могут существовать в:

- твердом (стеклообразном);
- высокоэластичном;
- вязкотекучем состояниях.

Характерная особенность – сочетание свойств твердых и жидких тел (вещества с одной стороны обладают прочностью твердых тел, а с другой, способны к обратимым деформациям).

Физические свойства резин

- ▶ Модуль упругости 1–10 МПа;
- ▶ Деформация растяжения 500–1000%;
- ▶ Температурный диапазон от -60 до 300°C;
- ▶ Изменение твердости с помощью наполнителей и пластификаторов;
- ▶ Высокие фрикционные свойства;
- ▶ Износостойкость;
- ▶ Сопротивление утомляемости;
- ▶ Тепло- и звукоизоляционные свойства;

Химические свойства

- ◆ Деполимеризация и внутримолекулярная циклизация;
- ◆ Конечные и промежуточные продукты входят в состав одной и той же макромолекулы и их невозможно разделить;
- ◆ Незначительное (или совсем отсутствие) поглощение воды и органических растворителей;
- ◆ Возможны масло-, бензо-, паро- и термостойкие, стойкие к действию химически агрессивных сред, озона, света, ионизирующего излучения.

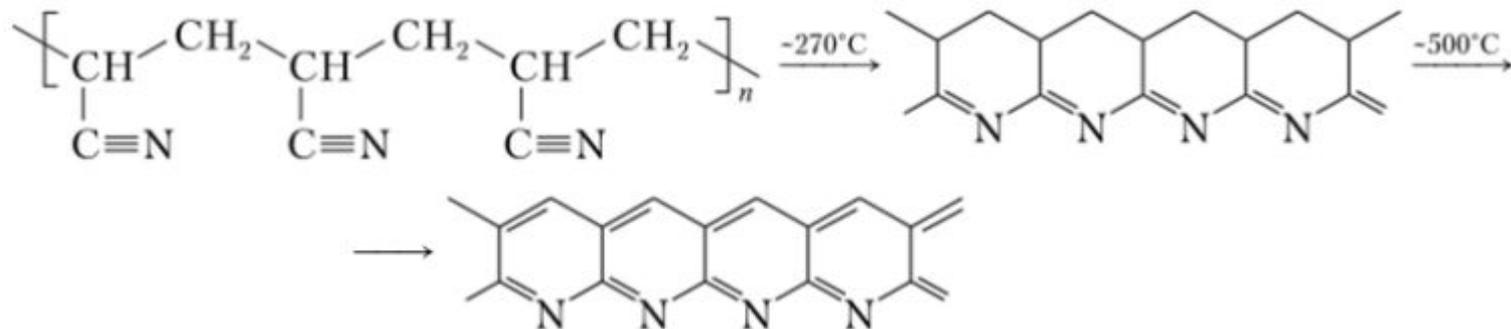


Рисунок 2 – Нагревание полиакрилонитрила в присутствии нуклеофильных реагентов, с образованием полициклического полимера, имеющего систему сопряженных связей

Классификация ЭПМ

Электропроводность связана с подвижностью электронов в полимерных молекулах

Полимеры

с электронной проводимостью

Редокс-полимеры
соединения, где перенос электрона происходит в основном благодаря процессу ОВР между соседними фрагментами полимерной цепи

Проводящие полимеры
(органические металлы)
проводимость по механизму близка к электропроводности металлов

с ионной проводимостью

в состав входят функциональные группы, направленное движение которых внутри структуры полимера обуславливает его ионную проводимость

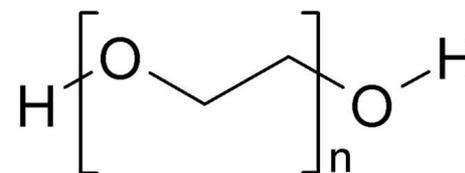


Рисунок 3 - Полиэтиленоксид

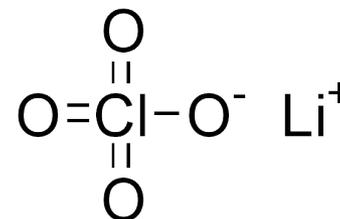


Рисунок 4 – Перхлорат лития LiClO_4

Структура ЭПМ

Редокс-полимеры

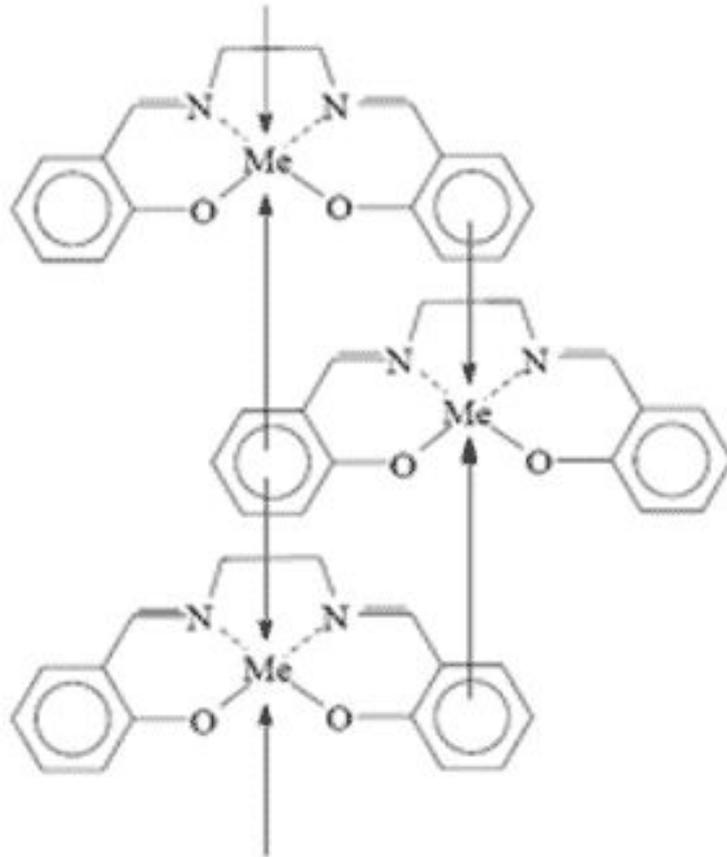


Рисунок 5 – Структура редокс-полимера poly-[Me(Schiff)]

Проводящие полимеры

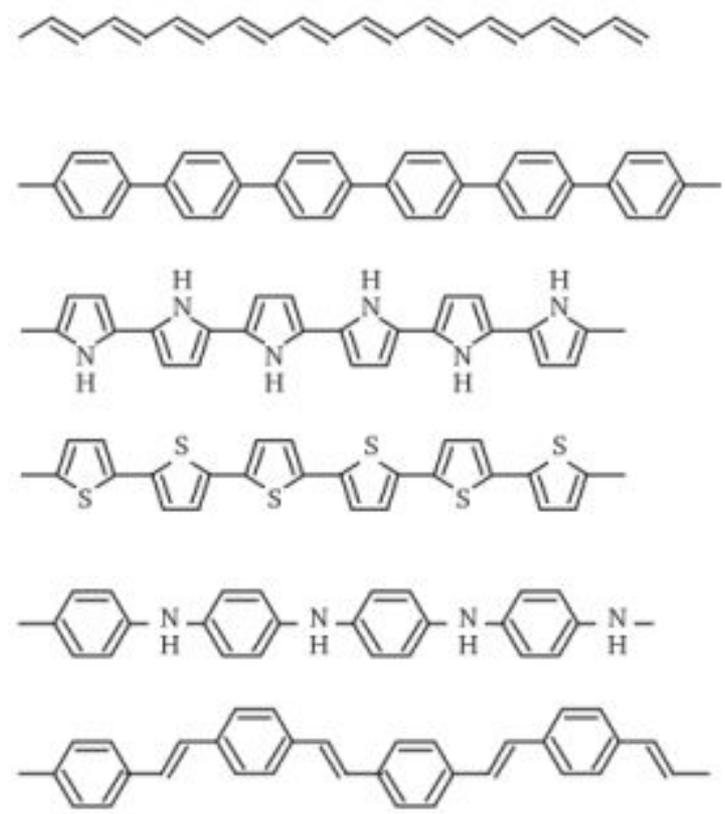


Рисунок 6 – Химические структуры сопряженных полимеров: полиацетилен, полифенилен, полипиррол, полианилин, полифенилен-винилен

*Schiff - четырехдентатные (то есть образующие с металлическим центром четыре связи) основания Шиффа

Неорганические материалы

Органические полимеры

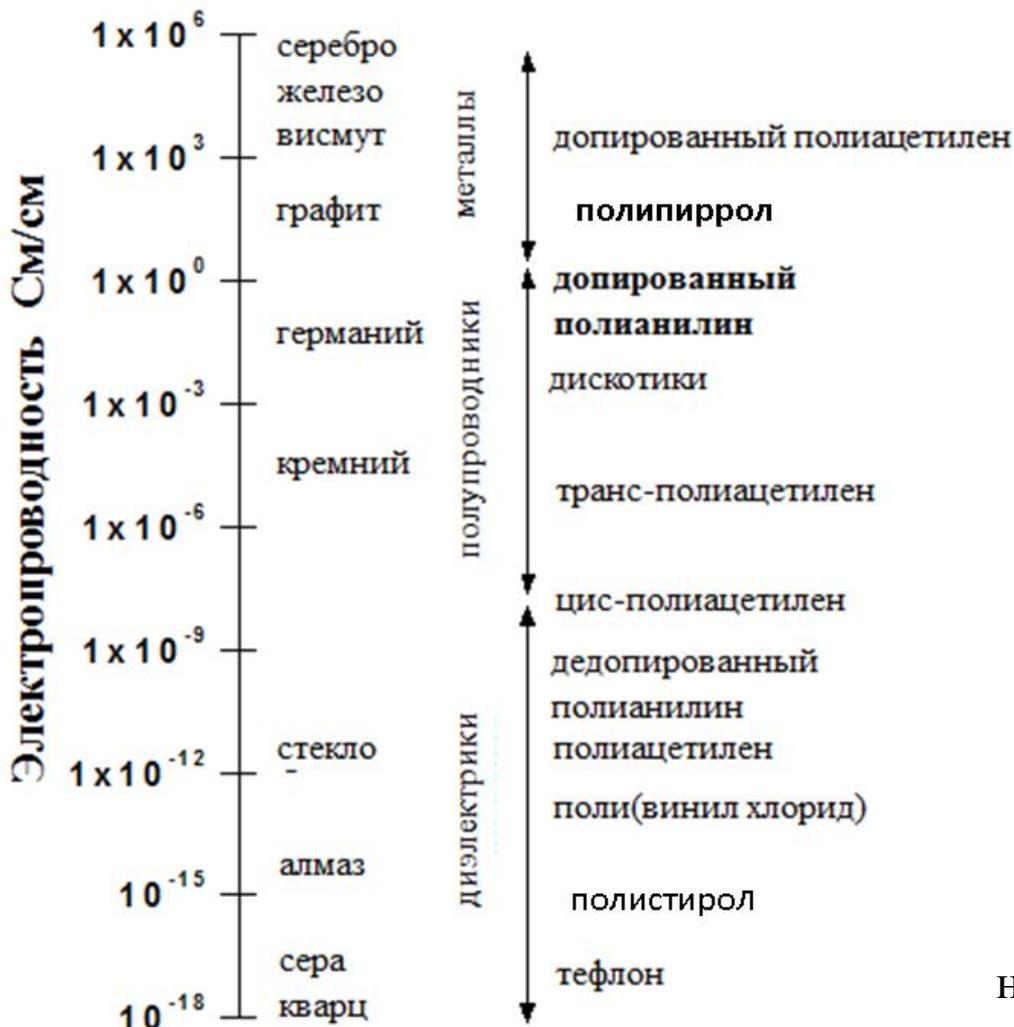


Рисунок 7 – Электропроводность различных материалов

В качестве наполнителя целесообразно использовать технический углерод, графит, УНТ, модифицированные металлами углеграфитовые волокна

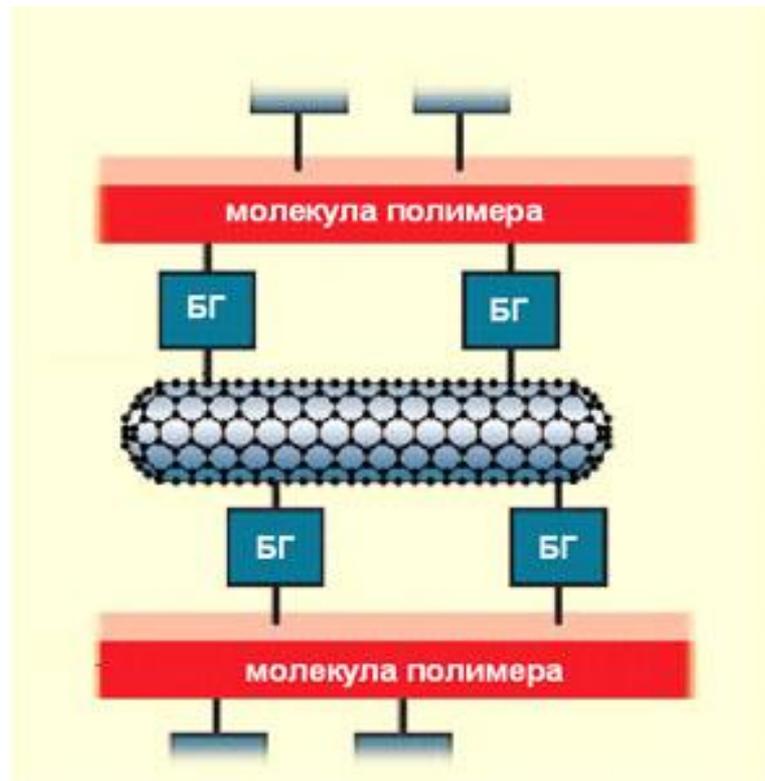


Рисунок 8 – Схематическое изображение нанотрубки, встроенной между молекулами полимера, соединённой с ними с помощью бутильных групп (БГ)

Редокс-полимер – поли-2,5-дианилин-3,6-дихлорбензохинон

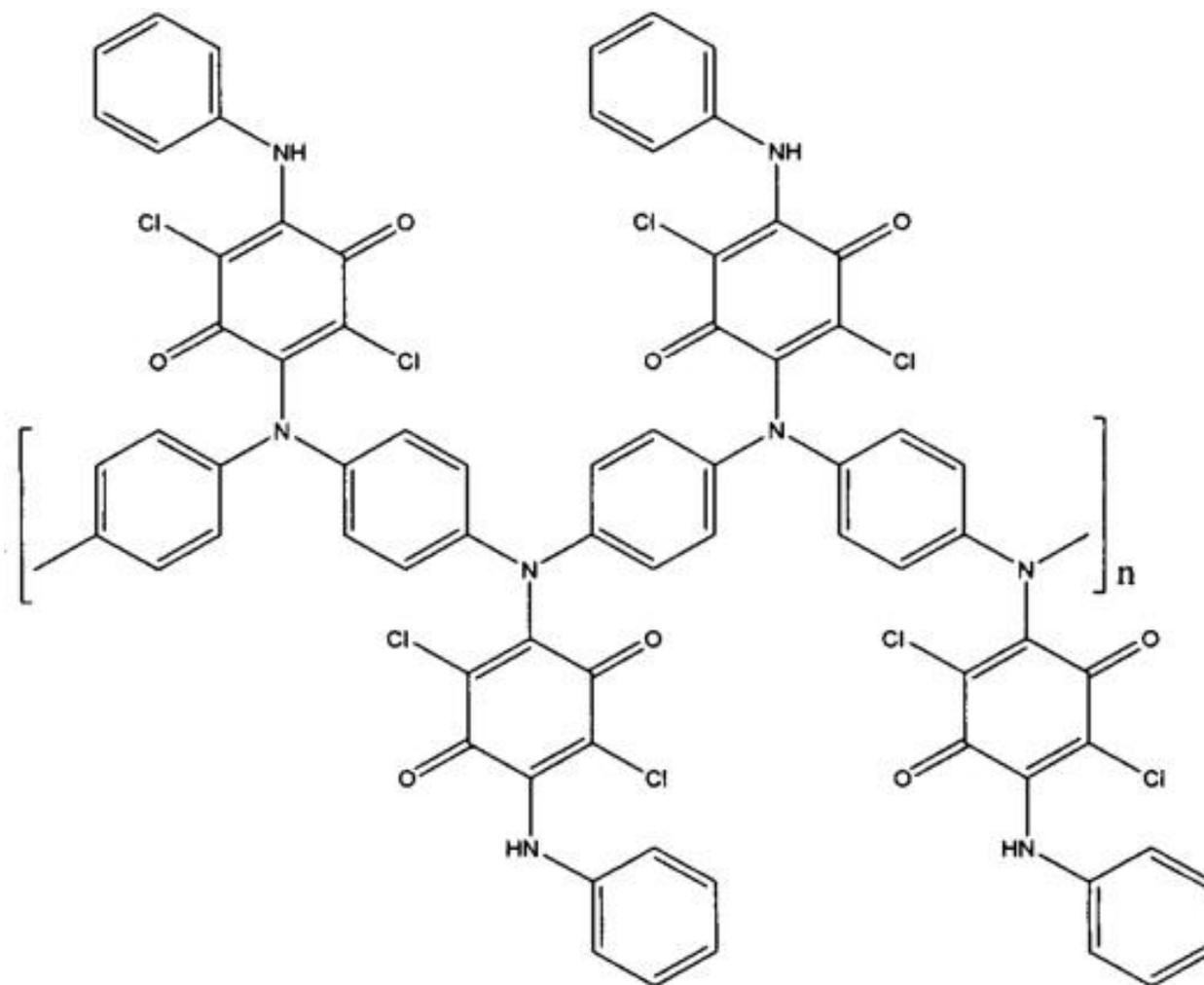


Рисунок 9 – Рисунок N-замещенный полианилин с редокс-заместителями в боковой цепи, который образует оболочку на УНТ (и ковалентно с ней связана)

Получение ПМ

Полимеризация

Это реакция соединения молекул мономеров, протекающая без изменения элементного состава и не сопровождающаяся выделением побочных продуктов.

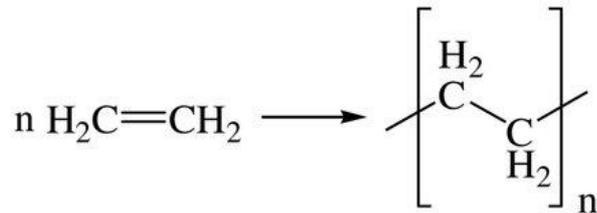


Рисунок 10 – Полимеризация этилена

Поликонденсация

процесс образования полимеров, протекающий по механизму замещения и обычно сопровождающийся выделением низкомолекулярных побочных продуктов.

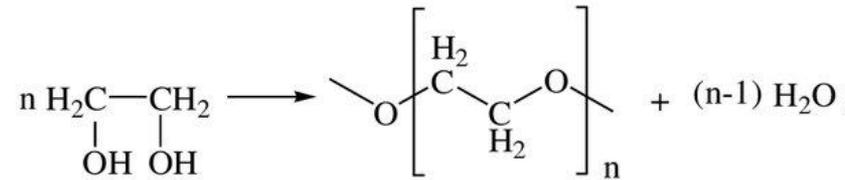


Рисунок 11 – Поликонденсация этиленгликоля

Получение ЭПМ

Введением в полимерную матрицу проводящих компонентов – мелкодисперсные порошки металлов, углеродные материалы (формованием порошков под давлением (горячим или холодным) или быстрым перемешиванием, совмещенным с ультразвуковой обработкой)

С помощью температурной обработки для образования сопряженных связей в процессе полимеризации:

- пирохимическая обработка
- ИК-излучение
- низкотемпературная плазма

Химические и электрохимические методы – могут быть получены как порошки, так и пленки

Применение ЭПМ

Электронные оптические переключатели и устройства памяти	Высоковольтные кабели	Устройства электротехнического и электронного оборудования и электроприборостроения
Усовершенствованные литиевые аккумуляторы	Транзисторы	
Суперконденсаторы	Светодиоды	Гибкая электроника
	Топливные элементы	Фоторефрактивные жидкокристаллические полупроводники



Рисунок 12 – Элементы питания и суперконденсаторы, в том числе гибкие устройства, содержащие электропроводящие полимеры

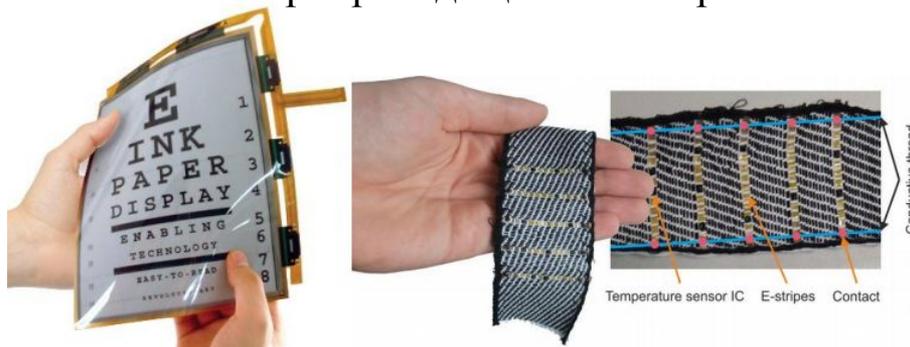


Рисунок 13 – Образцы электропроводящего умного текстиля и электронной бумаги, а также образцы гибкой электроники на их основе.

Применение ЭПМ

Для мониторинга состояния живых организмов с использованием неинвазивных методов

Актюаторы

Биомедицинские направления

Сорбенты солей тяжелых металлов, красителей, лекарственных препаратов и микробагенов

Экранирование электромагнитного излучения

Протон-проводящие мембраны

Сенсорные устройства

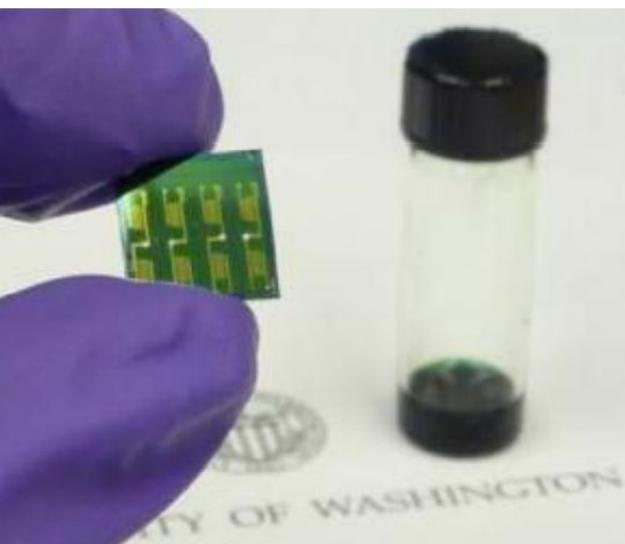


Рисунок 14 – Миниатюрный и гибкий сенсор токсичных и взрывоопасных газов и органических веществ

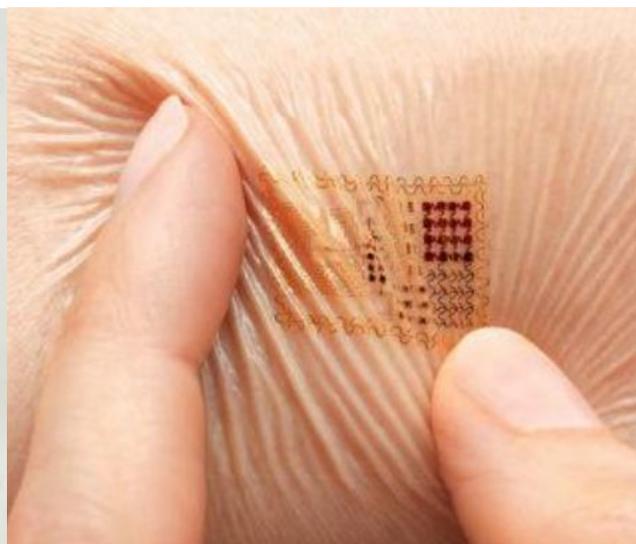


Рисунок 15 – Миниатюрный и гибкий сенсор нанесенный на кожу

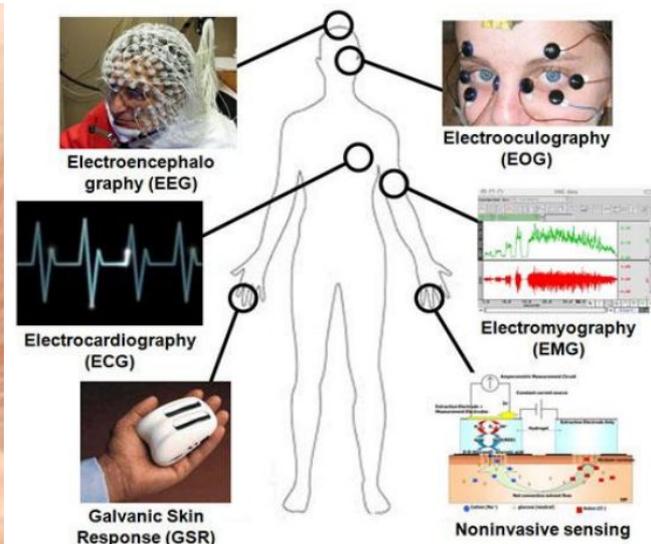


Рисунок 16 – Неинвазивные методы мониторинга состояния человека с использованием электродов и сенсоров

Заключение

Электропроводящие полимеры имеют высокий потенциал применения в современных технологических разработках. Они могут стать основой наноэлектроники, открывающей новые горизонты и перспективы развития техники. Помимо относительно просто настраиваемых свойств проводимости и эластичности, важными отмечаются особые свойства отдельных материалов, например позволяющие конструировать механические суставы, защитные покрытия.

Экономический фактор производства также играет значимую роль. В связи с этим в последнее время внимание исследователей обращено на изучение свойств и методов синтеза из относительно простых и доступных соединений.

Спасибо за внимание!