

минимальном уровне, свойства его остаются неизменными. Тело, сформованное без внешнего давления, естественно, должно получаться менее плотным, чем прессованное. Уплотнение может быть достигнуто лишь в той мере, которая соответствует геометрически наиболее благоприятному расположению частиц порошка, то-есть в случае, когда масса порошка примет наиболее плотную упаковку. Но для сферических частиц одинакового диаметра при самом плотном размещении нельзя освободиться от образования пор. Уменьшение количества пор можно добиться введением второй фракции частиц меньших размеров, которые могут разместиться в пустотах между более крупными частицами и заполнить места, где потенциально могут образоваться поры.

При деформации частиц во время технологических операций часто возникает образование динамического свода при формовании (так называемый арочный эффект). На стадии уплотнения материала избежать образования арок довольно легко - частицы смещаются в свободное пространство под влиянием смазывающего действия пластификатора, который добавляется в порошок при предварительной технологической подготовке. На стадии формования, когда пластическое течение максимально, необходимо, чтобы пластификатор занимал все межчастичное пространство. В этом случае он будет рассекать каждую потенциально возникающую арку хотя бы в одном месте. Эти соображения были учтены при выводе соотношения (1:4), позволяющего рассчитать количество пластификатора, необходимое для непрерывного формования материала или прессования изделий произвольной формы. Если в материале пластификатора меньше рекомендуемого количества, то при его уплотнении опять же образуются арки; и продолжение формования невозможно без пластической деформации частиц, что приводит к резкому увеличению нужного давления прессования. Аналогичного рода процессы протекают и при формовании непластифицированных порошковых материалов.

Главное требование, предъявляемое к пластифицированным порошкам - возможность пластической деформации материала без деформации частиц порошка. Только в этом случае возможно значительное уменьшение усилия прессования. Требование выполняется за счет введения необходимого количества пластификатора, что придает порошку нужную вязкость, при рациональном выборе температурного режима.

При этом получение порошковых материалов для использования в производстве экономически выгодно получать из отходов гальванических производств. Один из способов извлечения этих порошков из отходов, это применение реакций замещения в процессе очистки воды используемой в технологических процессах. Но полученные с использованием этих реакций порошки нуждаются в дополнительной очистке с использованием способов основанных как на химических, так и физических законах.

Список использованных источников

1. Г.А. Либенсон. Производство порошковых изделий./ Либенсон Г.А — М. : Металлургия, 1990.— 240 с.
2. Порошковая металлургия. Спеченные и порошковые материалы./ Под ред. В. Шатта. Пер. с нем.— М. : Металлургия 1983.— 520 с.
3. Мышкин Н.К., Петроковец М.И. Трение, смазка, износ. Физические основы и технические приложения трибологии./ Н.К. Мышкин, М.И. Петроковец — М. : Физматлит, 2007. — 368с.

УДК 541.64

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНЫХ ВОЛОКОН В ПРОЦЕССЕ ИХ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ

*Муравьева Ю.В., маг., Щербина Л.А., доц., Будкуте И.А., доц., Рыбаков А.А., асп.,
Свинцицкая Н.Н., асп.,*

*Могилевский государственный университет продовольствия,
г. Могилев, Республика Беларусь*

Сегодня все большее внимание уделяется разработке новых и совершенствованию существующих технологий получения углеродных материалов на основе различных, в том числе полиакрилонитрильных (ПАН), прекурсоров. Общей технологической особенностью таких процессов является высокотемпературная обработка волокнистого сырья. В целом, процесс получения углеродных волокон (УВ) из ПАН прекурсора состоит из трех стадий: термоокисления, карбонизации и графитизации. Материалы, полученные на каждой из стадий технологического процесса, обладают ценными потребительскими свойствами и находят свои потребительские ниши.

Наибольшая сложность при реализации подобных производств заключается в оптимизации технологических режимов на стадии термоокисления, так как, во-первых, этот процесс является автотермическим, во-вторых, соблюдение температурно-временных и температурно-деформационных режимов его проведения оказывает важнейшее влияние на будущий комплекс эксплуатационных свойств УВ.

Важным технологическим фактором при реализации стадии термоокисления, влияющим на качество конечного продукта, является величина натяжения ПАН волокна, которая, с одной стороны, должно быть достаточна, чтобы сохранить ориентацию структурных элементов полимерного субстрата прекурсора, с другой стороны, не должна превышать определенного уровня для предотвращения роста дефектности структуры волокна и снижения прочности получаемых УВ.

С целью оптимизации процесса термоокислительной стабилизации ПАН прекурсора был проведен анализ влияния температурно-временных режимов этой стадии технологического процесса на деформируемость

волокна под влиянием различных нагрузок при его термической обработке. При этом объектом исследования явился прекурсор, сформованный на стендовом оборудовании кафедры химической технологии высокомолекулярных соединений Могилевского государственного университета продовольствия из прядильных растворов волокнообразующего поли[акрилонитрил (АН) – со – метилакрилат (МА) – со – 2-акриламид-2-метилпропансульфоуксидной кислоты (АМПС)]. Линейная плотность ПАН волокна составляла 0,16 текс, прочность – 62 сН/текс, удлинение при разрыве – 10,8 %. Процесс термоокисления проводили в воздушной среде с использованием конвекционной печи, оборудованной программатором температурно-скоростного режима ее нагрева (точность регулирования и поддержания температуры в печи составляла $\pm 0,5$ °С). Величина прилагаемой к исследуемому волокну нагрузки варьировалась от 0,6 до 25,5 мН/текс. Измерение длины образцов проводили в конце каждого цикла термоокисления.

Представленные результаты демонстрируют важную особенность процесса термоокисления, заключающуюся во взаимосвязи релаксационных явлений, протекающих при нагреве волокна, и химических превращений в полимерном субстрате ПАН. Известно, что в температурном диапазоне 140–350 °С, в результате активирования реакций полициклизации по нитрильным группам формируются сравнительно протяженные полинафтиридиновые структуры. Этот процесс является составной частью целого комплекса параллельно и последовательно протекающих реакций, включая также дегидрирование, окисление, дезазотирование, термоокислительную деструкцию. Указанные химические превращения различным образом влияют на скорость релаксации структурных элементов в ПАН прекурсор и, значит, на характер деформируемости волокнистых материалов. Деструкционные процессы, как правило, облегчают подвижность макромолекул, в то время как структурирование (сшивки), образование жесткоцепных полинафтиридиновых структур снижают подвижность.

При температуре выше 70 °С наблюдается усадка волокна (даже при нагрузке, составляющей 25,5 мН/текс). Это свидетельствует о начале процессов расстекловывания, связанных с увеличением сегментальной подвижности макромолекул, находящихся после ориентационного вытягивания прекурсора в напряженном состоянии, и принятием ими термодинамически выгодной, равновесной конформации. Происходящая при этом релаксация внутренних напряжений проявляется в усадке образцов тем большей, чем меньше нагрузка. Эта же тенденция сохраняется при нагреве выше 100 °С. Данная температура идентифицируется в ряде исследований [1] как температура стеклования мезофазы полимерного субстрата ПАН волокна. Обращает на себя внимание некоторая стабилизация величины усадки образцов в температурном интервале 150 – 210 (250) °С, что обусловлено, вероятно, завершением релаксационных процессов в мезофазе. Дальнейший нагрев ПАН волокна свыше 170 – 210 °С снова приводит к относительно резкому росту усадки, вероятно, в связи с увеличением подвижности более крупных элементов надмолекулярной структуры полимерного субстрата. При температуре 290 – 300 °С отмечается тенденция к стабилизации деформации образцов, связанной, во-первых, с завершением всех основных релаксационных процессов, во-вторых, с ростом жесткости макромолекул за счет значительного увеличения доли полинафтиридиновых участков в макромолекулах ПАН. Для такого термостабилизированного ПАН прекурсора уже не характерна пластическая деформация и его можно подвергать дальнейшим термообработкам, связанным с его превращением в УВ.

Следует также отметить, что при нагревании ПАН волокна выше 150 – 170 °С в случае приложения нагрузки свыше 12,8 мН/текс наблюдается удлинение образцов. Это обусловлено тем, что в результате полного расстекловывания полимерного субстрата в этом температурном диапазоне, обуславливающего высокую подвижность его структурных элементов увеличивается вероятность их смещения друг относительно друга под влиянием существенных внешних растягивающих сил.

Таким образом, деформирующие силы противодействуют силам, способствующим принятию структурными элементами полимера термодинамически более выгодного взаимного расположения. В результате при температуре 210 °С под влиянием нагрузки, равной 25,5 мН/текс наблюдается обрыв волокна, связанный с высокой пластической деформацией полимерного субстрата.

Таким образом, анализ деформационного «поведения» ПАН прекурсора при различных температурно-временных режимах необходим для выбора уровня натяжения волокна на разных этапах термоокислительной стабилизации и позволяет учесть протекающие в полимерном субстрате релаксационные процессы и химические превращения.

Список использованных источников

1. Bashir Z. Polyacrylonitrile, unusual linear homopolymer / Bashir Z. // Indian J. Fibre and Text. Res. – 1999. – Vol. 24. – P. 1-9.

УДК 677.027

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ «ХОЛОДНОГО» СПОСОБА ПОДГОТОВКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ТКАНИ НА КАЧЕСТВО КРАШЕНИЯ

*Нестерова Л. А., доц., Мищенко Е. В., доц.,
Херсонский национальный технический университет,
г. Херсон, Украина*

Процесс подготовки тканей под крашение осуществляется с целью изменения свойств волокна для обеспечения необходимой сорбционной способности волокна и диффузионной проницаемости. В настоящее