Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный университет»

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ИЗУЧЕНИЯ КЛАСТЕРОВ,
НАНОСТРУКТУР
И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

МЕЖВУЗОВСКИЙ СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

выпуск 10

ТВЕРЬ 2018

УДК 620.22:544+621.3.049.77+539.216.2:537.311.322: 530.145

ББК Ж36:Г5+В379

Ф50

Рецензирование статей осуществляется на основании Положения о рецензировании статей и материалов для опубликования в Межвузовском сборнике научных трудов «Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов».

Официальный сайт издания в сети Интернет:

www.physchemaspects.ru

Ф50 Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов [Текст]: межвуз. сб. науч. тр. / под общей редакцией В.М. Самсонова, Н.Ю. Сдобнякова. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2018. – Вып. 10. – 708 с.

ISBN 978-5-7609-1395-1

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 7747789 от 13.12.2011.

Сборник составлен из оригинальных статей теоретического и экспериментального характера, отражающих результаты исследований в области изучения физико-химических процессов с участием кластеров, наноструктур и наноматериалов физики, включая межфазные явления и нанотермодинамику. Сборник предназначен для научных и инженерно-технических работников, преподавателей ВУЗов, студентов и аспирантов. Издание подготовлено на кафедре общей физики Тверского государственного университета.

УДК 620.22:544+621.3.049.77+539.216.2:537.311.322: 530.145

ББК Ж36:Г5+В379

ISBN 978-5-7609-1395-1

ISSN 2226-4442

© Коллектив авторов, 2018

© Тверской государственной
университет, 2018

УДК 539.3:678.7

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИТОВ НА ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЕ

Б.К. Барахтин¹, Р.В. Седлецкий²

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский морской технический университет»

190000, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, 3

BBarakhtin@mail.ru

²ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных
материалов «Прометей» имени И.В. Горынина

Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

191015, Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, 49

DOI: 10.26456/pcascnn/2018.10.073

Аннотация: Приведены результаты исследования образцов композитов с полимерной матрицей разного состава. Объемная доля квазиизотропно распределенных углеродных волокон в форме клубков менялась от 0,4 до 0,7. На фоне роста плотности, модуля Юнга и прочности композитов зафиксированы квазипериодические осцилляции механических параметров с изменением величины и знака коэффициента Пуассона. Установлены причины этого явления и предложена модель структурных изменений.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, механические испытания, коэффициент Пуассона.

1. Введение

Создание высоконаполненных полимерных конструкционных материалов с заданным комплексом механических и физических свойств является актуальной задачей материаловедения. Об этом свидетельствуют многочисленные работы с результатами исследований полистирольных и полиметилметакрилатных композитов со стеклянным наполнителем, эпоксидно-углеродных, металло-углеродных, древесных пластмасс и др. [1, 2]. Неоднократно отмечается, что наполнение полимерной матрицы волокнами или другими дисперсными объектами благотворно сказывается на комплексе механических свойств. Но прирост прочности реализуется в разных интервалах концентраций наполнителя ν и в ряде случаев с экстремумом. В объяснении этого артефакта единое мнение отсутствует. Например, в [3] наличие экстремума в эпоксидных стеклопластиках при $\nu \sim 0,65 - 0,70$ связывают с нарушением условий склейки волокон с матрицей. В [4] экспериментальные зависимости прочности композиций «медь-углеродные волокна» и «алюминий-борные волокна» от объемного содержания наполнителя ν в интервалах 0,1–0,6 и 0,0–0,15 соответственно объясняют разбросом прочности и кривизной волокон, неравномерностью и дефектностью их укладки. В [5] предполагается связь прочности композита с гибкостью структурообразующих макромолекул полимера.

Как видно, разрешение проблемы создания высоконаполненных композитов на полимерной основе требует новых теоретических и

экспериментальных исследований.

В продолжение работы [6] целью представленного материала является демонстрация и толкование экспериментальных данных о механических и физических характеристиках высоконаполненных композитов на основе полимерных связующих разного типа.

2. Методика экспериментов

Создание высоконаполненного композиционного материала на полимерной основе предполагает использование нескольких взаимодействующих подсистем. Из них первая в форме статистически хаотической компоновки углеродных нитей в виде клубков служит упрочняющей основой трехмерной армирующей структуры. Клубки волокон являются имитацией углеродных тканей, в которых неизбежны изгибы, пересечения и изломы нитей. Важными составляющими в такой подсистеме являются контакты поверхностей волокон друг с другом, вокруг которых создаются условия первичной полимеризации связующего с последующим образованием густо сшитой сетки трехмера. Вторая подсистема образуется в процессе кристаллизации связующего вокруг ювенильных поверхностей изломов нитей после их упругопластического разрыва. Третья подсистема представляет собой кристаллизующиеся микрообъемы упорядоченных ламелярных объектов связующего.

В работе исследовались образцы композиционных материалов, в которых наполнителем служили клубки углеродных волокон УРАЛ-Т диаметром менее 10 мкм после термической обработки при 1200–1500 °С, очистки и химической активации в концентрированной (32%) перекиси водорода. Объемные доли наполнителя варьировались в диапазоне от 0,4 до 0,7.

В качестве связующего использовались:

- эпоксидная смола ЭД-22 с аминным отвердителем ОС-1 при отношении отвердитель/смола 0,90. Компоненты являлись основой при получении композита № 1;
- эпоксидная смола УП-3101М на основе смеси (30% ЭД-20 + 30% УП-643 + 40% ЭА) с ангидридным изометилтетрагидрофталевым отвердителем МТГФА при отношении отвердитель/смола 0,85. Полученный на этой основе материал далее обозначен как композит № 2.

После вакуумной пропитки связующим в специализированной камере постоянного объема (см. рис. 1) [7] из цилиндрических Ø60×20 мм заготовок механически изготавливали образцы размером 1,2×1,2×2 см.

В экспериментах определялись следующие параметры композитов:

- плотность образцов ρ с относительной погрешностью $\pm 1\%$;

– модуль Юнга E по данным одноосного сжатия $\sigma(\varepsilon)$ со скоростью 10 мм/мин по направлению высоты (2 см);
– коэффициент аморфизации η связующего;
– скорость распространения ультразвуковых колебаний (C_s) на частотах 100 кГц и 1 МГц. В использованном импульсном теневом методе измерений скорость распространения ультразвуковых колебаний связана с механическими параметрами материала формулой [8]:

$$C_s = \sqrt{\frac{E(1-\mu)}{\rho(1+\mu)(1-2\mu)}},$$

где E – модуль Юнга, ρ – плотность материала, μ – коэффициент Пуассона.

Рис. 1. Эскиз реакционного объема, в котором осуществлялась вакуумная пропитка наполнителя связующим [7].

3. Результаты исследований

В опытах, аналогичных с композитом № 1 [6], на фоне монотонного роста модуля Юнга E и прочности σ в зависимостях от объемной доли наполнителя ν в свойствах композита № 2 также обнаружены осцилляции (см. рис. 2).

В интервале $0,4 < \nu < 0,7$ зафиксировано нарастающее рассогласование положений экстремумов механических параметров с коэффициентом аморфизации связующего η .

Рис. 2. Осциллирующие физико-механические параметры: а – η , б – σ , в – E в зависимости от объемной доли наполнителя ν в композитах № 1 [6] (слева) и № 2 (справа).

Обнаруженные артефакты свидетельствовали о том, что выявленные осцилляции не связаны с точностью измерений и не зависят от типа связующего, а характеризуют более общее явление, обусловленное контактным упругопластическим взаимодействием клубков волокон с

кристаллизующимся связующим. Подтверждением высказанному тезису явилась фиксация осцилляций скорости ультразвуковых колебаний при частотах 100 кГц и 1 МГц в зависимости от объемной доли наполнителя в образцах композита № 2 (см. рис. 3).

Рис. 3 Изменение скорости звука в зависимости от объемной доли наполнителя ν в образцах композита № 2 при частотах: а – 100 кГц, б – 1 МГц.

Просмотром изображений структур, видимых на шлифах образцов композита № 2, установлена наибольшая протяженность целых волокон в ~ 350 мкм. Отсюда следовало, что в процессе кристаллизации связующего в постоянном замкнутом реакционном объеме в клубках волокон предельно допустимый упругий изгиб был возможен на участках ~ 300 мкм. Надо полагать, что давление, оказываемое со стороны кристаллизующейся аморфной фазы, могло приводить к разворотам и разрывам волокон в клубках.

Экспериментально обнаруженные изменения C_s , E и ρ в противофазе с коэффициентом аморфизации η наводили на мысль о переменных значениях коэффициента Пуассона μ [9, 10].

По данным измерений на образцах композита № 2 расчеты показали (см. Таблицу 1), что на зависимостях физических параметров (C_s , E , ρ) от объемной доли наполнителя ν в зонах экстремумов (max/min) значения коэффициентов Пуассона принимают как положительные значения, так и отрицательные, что свойственно ауксетичным материалам [11].

В полимерных композиционных слоистых материалах изменчивость коэффициентов Пуассона известна [12, 13] и объясняется способом пакетного армирования. В нашем случае реализовалась схема деформации хаотических клубков с накоплением участков разрывов волокон под действием кристаллизующегося аморфного связующего. Причем на зависимостях скоростей звука в местах экстремумов отношение

($C_{s,min} / C_{s,max}$) примерно одинаково: $1,2 \pm 0,1$ на частоте 100 кГц и $1,05 \pm 0,01$ на частоте 1 МГц. Данный факт позволяет предположить, что наблюдаемые изменения прочностных параметров и коэффициентов Пуассона обусловлены одной природой и реализуются по одинаковому сценарию.

Таблица 1. Значения коэффициентов Пуассона в зависимости от объемной доли наполнителя

ν при экстремальных E, ρ	Измерения на частоте 100 кГц				Измерения на частоте 1 МГц			
	$C_s, \text{м/с}$	$\rho, \text{г/см}^3$	$E, \text{ГПа}$	μ	$C_s, \text{м/с}$	$\rho, \text{г/см}^3$	$E, \text{ГПа}$	μ
0,46 max	2710	1,31	4,0	+0,41	3110	1,31	4,0	+0,44
0,48 min	3085	1,28	2,5	-0,86	3300	1,28	2,5	-0,88
0,50 max	2760	1,31	4,2	+0,41	3175	1,31	4,2	+0,44
0,51 min	3290	1,30	2,8	-0,87	3280	1,30	2,8	-0,86
0,57 max	2320	1,32	4,8	+0,33	3215	1,32	4,8	+0,43
0,59 min	3100	1,30	3,3	-0,82	3390	1,30	3,3	-0,85
0,61 max	2630	1,33	4,7	+0,39	3270	1,33	4,7	+0,43
0,64 min	3550	1,32	3,0	-0,88	3425	1,32	3,0	-0,87

Структурные изменения агрегатного состояния композитов, происходящие в замкнутом постоянном реакционном объеме, можно схематично представить системой простейших эволюционных уравнений в виде:

$$\begin{aligned} dL/d\nu &= \alpha L - \beta LK, \\ dK/d\nu &= \gamma K + \delta LK, \end{aligned}$$

где L – длина упруго изогнутых волокон в клубке, K – очаги кристаллизации связующего на активных центрах, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – параметры.

Множитель LK характеризует образование новых активных очагов кристаллизации связующего на участках контакта деформированных волокон и в зонах образования ювенильных изломов в местах их разрушения. Переход от системы уравнений первой степени к одному уравнению второй степени приводит к решению колебательного вида. Кинетика протекающих реакций определяется параметрами $\alpha, \beta, \gamma, \delta$.

Высказанное предположение косвенно подтверждается последовательностью значений объемных долей наполнителя, при которых зафиксированы экстремумы механических параметров, например, модуля Юнга. В зависимостях от объемной доли наполнителя в интервале от 0,4 до 0,7 экспериментальные данные показывают, что в образцах композитов № 1 и № 2 чередование минимумов значений E следует через близкие промежутки $\nu \sim 0,045 \pm 0,005$. В рассматриваемой физической системе

«деформируемый клубок волокон – кристаллизующееся связующее» при достижении критических (пороговых) значений объемной доли наполнителя локальные минимумы модуля обусловлены «разгрузкой» жесткости, вызванной ломкостью и дроблением волокон с последующей активацией дополнительных центров кристаллизации связующего на ювенильных изломах. В рассматриваемом сценарии экспериментальные данные в поле дискретных значений объемной доли наполнителя определяют одномерное отображение со знаменателем $\delta \sim 4,7$ в виде:

$$0,045 = \delta^{-n}, \text{ где } n = 2.$$

Приведенное логистическое отображение указывает на некий итерационный каскад бифуркаций удвоения периода в процессе хаотизации структуры волокон в клубках с одновременным упорядочением в кристаллизующемся связующем. С учетом [14] и полученными отрицательными значениями коэффициента Пуассона в последовательности объемных долей наполнителя изменчивость модуля упругости можно охарактеризовать скейлинговой зависимостью:

$$E \sim (p - p_c)^{\tau} \text{ – при упругом изгибе волокон для } p > p_c,$$

$$E \sim (p - p_c)^s \text{ – при пластическом изгибе и ломке волокон для } p < p_c,$$

где p – концентрация целых молекулярных связей, p_c – порог образования новых связей в длинноцепных молекулярных агрегатах связующего, τ , s – индексы, зависящие от размерности среды, которая может оказаться фрактальной [6].

В представленном виде зависимость указывает на вероятность направленных структурных перестроек перколяционного типа с самопроизвольным возникновением некой ориентации тотального протекания, благоприятной для назначенных условий получения композита. Проявление ориентационного фактора является наиболее вероятной причиной изменения значений коэффициентов Пуассона.

4. Выводы

1. Независимо от состава связующего полимера в композитах с хаотическим размещением клубков из углеродных волокон, при достижении пороговой объемной доли наполнителя рост плотности, модуля Юнга, прочности и скорости распространения ультразвуковых колебаний сопровождается квазипериодическими колебаниями.

2. В зависимости от наполнения связующим последующие структурно обусловленные механические характеристики композитов сопровождаются изменением величины и знака коэффициента Пуассона, что свойственно материалам с ауксетичными свойствами.

3. Экспериментальные данные о механических свойствах

исследованных композитов определяют одномерное отображение с универсальным знаменателем для каскада с удвоением периода.

4. В структуре высоконаполненного композита на полимерной основе наиболее вероятной причиной изменения величины и знака коэффициентов Пуассона представляется проявление ориентационного фактора, как в массе клубков волокон наполнителя, так и в молекулярной кристаллизующейся структуре связующего.

Экспериментальные исследования выполнены на оборудовании Центра коллективного пользования научным оборудованием «Состав, структура и свойства конструкционных и функциональных материалов» НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей» при финансовой поддержке Минобрнауки в рамках соглашения № 14.595.21.0004, уникальный идентификатор RFMEFI59517X0004.

Библиографический список:

1. **Седлецкий, Р.В.** Физико-химические концепции кинетики водомассопереноса в высоконаполненных полимерных материалах (сферо-, стекло-, углепластиках) / Р.В. Седлецкий // Российский химический журнал. – 2009. – Т. 53. – № 4. – С. 115-124.
2. **Миллс, Н.** Конструкционные пластики. Микроструктура, характеристики, применения. Учебно-справочное руководство / Н. Миллс. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 512 с.
3. **Бобрышев, А.Н.** Термореактивные полимерные композиты в машиностроении / А.Н. Бобрышев, Д.Е. Жарин, А.Ф. Гумеров, А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Ю. Юрасов. – Старый Оскол: ТНТ, 2017. – 152 с.
4. **Копьев, И.М.** Разрушение металлов, армированных волокнами / И.М. Копьев, А.С. Овчинский. – М.: Наука, 1967. – 240 с.
5. **Соломко, В.П.** Влияние волокнистого наполнителя на механические свойства полистирола и полиметилметакрилата в стеклообразном состоянии / В.П. Соломко, Л.С. Семко // Механика полимеров. – 1967. – № 3. – С. 517-523.
6. **Барахтин, Б.К.** Нелинейная кинетика кристаллизации длинноцепной полимерной матрицы в высоконаполненных композитах / Б.К. Барахтин, Р.В. Седлецкий / Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. – 2016. – Вып. 8. – С. 46-58.
7. **Седлецкий, Р.В.** Силановый аппрет и его влияние на некоторые физические и физико-механические характеристики сферопластиков / Р.В. Седлецкий, Г.В. Матвеев, Г.И. Николаев // Вопросы материаловедения. – 1995. – № 3. – С. 58-74.
8. **Перрен, А.А.** Анализ и экспериментальное обоснование синхронно-волнообразного характера изменения механической прочности и диэлектрических потерь при водопоглощении (водосбросе) в конструкционных полимерных композитах (сферо-, стекло-, углепластиках) / А.А. Перрен, Р.В. Седлецкий // Вопросы материаловедения. – 2015. – № 4(84). – С. 80-90.
9. **Штремель, М.А.** О взаимосвязи прочности и пластичности полимеров / М.А. Штремель // Деформация и разрушение материалов. – 2016. – № 2. – С. 8-12.
10. **Сандитов, Д.С.** Коэффициент поперечной деформации и структурно-чувствительные свойства стеклообразных материалов / Д.С. Сандитов // Деформация и разрушение материалов. – 2015. – № 9. – С. 2-16.

11. **Конек, Д.А.** Материалы с отрицательным коэффициентом Пуассона / Д.А. Конек, К.В. Войцеховски, Ю.М. Плескачевский, С.В. Шилько // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2004. – Т. 10. – № 1. – С. 35-69.
12. **Трясунов, В.С.** Органопластик для судовых корпусных конструкций из полимерных композиционных материалов, эксплуатирующихся в морской среде / В.С. Трясунов, М.С. Галактионов, Е.Л. Шульцева, А.М. Баганик // Вопросы материаловедения. – 2018. – № 2 (94). – С. 155-160.
13. **Гольдштейн, Р.В.** Тонкие однородные двухслойные пластины из кубических кристаллов с различной ориентацией слоев / Р.В. Гольдштейн, В.А. Городцов, Д.С. Лисовенко, М.А. Волков // Физическая мезомеханика. – 2018. – Т. 21. – № 2. – С. 5-13.
14. **Новиков, В.В.** Отрицательный коэффициент Пуассона фрактальных структур / В.В. Новиков, К.В. Wojciechowski // Физика твердого тела. – 1999. – Т. 41. – Вып. 12. – С. 2147-2153.

References:

1. **Sedleckij, R.V.** Fiziko-himicheskie koncepcii kinetiki vodomassoperenosa v vysokonapolnennyh polimernyh materialah (sfero-, steklo-, ugleplastikah) / R.V. Sedleckij // Rossijskij himicheskij zhurnal. – 2009. – V. 53. – no. 4. – P. 115-124.
2. **Mills, N.** Konstrukcionnye plastiki. Mikrostruktura, harakteristiki, primeneniya. Uchebno-spravochnoe rukovodstvo / N. Mills. – Dolgoprudnyj: Izdatel'skij Dom «Intellect», 2011. – 512 p.
3. **Bobryshev, A.N.** Termoreaktivnye polimernye kompozity v mashinostroenii / A.N. Bobryshev, D.E. Zharin, A.F. Gumerov, A.G. Skhirtladze, V.A. Grechishnikov, S.Yu. Yurasov. – Staryj Oskol: TNT, 2017. – 152 p.
4. **Kop'ev, I.M.** Razrushenie metallov, armirovannyh voloknami / I.M. Kop'ev, A.S. Ovchinskij. – M.: Nauka, 1967. – 240 p.
5. **Solomko, V.P.** Vliyanie voloknistogo napolnitelya na mekhanicheskie svojstva polistirola i polimetilmetakrilata v stekloobraznom sostoyanii / V.P. Solomko, L.S. Semko // Mekhanika polimerov. – 1967. – no. 3. – P. 517-523.
6. **Barahtin, B.K.** Nelinejnaya kinetika kristallizacii dlinnocepnoj polimernoj matricy v vysokonapolnennyh kompozitah / B.K. Barahtin, R.V. Sedleckij // Fiziko-himicheskie aspekty izucheniya klasterov, nanostruktur i nanomaterialov. – 2016. – I. 8. – P. 46-58.
7. **Sedleckij, R.V.** Silanovyj appret i ego vliyanie na nekotorye fizicheskie i fiziko-mekhanicheskie harakteristiki sferoplastikov / R.V. Sedleckij, G.V. Matveev, G.I. Nikolaev // Voprosy materialovedeniya. – 1995. – no. 3. – P. 58-74.
8. **Perren, A.A.** Analiz i eksperimental'noe obosnovanie sinhronno-volnoobraznogo haraktera izmeneniya mekhanicheskoy prochnosti i dielektricheskikh poter' pri vodopogloshchenii (vodosbrose) v konstrukcionnyh polimernyh kompozitah (sfero-, steklo-, ugleplastikah) / A.A. Perren, R.V. Sedleckij // Voprosy materialovedeniya. – 2015. – no. 4(84). – P. 80-90.
9. **Shtremel', M.A.** O vzaimosvyazi prochnosti i plastichnosti polimerov / M.A. Shtremel' // Deformaciya i razrushenie materialov. – 2016. – no. 2. – P. 8-12.
10. **Sanditov, D.S.** Koefficient poperechnoj deformacii i strukturno-chuvstvitel'nye svojstva stekloobraznyh materialov / D.S. Sanditov // Deformaciya i razrushenie materialov. – 2015. – no. 9. – P. 2-16.

11. **Konek, D.A.** Materialy s otricatel'nyy koefficientom Puassona / D.A. Konek, K.V. Vojcekhovski, Yu.M. Pleskachevskij, S.V. Shil'ko // *Mekhanika kompozicionnyh materialov i konstrukcij*. – 2004. – V. 10. – no. 1. – P. 35-69.
12. **Tryasunov, V.S.** Organoplastik dlya sudovyh korpusnyh konstrukcij iz polimernyh kompozicionnyh materialov, ekspluatiruyushchihsya v morskoy srede / V.S. Tryasunov, M.S. Galaktionov, E.L. Shul'ceva, A.M. Baganik // *Voprosy materialovedeniya*. – 2018. – no. 2 (94). – P. 155-160.
13. **Gol'dshtejn, R.V.** Tonkie odnorodnye dvuhslojnye plastiny iz kubicheskikh kristallov s razlichnoj orientaciej sloev / R.V. Gol'dshtejn, V.A. Gorodcov, D.S. Lisovenko, M.A. Volkov // *Fizicheskaya mezomekhanika*. – 2018. – V. 21. – no. 2. – P. 5-13.
14. **Novikov, V.V.** Otricatel'nyy koefficient Puassona fraktal'nyh struktur / V.V. Novikov, K.W. Wojciechowski // *Fizika tverdogo tela*. – 1999. – V. 41. – I. 12. – P. 2147-2153.

PECULIARITIES OF STRUCTURAL VARIATIONS AT CRYSTALLIZATION OF HIGHLY FILLED COMPOSITES ON POLYMERIC BASIS

B.K. Barakhtin¹, R.V. Sedletsky²

¹*Saint Petersburg State Marine Technical University*

²*Central Research Institute of Structural Materials «Prometey» named by I.V. Gorynin of
National Research Center «Kurchatov Institute»*

DOI: 10.26456/pcascnn/2018.10.073

Abstract: Composite samples with polymer matrixes of different compositions are investigated. The volume fraction carbon fillings of globular form quasi-isotropically distributed in the samples was found to range from 0.4 to 0.7. Under increasing the density, the modulus of elasticity and strength of the composites under discussion, some the quasi-periodical oscillations of mechanical parameters are discovered accompanied by changing both the value and sign of the Poisson coefficient. The nature of this phenomena has been established and a model of the structural variations has been proposed.

Keywords: *polymer composite materials, mechanical tests, Poisson coefficient.*

Баракhtин Борис Константинович – к.ф.-м.н., старший научный сотрудник, доцент кафедры «Материаловедение и технология материалов» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский морской технический университет».

Седлецкий Ростислав Викторович – к.х.н., ведущий научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей».

Boris K. Barakhtin – Ph. D., Senior Researcher, Docent, Materials Science and Materials Technology Department, Saint Petersburg State Marine Technical University

Rostislav V. Sedletsky – Ph. D., Leader Researcher, Central Research Institute of Structural Materials «Prometey» named by I.V. Gorynin of National Research Center «Kurchatov Institute»