

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ НАПОЛНЕНИЯ ПОЛИМЕРА ЛЕСТОСИЛА НА ЛОКАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ

Актуальность:

С развитием современных технологий происходит активный переход на полимерные изделия с принципиально новыми характеристиками, недостижимыми для традиционных изделий. К числу наиболее перспективных относятся наполненные полимерные композиты.

Важной характеристикой полимеров при их эксплуатации является упругость – способность тела восстанавливать размеры и форму после прекращения действия деформаций. При исследовании упругих свойств, морфологии и локальных свойств поверхности материала одним из современных и перспективных методов является атомно-силовая микроскопия (АСМ).

Цель работы: исследовать влияние степени наполнения полимера модифицированным наполнителем на локальные значения модуля упругости.

Объекты исследования:

Лестосил — кремнийорганический блоксополимер с формулой $\{[(C_6H_5)_2SiO]_a[C_6H_5(OH)SiO]_b[(CH_3)_2SiO]_c\}_n$ где $a=0.3$; $b=0.003$; $c=1$; $n=130$.

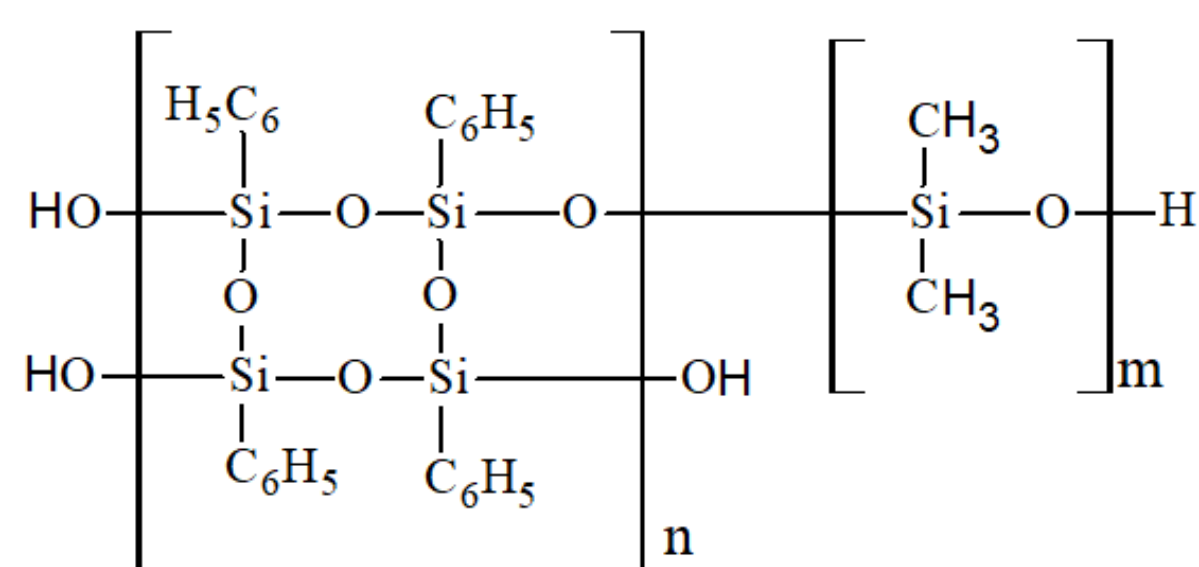


Рис 1. Фрагмент структурной формулы лестосила

Плёнки получали из лестосила и толуола. В качестве наполнителя для композита использовали карбонильное железо, модифицированное с помощью цетилпиридинийбромида. Применяли заливочный метод на стеклянную подложку при комнатной температуре.



Рис 2. Ненаполненная плёнка



Рис 3. Наполненная плёнка

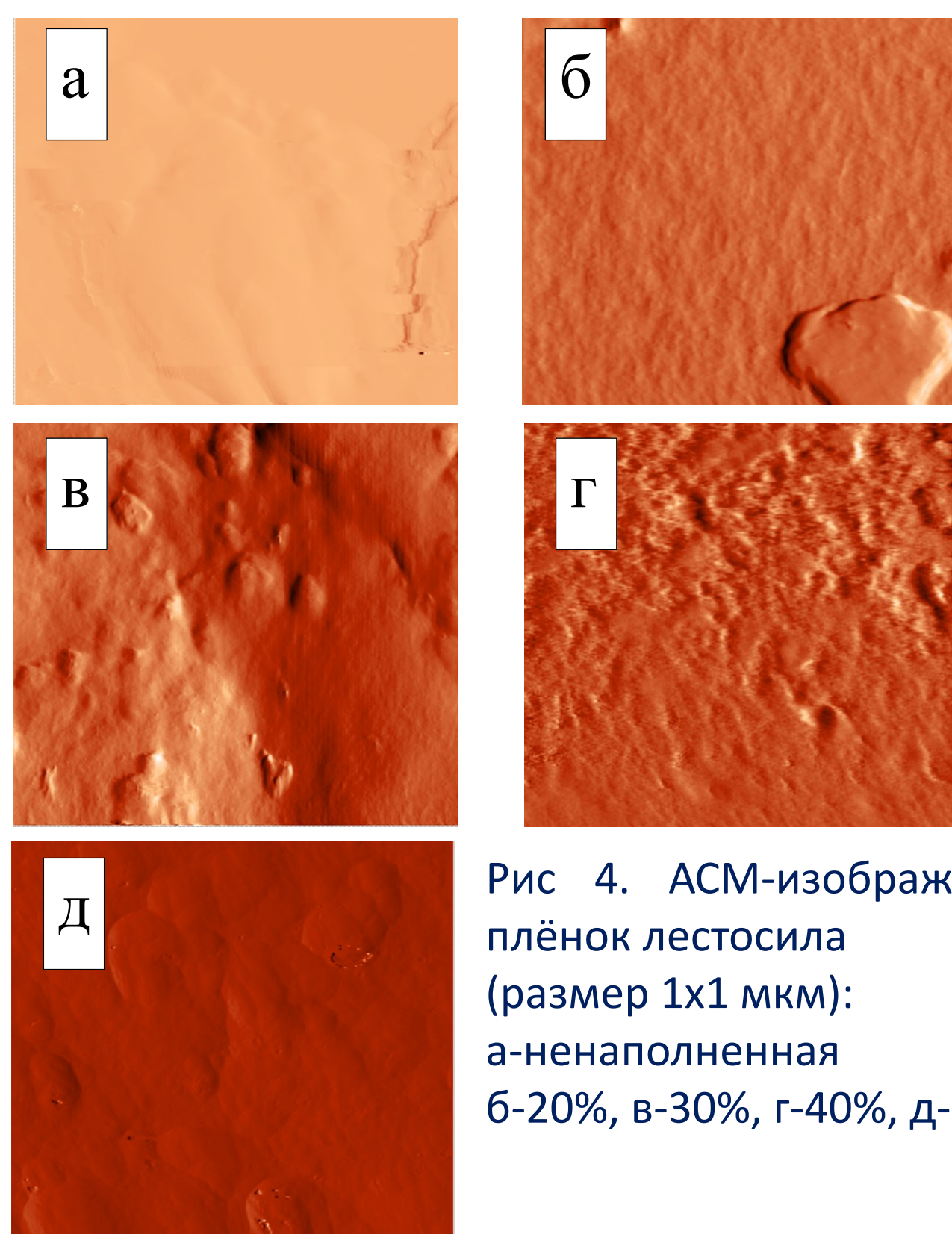


Рис 4. АСМ-изображения плёнок лестосила (размер 1x1 мкм): а-ненаполненная б-20%, в-30%, г-40%, д-50%

На установке сканирующего зондового микроскопа Solver P47, методом атомно-силовой микроскопии получены изображения поверхности композиционных плёнок. Методом контактной силовой спектроскопии, с применением программного обеспечения установки, исследованы различные точки поверхности и получены силовые кривые полимера.

Нахождение деформаций при локальном соприкосновении тел составляет задачу Герца, в данной работе использовалась модель «сфера-плоскость». Для повышения эффективности исследования применялся скрипт YUNG [1]. В ходе вычислений получены значения:

| Наполненность % | 0 | 20 | 30 | 40 | 50 |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|----|
| Модуль упругости, кПа | 0.8 | 1.1 | 1.2 | 4.8 | 3 |

Выводы:

1. В результате проведённых исследований показано, что повышение содержания модифицированного наполнителя приводит к увеличению локального модуля упругости с 0.8-4.8 кПа.
2. Установлено, что при максимальном наполнении плёнка становится более хрупкой и модуль упругости уменьшается.
3. Наполнение плёнки 40% от массы полимера даёт самый оптимальный результат 4.8 кПа.
4. Наполнение в 30% понижает модуль упругости до 1.2 кПа, но при этом улучшаются эластичные свойства композиционного материала.

Литература:

1. Кузнецова Ю.В. Повышение эффективности метода контактной силовой спектроскопии атомно-силового микроскопа / Ю.В. Кузнецова // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. – 2021. – Вып. 13. – С. 243-249.