

Основные свойства углеродных волокон на основе полиакрилонитрила (ПАН)

Хтет Вин Аунг, Е.П. Шешин, Вэй Зин Хлаинг

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Аннотация: ПАН- волокна наряду с гидратцеллюлозным волокном является одним из основных видов сырья, применяемого для получения углеродных волокнистых материалов. Из него изготавливают главным образом высокопрочные и высокомодульные волокно. Одним из преимуществ ПАН-волокна является большой выход углерода (около 40% от массы полимера). Углеродные волокна (УВ) относятся к материалам третьего поколения. В данной работе рассмотрены основные типы углеродных волокон, применяемых для изготовления автоэлектронных катодов.

Ключевые слова: полиакрилонитрила (ПАН), гидратцеллюлозный, высокомодульный, катод, высокопрочный

1. Введение

Углеродные волокна (УВ) относятся к материалам третьего поколения. В данной работе рассмотрены основные типы углеродных волокон, применяемых для изготовления автоэлектронных катодов. В соответствии с исходным сырьевым материалом можно разделять УВ на три типа: углеродные волокна на основе ПАН, углеродные волокна на основе пеков и пироуглеродные волокна. Волокна первых двух типов выпускаются в промышленных масштабах и их механические свойства покрывают широкий диапазон значений модуля упругости (20-70 ГПа) и прочности (2000-4000 МПа).

До сих пор пироуглеродные волокна широко не распространяются в промышленности из за, того что очень мало рассмотрены точные данные про эти. По своим механическим характеристикам семейство углеродных волокон на основе ПАН делится на высокопрочные (НТ) и высокомодульные (НМ). Высокопрочные углеродные волокна получают при температурах ниже 1400 °С, а высокомодульные – при высокой температуре 1800–3200°С. На рис.1. представлены диапазоны значений прочности и модуля упругости углеродных волокон на основе ПАН и пеков [1].

2. Углеродные волокна на основе ПАН

Углеродные волокна на основе ПАН – это продукты пиролиза полимерных полиакрилонитрильных волокон и их последующей высокотемпературной обработки. Углеродные волокна имеют диаметр филамента 6–10 мкм и представляют собой химически чистое вещество (99.9% углерода).

Технология получения углеродного волокна из синтетического ПАН волокна состоит из следующих операции [2–5]:

1. Окисление ПАН волокна кислородом воздуха в течение нескольких часов в интервале температур 200–300°С в натянутом состоянии для предотвращения усадки и вытяжки волокна. При этом полимерные молекулы преобразуются в ориентированные вдоль оси волокон шестиизвенные циклы, содержащие углерод и азот. Такая операция повышает модуль упругости и прочность волокна.

2. Карбонизация окисленного волокна без натяжения при температуре до 1000°С в инертной атмосфере.

3. Графитация в инертной среде при температурах до 3200°С.

Волокно промежуточного типа (карбонизованное) получают при интересен тип волокна с температурой обработки до 1000–1700°C. Для автоэмисии наиболее интересен тип волокна с температурой обработки до 3200°C (графитированное волокно). На рис. 1 представлена зависимость модуля Юнга от конечной температуры обработки.

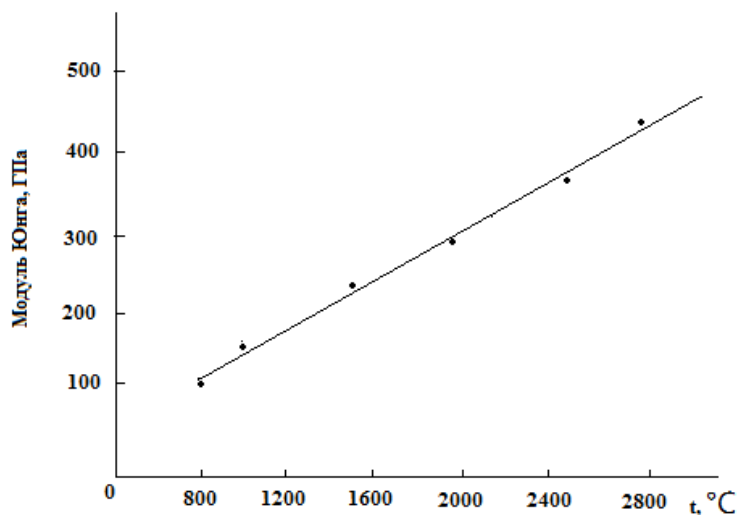


Рисунок 1. Зависимость модуля Юнга от температуры термической обработки полиакрилонитрильного углеродного волокна

Современная модель ПАН-волокна представлена на рис. 2. Наиболее ориентированной частью является поверхность волокна. Она состоит из краев кристаллитов и бездефектных атомных плоскостей. Автокатоды из ПАН-волокон являются весьма перспективными.

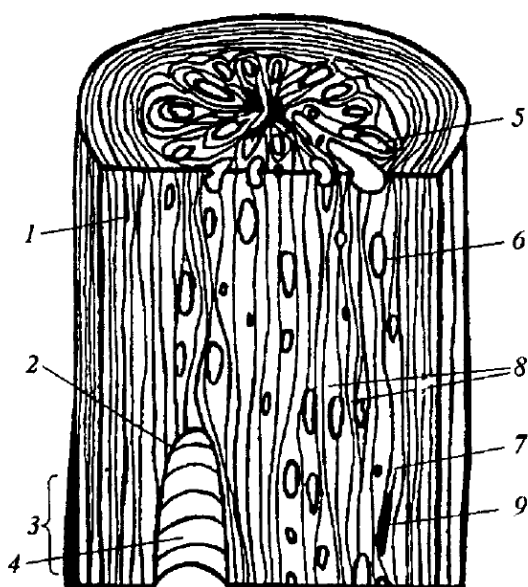


Рисунок 2. Структура углеродного полиакрилонитрильного волокна: 1– микротрещины; 2–оболочка трещин и пор; 3 –выпуклости на волокне; 4 –крупная пора; 5–мелкая пора; 6–микровключения кристаллического графита; 7–крупный кристалл графита; 8–межфибрильные прослойки в средней части волокна; 9–микротрещина

Для получения высококачественного углеродного волокна необходимо выполнение трех условий:

1. Уменьшение диаметра волокна для снижения вероятности возникновения крупных структурных дефектов;
2. Применение высококачественного, химически чистого полимерного сырья;
3. Высокая стабильность технологических режимов, особенно на стадии окисления.

3. Заключение

На сегодняшний день с точки зрения автоэмиссионных свойств углеродные волокна на основе ПАН наиболее изучены. Автокатоды их таких волокон являются перспективными для некоторых практических применений.

Список литературы

1. Углеродные волокна и композиты / Под ред. Э. Фитцера. – М.: Мир, 1988.
2. Vohler O., Sperk E. Kohlenstoff – Fasermaterial // Berichte der deutschen Keramischen Gesellschaft. –1966. – V. 43.– С. 199–285.
3. Watt W. Production and properties of high modulus carbon fibers // Proc. Roy. Soc.–1970.–V. A319. –№ 1536.– С. 5–15.
4. Конкин А. А. Углеродные и другие жаростойкие волокнистые материалы. –М.: Химия, 1974.
5. Шешин Е. П. Структура поверхности и автоэмиссионные свойства углеродных материалов. М.: МФТИ.2001. С. 13–20.