

покрытий / Д. И. Богдевич, Н. Г. Валько // Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы. Сварка. В 2 ч. Ч. 2 : сб. докладов 13-го Междунар. симпозиума, Минск, 5-7 апр. 2023 г. – Минск : Беларуская навука, 2023. – С. 138-141.

5. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом решетчатого надреза : адгезия-2014. – Введ. РБ 01.09.2015. – М. : Белорус. гос. комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2015. – 16 с.

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 различных наноразмерных модификаторов на свойства полиакрилонитрильных (ПАН) волокон. С целью получения научно-технических данных, необходимых для разработки технологического процесса производства ПАН волокна, обладающего новыми свойствами, в данной работе было рассмотрено влияние введения различных наноразмерных частиц в прядильный раствор на основе диметилформамида и промышленного волокнообразующего терсополимера (ВТП) – поли[акрилонитрил (АН)–со–метилакрилат (МА)–со–2-акриламид-2-метилпропансульфо кислоты (АМПС)].

В качестве модификаторов были выбраны 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 такими наноразмерными материалами достаточно ограничена, то данная работа может представлять определенный научно-технический интерес.

В ходе работы рассмотрены реологические свойства прядильных растворов на основе ВТП и диметилформамида (ДМФ) с введением в них наноразмерных частиц:

– технического углерода марок PowCarbon 5317F и PowCarbon 2419G в количестве 0,1, 0,25, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 % (от массы прядильного раствора);

– оксида титана (IV), оксида железа (III), графенового порошка в количестве 0,5 % (от массы прядильного раствора).

Прядильные растворы, содержащие ТУ, готовили двумя методами:

I) В круглодонную колбу помещали расчетное количество предварительно подготовленного 25 % (масс.) раствора ВТП/ДМФ и суспензию, состоящую из модификатора и ДМФ в соотношении 4,5:95,5. Далее добавляли расчетное количество 21 % (масс.) раствора ВТП/ДМФ и необходимое количество ДМФ.

II) В круглодонную колбу помещали ТУ в виде порошка и половину расчетного количества ДМФ. Далее суспензию диспергировали ультразвуком (УЗ), после чего к ней приливали расчетное количество 25 % (масс.) раствора ВТП/ДМФ. Далее в раствор вводили остальное количество ДМФ.

Затем содержимое колбы нагревали и гомогенизировали путем перемешивания при 60 °С. Пробу готового прядильного раствора отбирали для измерения динамической вязкости. Оставшийся в колбе раствор подвергали перемешиванию с обработкой УЗ в течение 30 минут и снова определяли его вязкость.

Результаты изучения влияния содержания наноразмерных частиц ТУ на динамическую вязкость прядильных растворов ВТП представлены на рисунке 1. Можно отметить, что введение до 2 % (от массы прядильного раствора) наноразмерных частиц ТУ марки PowCarbon 5317F (без УЗ) не оказывает достоверного влияния на эффективную вязкость прядильных растворов. Проведение дополнительного ультразвукового воздействия на прядильные растворы в целом незначительно снижает их динамическую вязкость. Более высокие значения эффективной вязкости прядильных растворов, приготовленных по методу I, можно объяснить более высоким содержанием в них ВТП.

Исходя из данных на рисунке 2, наибольшее влияние на динамическую вязкость прядильных растворов, модифицированных разными по природе наноразмерными частицами, оказывают частицы оксида железа (III) и оксида титана (IV), по сравнению с образцами без модификаторов. Ультразвуковая обработка прядильных растворов, как правило, приводит к снижению их вязкости.

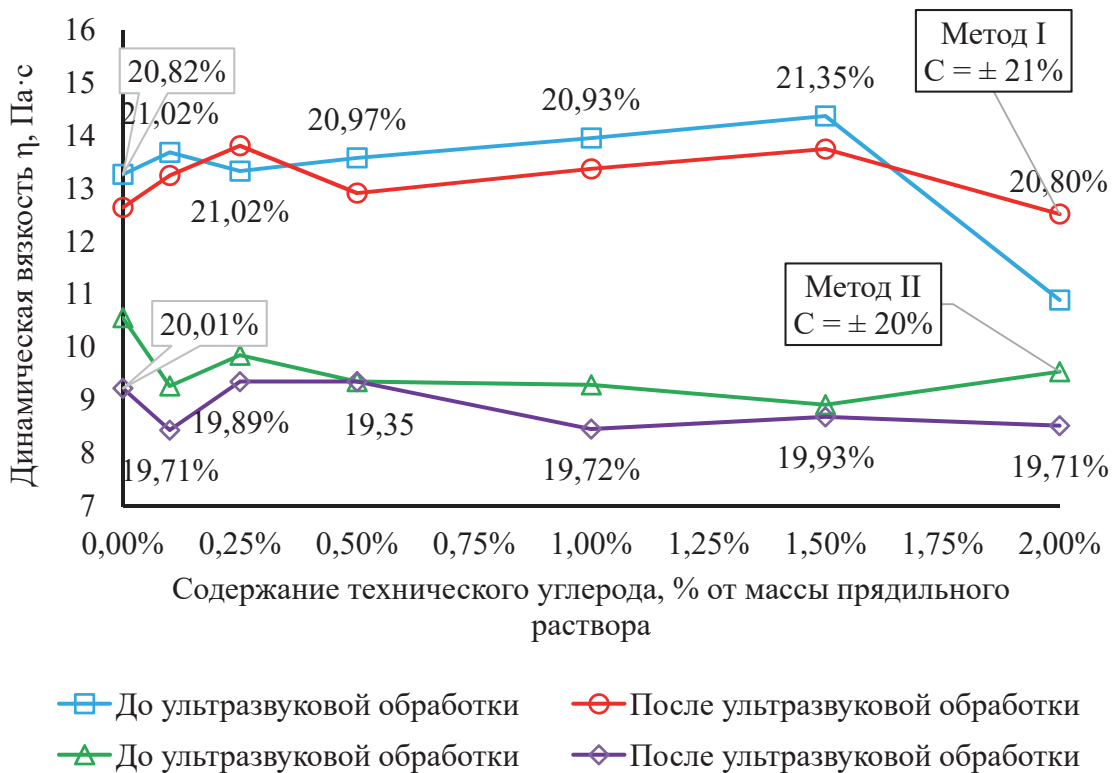


Рисунок 1 – Зависимость динамической вязкости прядильных растворах от содержания наноразмерных частиц технического углерода марки PowCarbon 5317F при скорости сдвига 4 с^{-1} и температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$

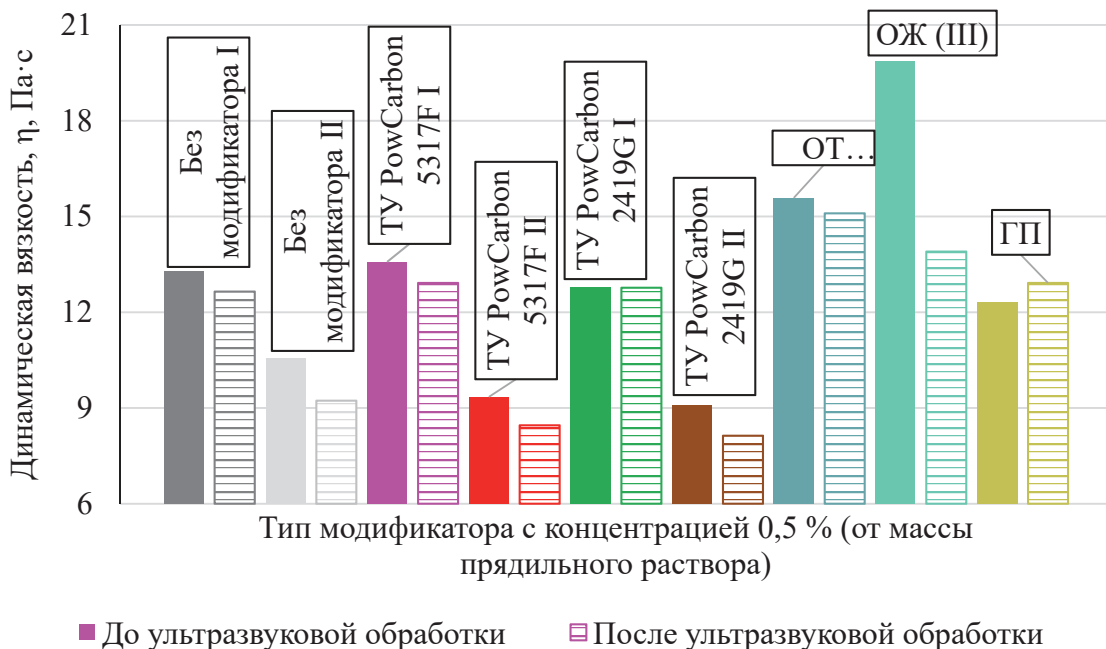


Рисунок 2 – Динамическая вязкость прядильных растворов, модифицированных наноразмерными частицами в количестве 0,5 % (масс.), при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Далее были изучены реологические свойства прядильных растворов ВТП с введенными в них наноразмерных частиц оксида кремния (IV) марок Aerosil R972 и Aerosil A200 со средним размером первичных частиц 16 и 12 нм, соответственно, в количестве 0,1, 0,25, 0,5, 1,0 % (от массы прядильного раствора).

Установлено влияние на вязкостные свойства прядильных растворов количества и марки вводимых в них наноразмерных частиц ОК (IV). Также показано, что в результате УЗ обработки динамическая вязкость модифицированных наноразмерными частицами ОК (IV) прядильных растворов снижается (рисунок 3).

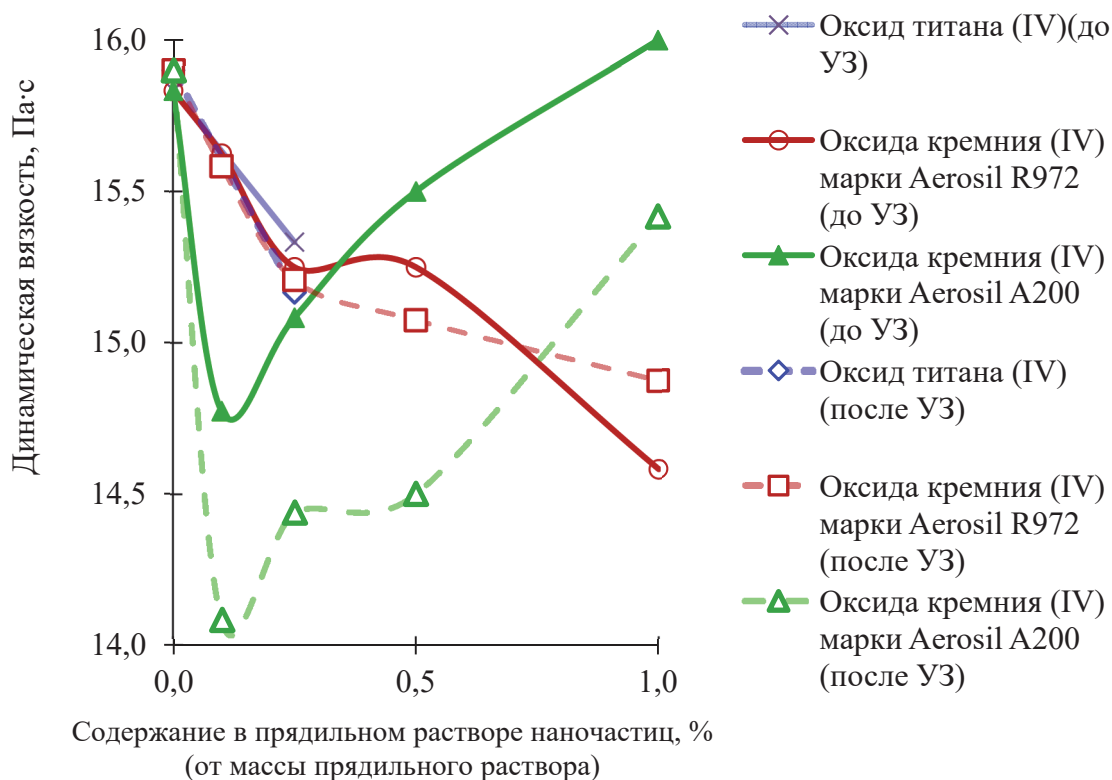


Рисунок 3 – Зависимость эффективной вязкости прядильных растворов от количества и природы вводимых в них наноразмерных частиц

Таким образом, в результате изучения реологических свойств прядильных растворов на основе поли[АН-со-МА-со-АМПС], ДМФ и наноразмерных частиц оксида кремния (IV), технического углерода, оксида титана (IV), оксида железа (III), графенового порошка, получены данные, необходимые для разработки процесса формирования полиакрилонитрильных волокнистых материалов с модифицированными свойствами.