

# СТРУКТУРНО-ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА АМОРФНО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ И ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

С.А. Патлажан

*Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова РАН  
Российской академии наук*

Доклад посвящен современным представлениям о структурно-чувствительной механике аморфно-кристаллических полимеров и полимерных композитов. В основе полученных результатов лежат теоретические и экспериментальные исследования корреляции между деформационным поведением и структурными изменениями в таких материалах при одноосном растяжении ниже порога текучести. Эксперимент указывает на значительное снижение остаточных деформаций по сравнению с предсказаниями традиционных вязкоупругих моделей. Показано, что такие отклонения могут быть связаны с небольшими структурными изменениями, ассоциирующимися с нарушением сплошности аморфных прослоек между кристаллитами или отслоением частиц наполнителя от полимерной матрицы. Простое одномерное моделирование процессов деформирования и связанной с этим кинетикой накопления структурных дефектов (нанопор) подтверждает данное представление. Несмотря на простоту модели, она адекватно описывает наблюдаемые диаграммы напряжение-деформация при разных скоростях растяжения и сжатия. Обсуждаются особенности эволюции концентрации дефектов при разных деформационных процессах (нагрузке и разгрузке материала с разной скоростью деформации, включая циклические деформации) и закономерности пространственного распределения дефектов при растяжении аморфно-кристаллических полимеров и полимерных нанокомпозитов. Приводятся примеры использования данного подхода для моделирования эффекта Маллинза в наполненных эластомерах и эволюции плотности костей при разных нагрузках.

1. V.G. Oshmyan, S.A. Patlazhan, Y. Rémond, "Peculiarities of small-strain deformations of semi-crystalline polymer: coupling of structural transformations with stress-strain response". *J. Materials Science*, **39**, 3577 (2004).
2. V.G. Oshmyan, S.A. Patlazhan, and Y. Rémond, "Principles of structural-mechanical modelling of polymers and composites" *Polymer Science, Ser. A*, **48**, 1004 (2006).
3. S. Patlazhan, K. Hizoum, and Y. Rémond, "Stress-strain behavior of high-density polyethylene below the yield point: effect of unloading rate" *Polymer Science, Ser. A*, **50**, 507 (2008).
4. K. Hizoum, Y. Rémond, S. Patlazhan "Coupling of nanocavitation with cyclic deformation behavior of high-density polyethylene below the yield point", *J. Eng. Mater. Technology*. **133**, 030901 (2011).
5. A.K. Mossi Idrissa, S. Ahzi, S. Patlazhan, Y. Rémond and D. Ruch "A constitutive model for stress-strain response and Mullins effect in filled elastomers" submitted to *J. Appl. Polymer Science*, **125**, 4368 (2012).
6. S. Patlazhan and Y. Rémond, "Structure-sensitive mechanics of semicrystalline polymers – Review", *J. Materials Science*, **47**, 6749 (2012).
7. F. Addiego, S. Patlazhan, S. André, S. Bernstroff, V. Toniazzi, D. Ruch, "Time-resolved small-angle X-ray scattering study of void fraction evolution in high-density polyethylene during stress unloading and strain recovery", *Polymer International*, **64**, 1513 (2015).
8. A. K. Mossi Idrissa, K. Wang, S. Ahzi, S. Patlazhan, Y. Rémond, "A composite approach for modeling deformation behaviors of thermoplastic polyurethane considering soft-hard domains transformation". *International Journal of Material Forming*, **11**, 381 (2018).
9. A. Bagherian, M. Baghani, D. George, Y. Rémond, C. Chappard, S. Patlazhan, M. Baniassadi, A novel numerical model for the prediction of patient dependent bone density loss in microgravity based on micro-CT images, *Continuum Mech. Thermodyn.* **32**, 927 (2020).