

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПРЯДИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ

С целью получения научно-технических данных, необходимых для разработки технологического процесса производства полиакрилонитрильного (ПАН) волокна, обладающего новыми свойствами, рассмотрено влияние введения различных наноразмерных частиц в прядильный раствор на основе диметилформаида (ДМФ) и промышленного волоконобразующего терсополимера (ВТП) поли[акрилонитрил (АН)–со–метилакрилат (МА)–со–2-акриламид-2-метилпропансульфокислоты (АМПС)] на особенности формирования ПАН волокнистых материалов.

В качестве модификаторов были апробированы: наноразмерные частицы технического углерода (ТУ) марок PowCarbon 5317F и PowCarbon 2419G, оксида титана (IV) (ОТ), оксида железа (III) (ОЖ), графенового порошка (ГП), а также оксида кремния (IV) (ОК) марок Aerosil R972 и Aerosil A200.

Так как информация по модифицированию ПАН волокон указанными наноразмерными частицами достаточно ограничена, то данная работа может представлять определенный научно-технический интерес.

Прядильные растворы, модифицированные наноразмерными частицами, использовались для исследования процесса формирования на их основе ПАН волокон. Процесс получения волокон осуществляли на лабораторной прядильной установке по диметилформаидному способу. Условия формования модельных образцов ПАН волокон приведены в таблице 1.

В целом, исследование процесса формирования ПАН волокон показало зависимость максимальных кратностей фильерного и пластификационного вытягивания, усадки волокон и их равновесного влагосодержания от присутствия в них наноразмерных частиц ТУ, ОТ (IV), ОЖ (III), ОК (IV).

На рисунке 1 представлены данные, иллюстрирующие влияние содержания в прядильном растворе наноразмерных частиц ТУ марок PowCarbon 5317F и PowCarbon 2419G на максимальную кратность фильерной вытяжки, характеризующую прядомость.

Таблица 1 – Условия формования модельных образцов

Показатель	Значение
Способ формования	мокрый
Растворитель	ДМФ
Концентрация прядильного раствора, %	21,0
Концентрация растворителя в осадительной ванне, %	55
Температура осадительной ванны, °С	10
Фильерная вытяжка, %	-50
Температура пластификационной ванны, °С	95,5
Количество отверстий в фильере, шт.	120
Пластификационная ванна	вода
Кратность пластификационного вытягивания	5

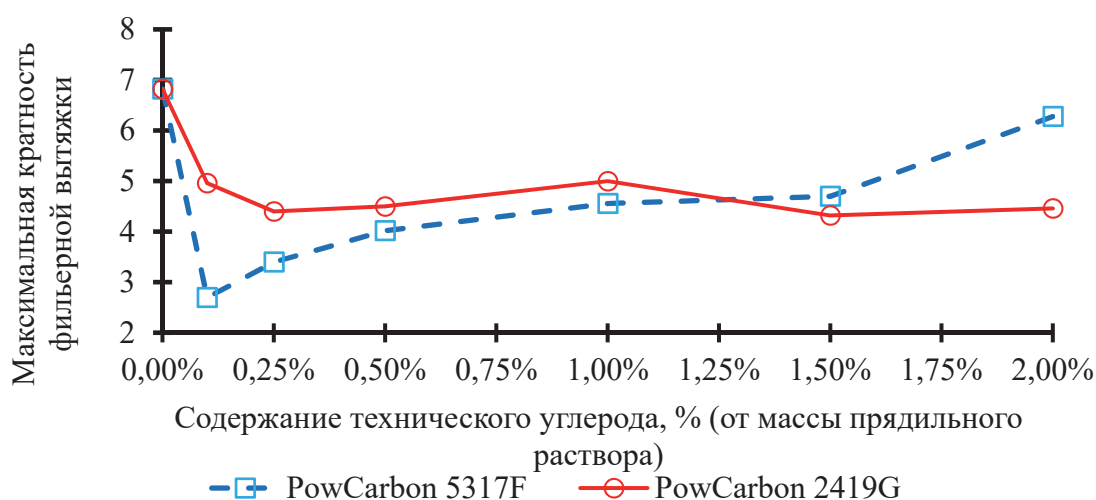


Рисунок 1 – Влияние содержания наноразмерных частиц ТУ на максимальное значение кратности фильерной вытяжки

Можно отметить, что максимальное значение фильерной вытяжки соответствует образцу, не содержащему модификаторов. Наличие в прядильном растворе частиц ТУ в количестве 0,1 % (от массы прядильного раствора) снижает максимальную кратность фильерной вытяжки с 6,82 до 2,7 для ТУ марки PowCarbon 5317F и до 4,96 для ТУ марки PowCarbon 2419G.

Введение наноразмерных частиц ТУ марки PowCarbon 5317F в гелеволокно на стадии приготовления прядильного раствора приводит к увеличению фильерной вытяжки по мере роста содержания ТУ в прядильном растворе с 0,1 до 2,0 % (масс). При этом присутствие в прядильном растворе наноразмерных частиц ТУ марки PowCarbon 2419G в количестве от 0,1 до 2 % (масс.) практически не оказывает достоверного влияния на значение максимальной кратности фильерной вытяжки.

Можно отметить (рисунок 2), что максимальная кратность фильерной вытяжки наблюдалась в отсутствие модификаторов в прядильном растворе. Образец прядильного раствора, модифицированный графеновым порошком в количестве 0,5 % (от массы прядильного раствора), не поддавался процессу формирования волокна из-за отсутствия у струи прядильной жидкости достаточной деформируемости в осадительной ванне.

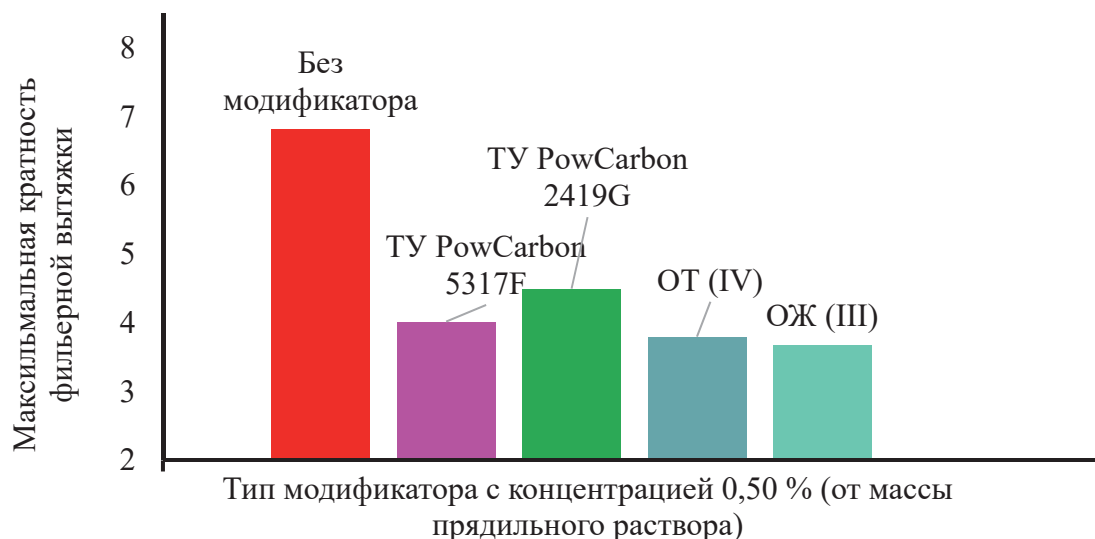


Рисунок 2 – Влияние природы наноразмерных частиц, при их содержании 0,5 % (от массы прядильного раствора), на максимальное значение кратности фильерной вытяжки волокна

Вместе с тем, наличие в прядильных растворах наноразмерных частиц ТУ марки PowCarbon 5317F не приводит к принципиальному влиянию на кратность пластификационной вытяжки формируемых гель-волокон, по сравнению с образцами, не содержащими модификаторов. Введение в прядильные растворы наноразмерных частиц ТУ марки PowCarbon 2419G сперва ведет к постепенному увеличению максимальной кратности пластификационной вытяжки по мере увеличения содержания ТУ до значения 0,50 % (масс.), а далее, к постепенному уменьшению максимальной кратности пластификационной вытяжки, что может быть связано с затруднениями в перестройке структуры формируемых гель-волокон, вызываемыми присутствием в них дисперсного материала. Введение 0,5 % (масс.) ОТ (IV) и ОЖ (III) существенно не влияет на значения максимальной кратности пластификационной вытяжки.

Наибольшее влияние на процесс формирования ПАН волокон и их свойства оказывает ОК (IV). Например, увеличение содержания ОК (IV) марки Aerosil R972 приводит к постепенному увеличению максимальной кратности пластификационной вытяжки, а марки Aerosil A200 – наоборот, приводит к снижению данного показателя (рисунок 3).

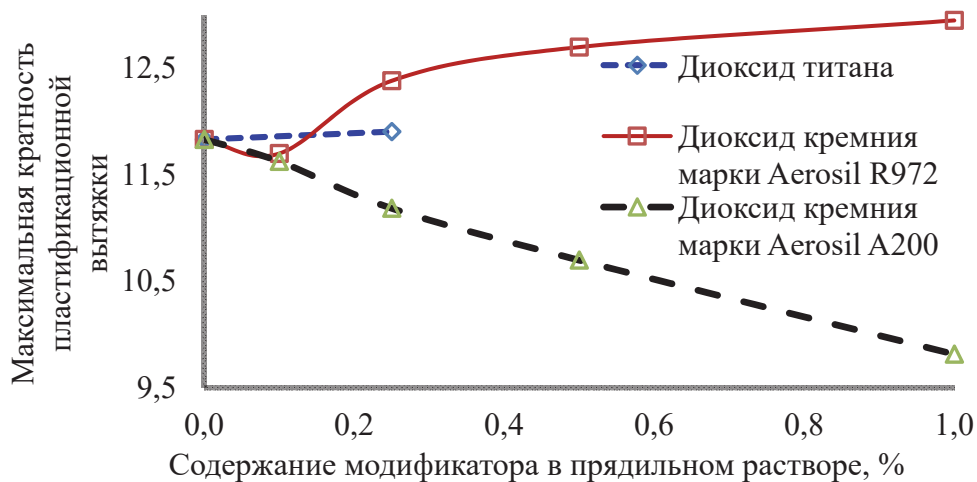


Рисунок 3 – Зависимость максимальной кратности пластификационного вытягивания от содержания модификаторов в прядильных растворах

Микроскопирование структуры и поперечных срезов ПАН волокон выявило влияние количества и природы наноразмерных частиц в прядильные растворы на морфологию получаемых волокон. С увеличением содержания наноразмерных частиц в структуре волокон в большей степени проявляется тенденция к увеличению количества пор в периферийных областях волокон.

На основании результатов работы можно полагать, что путем введения наноразмерных частиц можно осуществлять изменение деформационных и усадочных свойств ПАН волокон, их равновесное влагосодержание и другие потребительские показатели.

УДК 541.64

**Мирончик Я.Ч., Щербина Л.А.,
Будкуте И.А., Руденок Я.Ю.**

Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРЯДИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛОНИТРИЛА, СОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦЫ

Все чаще в различных областях науки и промышленности апробируют и используют наноразмерные модификаторы, что позволяет получать усовершенствованные материалы с уникальными характеристиками. Определенный интерес представляет изучение влияния введения