

УДК 541.64:539.3

ВОЗНИКОВЕНИЕ РЕГУЛЯРНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО МИКРОРЕЛЬЕФА ПРИ ДЕФОРМИРОВАНИИ ЭЛАСТОМЕРОВ, ИМЕЮЩИХ ТОНКОЕ ТВЕРДОЕ ПОКРЫТИЕ

© 1997 г. А. Л. Волынский, И. В. Чернов, Н. Ф. Бакеев

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова.

Химический факультет
199899 Москва, Воробьевы горы

Поступила в редакцию 20.02.97 г.

Принята в печать 26.02.97 г.

Мы исследовали особенности деформирования полимерных пленок, имеющих твердое поверхностное покрытие. Неожиданно оказалось, что каучукоподобные полимеры, на поверхность которых нанесено твердое (по сравнению с полимером), тонкое (по сравнению с толщиной образца) покрытие, в процессе растяжения приобретают регулярный поверхностный рельеф микронного масштаба.

На рис. 1а представлена электронная микрофотография поверхности натурального каучука, предварительно покрытого тонким слоем золота и затем растянутого на 100%. Хорошо видно, что при растяжении указанного образца металлическое покрытие разрушается с образованием островов неправильной формы, асимметричных относительно направления растяжения. В то же время происходящее при растяжении сжатие каучука в направлении, перпендикулярном оси растяжения, приводит к возникновению регулярного волн-

нообразного поверхности рельефа микронного уровня. Особенно отчетливо образование микрорельефа наблюдается в областях образца, содержащих на поверхности острова разрушенного покрытия. Как показали дальнейшие наблюдения, при изменении механических характеристик системы полимер–покрытие (например, модуля упругости полимера) период обнаруженной регулярности может изменяться от долей микрона до нескольких микрон.

Микрорельеф с характерными для каждого конкретного случая степенью регулярности и профилем реализуется на полимерах различной химической природы, а также при использовании самых разных материалов в качестве покрытий. На рис. 1б представлена микрофотография поверхности аморфного ПЭТФ, покрытого тонким слоем SiO_2 и растянутого при 85°C (т.е. выше T_g) на 300%, а затем охлажденного до комнатной температуры. Хорошо видно, что и в этом случае

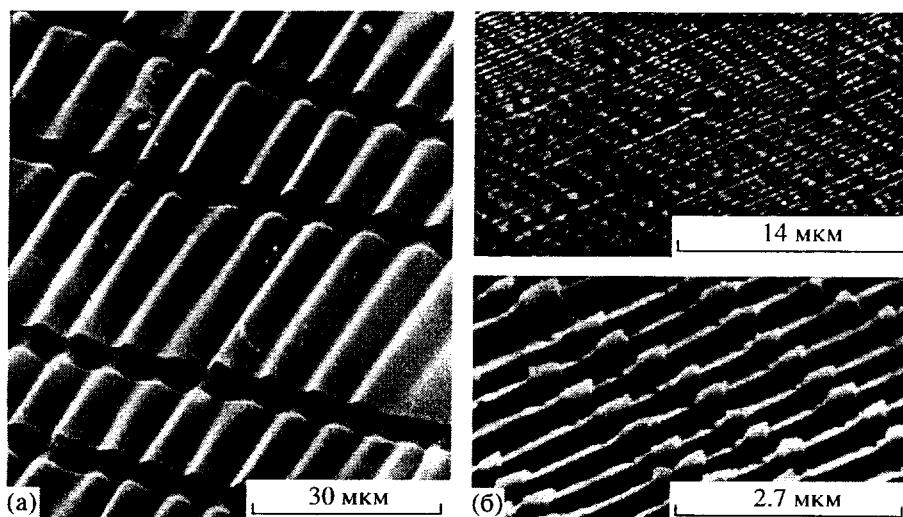


Рис. 1. Электронные микрофотографии поверхности натурального каучука, покрытого золотом и растянутого на 100% (а), и ПЭТФ, покрытого SiO_2 и растянутого на 300% при 85°C (б).

реализуется указанный выше поверхностный рельеф, имеющий период ~1 мкм.

Обнаруженное явление было продемонстрировано на ряде полимеров (НК, ПЭТФ, ПВХ, ПС, ПП и др.) с использованием покрытий различного типа (Au, Pt, Cu, Al, C, SiO₂ и др.). Полученные результаты позволяют предположить, что возникновение регулярного поверхностного рельефа при деформировании полимеров, имеющих тонкое твердое покрытие – явление общего характера.

Результаты проведенных нами предварительных исследований позволяют сформулировать наиболее общие условия его реализации. Для возникновения регулярного рельефа необходимо,

во-первых, чтобы полимер находился в каучукоподобном состоянии; во-вторых, чтобы нанесенное покрытие обладало повышенной жесткостью по сравнению с механическими характеристиками полимера (модуль покрытия должен на несколько порядков превышать модуль полимера–подложки) и, в-третьих, между подложкой и покрытием должна существовать такая адгезия, чтобы при деформировании не происходило отслаивания нанесенного твердого покрытия от поверхности полимера.

В настоящее время механизм обнаруженного явления выясняется.

Сдано в набор 25.04.97 г.

Офсетная печать

Усл. печ. л. 22.0

Тираж 345 экз.

Подписано к печати 26.06.97 г.

Усл. кр.-отт. 7.8 тыс.

Зак. 2005

Формат бумаги 60 × 88^{1/8}

Бум. л. 11.0