

Ющая критерию линейной вязкоупругости, охватывает большую часть деформации извитой нити, т.е. практически перекрывает весь диапазон эксплуатационных деформаций. Это упрощает расчет деформации нити путём использования математического аппарата теории линейной вязкоупругости. Проведенные нами эксперименты показали возможность описания ползучести (деформационного процесса при постоянной нагрузке) с помощью известного уравнения Кольрауша:

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0 + \varepsilon_3 \left\{ 1 + \exp \left[- \left(\frac{t}{\tau} \right)^k \right] \right\} = \frac{\varepsilon}{C} \left\{ 1 - (1-C) \exp \left[- \left(\frac{t}{\tau} \right)^k \right] \right\}$$

где, ε_0 – компонент деформации; ε_3 – релаксирующий компонент деформации; τ, k, C , – константы, характеризующие интенсивность деформационного процесса, причем

$$C = \frac{E_\infty}{E_0} = \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_\infty},$$

где E_0 и E_∞ – соответственно модули упругости и высокоэластичности.

С оговоркой об ограничении времени для описания процесса ползучести может быть использована степенная функция, так же применявшаяся для полимерных материалов. [3,4]:

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0 + [\varepsilon(t_1) - \varepsilon_0] \left(\frac{t}{t_1} \right)^\beta$$

Значения полученных констант: $K = 0,4-0,6$; $\beta = 0,2-0,3$; $C = 0,5-0,6$.

Аналогичными соотношениями описывается также процесс релаксации усилия как на стадии работы извитков (усилие в образце существенно релаксирует даже при малой нагрузке-0,05гс/текс), так и при нагрузках, полностью растягивающих извитки:

$$\frac{P(t)}{P_0} = C + (1-C) \exp \left[- \left(\frac{t}{\tau} \right)^{K_1} \right] \quad \text{и}$$

$$\frac{P(t)}{P_0} = C + (1-C) \left(\frac{a+t}{a} \right)^{-\alpha}$$

Соотношение применялось Вегенером для обычных не извитых нитей. Типичные значения констант; $K_1 = 0,4-0,6$; $C = 0,5-0,6$; $\alpha = 0,6$.

Проведенные исследования показали: релаксационный компонент деформации и напряжения у крученных нитей типа эластик составляет весьма существенную величину, достигая 40-50% от максимальных значений; для качественного описания кинетики деформации и усилия могут быть использованы такие же соотношения, как и у обычных – не извитых – нитей. Существенное отличие деформационных свойств крученных нитей от обычных состоит в линейной вязкоупругости, распространяющейся на большую часть (60-70%) деформации извитков.

Список использованных источников

1. Хамраева С.А., Гиясова Д.Р. Деформационные свойства крученных нитей. // Развитие науки и технологии, Бухара, 2015, - С.44-46.
2. Гиясова Д.Р. Исследование процесса кручения на прядильно-крутильных машинах. Материалы Республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы моделирования механических и технологических процессов, основанных на высоких технологиях» Бух.МТИ, Бухара, 2013, -С.266-267.

УДК 678.7

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНЫХ ВОЛОКОН НА ИХ УСАДКУ

Городнякова И.С., асп., Чвиров П.В., ст. преп.,
Сапронова В.В., маг., Щербина Л.А., доц.

Могилевский государственный университет продовольствия,
г. Могилев, Республика Беларусь

Ключевые слова: полиакрилонитрил, формование, усадка.

Реферат. Рассмотрены вопросы получения полиакрилонитрильных волокон с повышенной усадкой из выпускаемого в Республике Беларусь сополимера поли[акрилонитрил(АН)-со-метилакрилат(МА)-со-2-акриламид-2-метилпропансульфонат натрия(АМПС)]. В ходе работы был проведен комплекс экспериментальных исследований по анализу влияния различных технологических факторов, таких как: концентрация полимера в прядильном растворе, условия осаждения, пластификационного вытягивания, сушки, и термообработки на структурно-механические свойства

готового ПАН волокна. Показано, что увеличение содержания полимера, кратности пластификационного вытягивания, температуры сушки, а также проведение температурных обработок приводит к снижению усадки волокна. Отмечено что при одинаковых условиях формования, усадка волокна увеличивается по мере увеличения концентрации растворителя в осадительной ванне. Не установлено достоверного влияния изменения концентрации растворителя в пластификационной ванне на усадку волокна.

Полиакрилонитрильные (ПАН) волокна и нити широко используются при производстве как технических, так и текстильных волокнистых материалов. Их основными достоинствами являются высокая свето- и атмосферостойкость, теплоемкость, способность хорошо смешиваться с шерстью и пригодность для переработки в углеродные волокнистые материалы. Одним из направлений использования ПАН волокон является получение объемной пряжи, из которой можно изготавливать очень комфортные, лёгкие трикотажные изделия, отличающиеся высокой теплоизоляционной способностью и хорошей формоустойчивостью. Для производства объемной пряжи необходимы разноусадочные волокна. Как правило, для производства разноусадочных волокон используют модакриловые волокна, поскольку увеличение содержания сомономеров приводит к нарушению регулярности в строении макромолекул и снижению межмолекулярного взаимодействия, что позволяет получить волокна с различной напряженностью структуры. Однако в настоящее время модакриловые волокна в республике не производятся, а спрос предприятий концерна «Беллепром» на разноусадочные волокна, а особенно на средне- (15-35%) и высокоусадочные (более 35%) волокна высок, и частично закрывается за счет импорта.

Усадка выпускаемого на заводе «Полимир» ОАО «Нафтан» (г. Новополоцк) волокна нитрон Д (по ТУ ВУ 300041455.015-2008) составляет 4-6%. С целью поиска путей получения отечественного ПАН волокна с повышенной усадкой, на различных стадиях получения волокна, в рамках существующего производства из промышленно выпускаемого сополимера поли[акрилонитрил(АН)-со-метилакрилат(МА)-со-2-акриламид-2 метилпропансульфонат натрия (АМПС)], был проведен комплекс экспериментальных исследований по анализу влияния различных технологических факторов, таких как: концентрация полимера в прядильном растворе, условия осаждения, пластификационного вытягивания, сушки, и термообработки на структурно-механические свойства готового ПАН волокна.

Как правило, для формования волокна используют концентрированные прядильные растворы с максимально приемлемой для переработки вязкостью. Однако в литературе отсутствуют однозначные сведения о влиянии этого показателя на структурно-механические свойства получаемого волокна. Оценка влияния концентрации прядильного раствора на усадку получаемых волокон показала, что увеличение содержания полимера в прядильном растворе от 15 до 23% (масс.) приводит к снижению усадки волокна с 25 до 21%, что может быть объяснено с точки зрения образования более плотной надмолекулярной структуры.

Известно, что состав осадительной ванны оказывает существенное влияние на процесс нитеобразования, поскольку от скорости удаления растворителя и замены его осадителем зависит кинетика фазовых превращений, что, в свою очередь, обуславливает особенности надмолекулярной структуры волокна. Оценка влияния концентрации осадительной ванны показала, что при одинаковых условиях формования, усадка волокна увеличивается по мере увеличения концентрации растворителя в осадительной ванне. Это можно объяснить тем, что, по мере снижения концентрации осадителя, замедляются процессы коагуляции волокон, что способствует увеличению пористости, за счет образования пор меньшего размера, структура волокна становится более рыхлой, что и способствует его большей усадке.

Волокно, выходящее из осадительной ванны, не обладает необходимым комплексом физико-механических свойств для дальнейшей текстильной переработки. Поэтому, следующей стадией технологического процесса получения волокон по мокрому методу формования является пластификационное вытягивание. Как правило, пластификационное вытягивание ПАН волокон проводится при повышенной температуре, в качестве среды для вытягивания, как правило, применяется обессоленная вода либо вода, содержащая небольшое количество растворителя. Оценка влияния кратности пластификационной вытяжки, состава и температуры ванны вытягивания, показала, что состав пластификационной ванны не оказывает влияния на усадку полученных волокон, наибольшее влияние оказывает температура пластификационной ванны и кратность вытягивания. Снижение кратности или увеличение температуры приводит к увеличению усадки.

После пластификационного вытягивания волокно поступает на промывку и сушку, после стадии сушки возможно проведение дополнительной термообработки и/или термоориентационной вытяжки. Сушка ПАН волокна в большинстве случаев сопровождается терморелаксацией (или термофиксацией). Усадка волокна во время сушки определяет величину разрывного удлинения и усадочность готовой продукции. Анализ влияния условий сушки показал, что повышение температуры от 25°C до 160°C приводит к снижению усадки готового волокна с 21 до 15%.

Также в работе были рассмотрены различные варианты термообработок волокна, высушенного при комнатной температуре: терморелаксация при температурах от 50 до 150°C с последующей вытяжкой; термофиксация при 90°C с последующей вытяжкой; термическая вытяжка с последующей термофиксацией. Однако все вышеперечисленные мероприятия приводят к снижению усадки волокна, что объясняется уплотнением (с возможной кристаллизацией) надмолекулярной структуры волокна.

На основании полученных в ходе работы данных можно сделать вывод, что увеличение кратности вытягивания, температуры сушки, а также проведение температурных обработок приводит к снижению усадки волокна. Это связано с тем, что при вытягивании структура волокна уплотняется, что приводит к увеличению межмолекулярных взаимодействий и формированию кристаллических областей. Любое же повышение температуры приводит к релаксации напряжений, после чего получить волокна с усадкой большей, чем до температурной обработки невозможно. Наибольших значений усадки можно достичь лишь при небольших кратностях пластификационного вытягивания и пониженных температурах сушки.