

УДК 541.64:539.3

## СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПЛЕНОК ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА, ИМЕЮЩИХ ТОНКОЕ ПЛАТИНОВОЕ ПОКРЫТИЕ

© 2000 г. Е. Е. Воронина\*, С. Л. Баженов\*\*, И. В. Яминский\*,  
А. Л. Волынский\*, Н. Ф. Бакеев\*\*\*

\*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Химический факультет  
119899 Москва, Воробьевы горы

\*\*Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук  
117977 Москва, ул. Косыгина, 4

\*\*\*Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколова Российской академии наук  
117393 Москва, Профсоюзная ул., 70

Поступила в редакцию 25.05.99 г.  
Принята в печать 03.11.99 г.

Исследован процесс возникновения и развития регулярного микрорельефа при растяжении пленок поливинилхлорида, имеющего тонкое платиновое покрытие. Показано, что характер возникающего при этом микрорельефа зависит от условий деформирования полимерной подложки (температуры, скорости деформации, степени вытяжки и т.д.). Обнаружены новые особенности образования и развития регулярного микрорельефа, характерные только для ПВХ-подложек. Проведен сравнительный анализ свойств микрорельефа, возникающего при деформировании подложек ПВХ и ПЭТФ. Показано, что основным отличием является непрерывность возникающего микрорельефа в случае ПЭТФ-подложки. Выдвинуты некоторые предположения, объясняющие обнаруженные явления.

### ВВЕДЕНИЕ

В недавних работах было показано [1], что при растяжении полимеров, имеющих тонкое жесткое покрытие, на их поверхности возникает регулярный волнообразный микрорельеф (**PMP**), ориентированный параллельно оси растяжения. В работе [2] это явление было объяснено как потеря механической устойчивости анизодиаметричного твердого тела при его сжатии на податливом основании, с которым оно прочно связано. Главным параметром такого рода микрорельефа является его период, величина которого зависит от многих факторов; основные из них – напряжение, возникающее в полимерной подложке при ее деформации, степень сжатия указанной подложки и толщина жесткого покрытия.

Одновременно с этим происходит растрескивание покрывающего слоя на отдельные полосы достаточно однородной ширины, которые своей

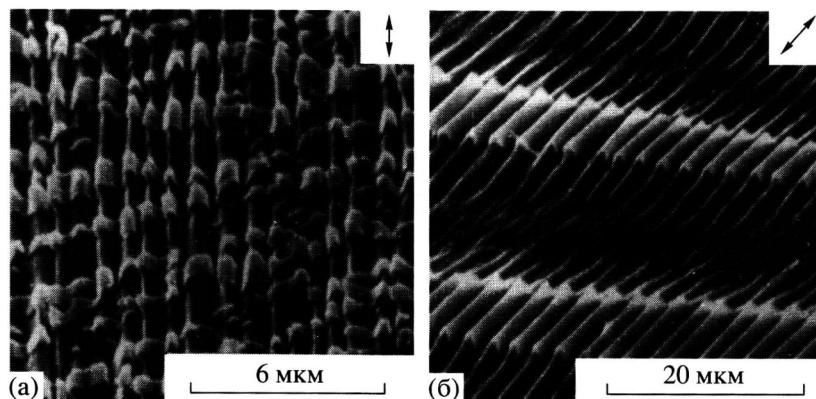
длинной осью лежат перпендикулярно оси растяжения [3].

Важно отметить, что все указанные выше эффекты были обнаружены и охарактеризованы при использовании в качестве полимера-подложки главным образом ПЭТФ [1–3]. В то же время можно ожидать, что такого рода поверхностное структурообразование не зависит от природы полимера, а имеет более общий характер.

Цель настоящей работы – выяснение общности наблюдаемых явлений, а также особенностей, которые вносятся природой полимера-подложки в механизм деформирования полимеров, имеющих тонкое металлическое покрытие.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе использовали промышленные пленки аморфного неориентированного ПЭТФ толщиной 100 мкм ( $T_c = 75^\circ\text{C}$ ), а также промышлен-



**Рис. 1.** Сканирующие электронные микрофотографии образцов ПЭТФ (а) и ПВХ (б) с тонким (21 нм) платиновым покрытием, деформированных на 300% при температуре 90°C со скоростью 10 мм/мин.

ные пленки ПВХ, содержащего 10% пластификатора диоктилфталата ( $T_c = 53^\circ\text{C}$ ), и пленки ПВХ, содержащего 15% каучукового модификатора (тройной сополимер стирола, метилметакрилата и бутадиена) ( $T_c = 65^\circ\text{C}$ ), толщиной 80 мкм. Из указанных пленок вырубали образцы в виде двухсторонних лопаток с размерами рабочей части  $6 \times 22$  мм. На поверхности образцов наносили тонкие слои платины различной толщины методом ионного напыления. Указанные образцы растягивали до необходимой степени удлинения с помощью динамометра "Instron-1122". Электронно-микроскопические исследования проводили на сканирующем электронном микроскопе "Hitachi S-520". Толщину нанесенного металлического покрытия и профилограммы деформированных образцов, имеющих тонкое платиновое покрытие, получали с помощью атомно-силового микроскопа "Nanoscope-2" ("Digital Instruments", Санта-Барбара, США) в режиме контактных сил.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим наиболее важные структурно-механические особенности деформации полимеров, имеющих металлическое покрытие. На рис. 1а приведена микрофотография образца ПЭТФ с тонким (21 нм) платиновым покрытием, деформированного на 300% при 90°C со скоростью 10 мм/мин. Хорошо видно, что описанный выше микрорельеф имеет довольно регулярный характер. Следует отметить, что микрорельеф непрерывен вдоль оси растяжения полимерной подложки, т.е. он наблюдается не только в жестком платиновом покрытии, но и в промежутках между фрагментами его разрушения. (Отметим, что в дальнейшем под словом "непрерывность" микрорельефа мы будем подразумевать именно это свойство.) Другими словами, твердое платиновое покрытие, потеряв ус-

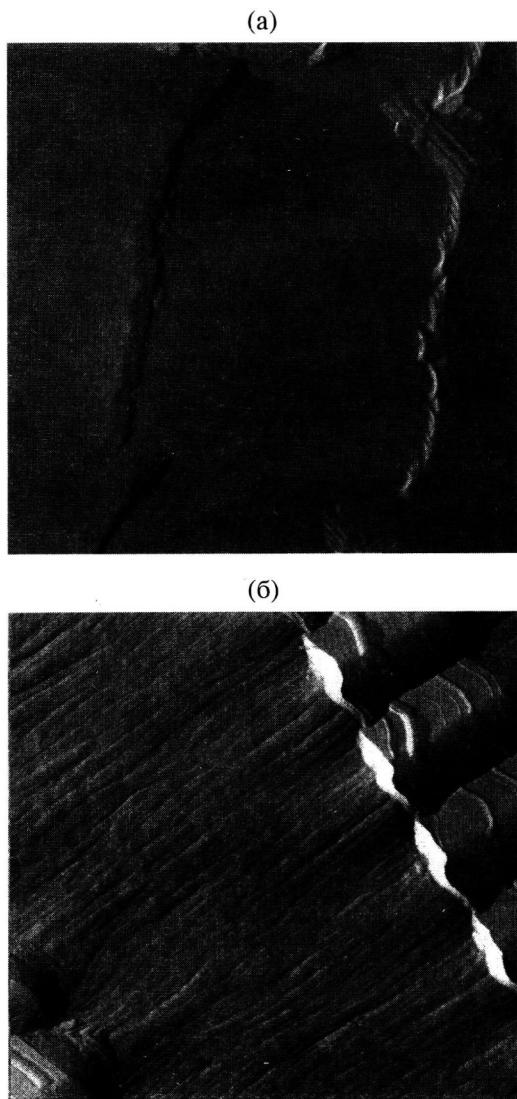
тойчивость вследствие бокового сжатия, которое сопровождает деформацию полимера, увлекает за собой прилегающий к нему верхний слой полимера, в результате чего вся поверхность деформированного образца приобретает РМР.

В том случае, если податливым основанием является ПВХ, наблюдается несколько иная картина. Как видно из рис. 1б, микрорельеф не является таким же непрерывным, как в случае ПЭТФ. На фрагментах металлического покрытия образуется очень регулярный микрорельеф, который по мере удаления от полосы металлического покрытия становится менее выраженным.

Очевидно, что описанное выше явление обусловлено особенностями полимерной подложки – ПВХ, а не свойствами покрытия, поскольку при аналогичном деформировании пленки ПЭТФ, имеющей платиновое покрытие такой же толщины (21 нм), рельеф непрерывен (рис. 1а).

Еще одной важной особенностью ПВХ является его способность к фибрillизации. При вытяжке полимер в промежутках между фрагментами покрытия приобретает структуру, образованную плотноупакованными элементами с диаметром десятки нанометров, которые можно наблюдать с помощью электронного микроскопа. На рис. 2 приведены изображения, полученные с помощью атомно-силовой микроскопии [4], участков полимеров ПЭТФ (рис. 2а) и ПВХ (рис. 2б), имеющих РМР. На ПВХ-подложке между фрагментами разрушения платинового покрытия отчетливо видна фибрillлярная структура. Размеры фибрillлярных элементов составляют 40–60 нм.

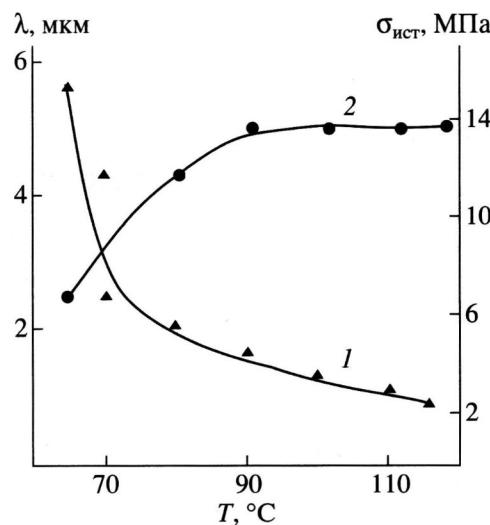
Сравнивая картины РМР, возникающего при вытяжке подложек ПЭТФ и ПВХ, имеющих тонкое платиновое покрытие, легко заметить следующую важную особенность. РМР, который приоб-



**Рис. 2.** Изображения, полученные с помощью атомно-силовой микроскопии, участков полимеров ПЭТФ (а) и ПВХ (б), имеющих регулярный микрорельеф. Образцы имеют тонкое (21 нм) платиновое покрытие и растянуты при 90°C со скоростью 10 мм/мин.

ретает ПВХ-подложка, не устойчив на поверхности полимера, и лишь на поверхности металлического покрытия он является строго регулярным, тогда как ПЭТФ-подложка приобретает довольно регулярный микрорельеф, устойчивый на всей поверхности образца.

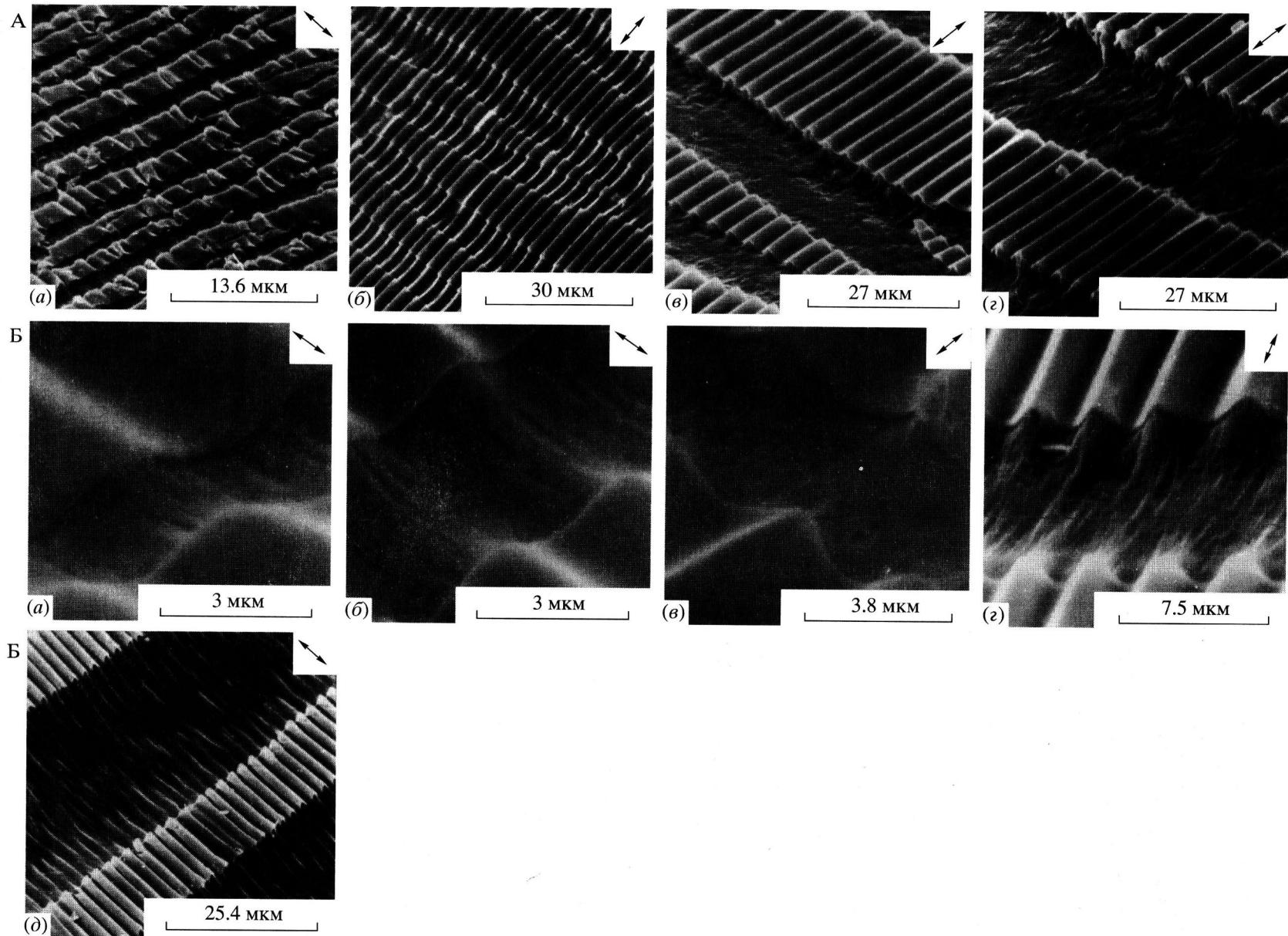
Для выяснения основных закономерностей образования РМР было исследовано влияние различных факторов на характер структурообразования при деформировании полимерных пленок, имеющих металлическое покрытие (температура, скорость деформации, степень вытяжки и толщина наносимого платинового покрытия).



**Рис. 3.** Температурная зависимость напряжения  $\sigma$  в образце ПВХ, имеющем тонкое (21 нм) платиновое покрытие (1), и периода микрорельефа  $\lambda$  того же образца (2) при растяжении на 100% со скоростью 10 мм/мин.

Важным фактором, определяющим период РМР, являются механические свойства материала-подложки. На рис. 3 (кривая 2) представлена зависимость периода возникающего микрорельефа от температуры при растяжении образцов ПВХ, имеющих тонкое платиновое покрытие. Хорошо видно, что с увеличением температуры период возникающего РМР растет. Очевидно, что как и ранее [2], этот эффект связан с изменением свойств полимера-подложки. Указанный температурный интервал находится выше температуры стеклования ПВХ. Поскольку модуль полимера становится меньше при увеличении температуры, в соответствии с этим происходит уменьшение напряжения, возникающего при деформировании полимера-подложки с постоянной скоростью (рис. 3, кривая 1).

На рис. 4А представлены электронные микрофотографии образцов ПВХ с тонким платиновым покрытием, деформированных в температурном интервале 65–120°C. Хорошо видно, что при повышении температуры происходит не только увеличение размеров фрагментов разрушающегося при растяжении металлического покрытия и периода возникающего микрорельефа, но изменяется и общая картина этого разрушения. При 65°C (рис. 4А, фото а) возникающий микрорельеф имеет еще не достаточно выраженный характер, он не является регулярным. На полимере между фрагментами разрушения микрорельеф практически не образуется. При повышении температуры до 90°C (рис. 4А, фото б) заметно



**Рис. 4.** Сканирующие электронные микрофотографии образцов ПВХ с тонким (21 нм) платиновым покрытием, деформированных со скоростью 10 мм/мин. А – деформация 100%, температура 65 (а), 90 (б), 110 (в) и 120°C (г); Б – температура 90°C, деформация 20 (а), 30 (б), 50 (в), 100 (г) и 300% (д).

возрастает его регулярность, как на фрагментах разрушения, так и между ними. Но уже при 110–120°C (рис. 4A, фото в, г) картина несколько изменяется. На фрагментах разрушения платинового покрытия наблюдается регулярный микрорельеф, а вот между ними полимер имеет ровную поверхность. Таким образом, оказалось, что лишь при температуре 90°C и скорости растяжения 10 мм/мин РМР присутствует между фрагментами разрушения, а при более высоких температурах только фрагменты металлического покрытия приобретают микрорельеф в процессе вытяжки. Для выяснения условий формирования РМР на поверхности полимера в промежутках между фрагментами разрушения дальнейшие исследования проводили при 90°C.

Рассмотрим образование РМР при деформировании до различных степеней удлинения образцов ПВХ, имеющих тонкое платиновое покрытие (рис. 4Б, фото а–д). Хорошо видно, что микрорельеф на полимере в промежутках между фрагментами покрытия наиболее отчетливо выражен на образцах, продеформированных на 20–50%. Следует отметить некоторые особенности образовавшегося микрорельефа по сравнению с микрорельефом, присущим на подложке ПЭТФ (рис. 1а). В данном случае поверхностный слой полимера между фрагментами разрушения имеет фибрillярную структуру. Хорошо видно, что каждая волна состоит из нескольких фибрилл размером около 50 нм. Чем больше степень вытяжки, тем эти фибриллы отчетливей выражены.

Следует отметить еще одну особенность. При деформировании ПВХ-подложки на 20, 30 и 50% возникший микрорельеф устойчив на полимере. С повышением степени вытяжки расстояние между фрагментами разрушения металлического покрытия увеличивается, и возникающий микрорельеф становится неустойчивым. Особенно хорошо это видно на образце, продеформированном на 300% (рис. 4Б, фото д). В этом случае микрорельеф отчетливо выражен и имеет регулярный характер на фрагментах металлического покрытия и в непосредственной близости от них. Чем дальше от фрагмента разрушения, тем в меньшей степени проявляются волны микрорельефа на полимере, т.е. происходит как бы “разглаживание” микрорельефа. Однако протяженность сформировавшегося микрорельефа с увеличением степени вытяжки становится больше (участки полимера около фрагментов разрушения). Например, при сравнении РМР на образцах ПВХ, имеющих тонкое платиновое покрытие, с двумя степенями вытяжки 100 и 300% хорошо видно, что в случае деформации на 100% РМР ус-

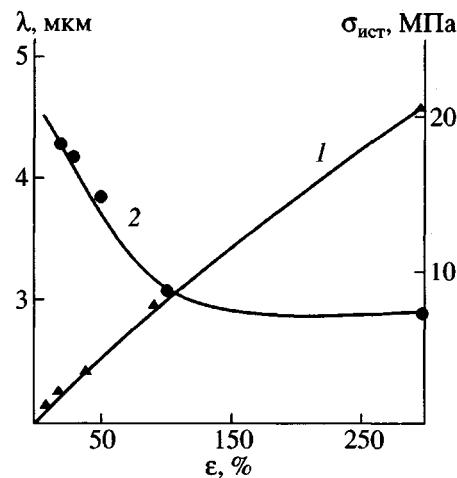


Рис. 5. Зависимости напряжения  $\sigma$  в образце ПВХ, имеющем тонкое (21 нм) платиновое покрытие (1), и периода микрорельефа  $\lambda$  того же образца (2) от степени его растяжения  $\epsilon$  с постоянной скоростью 10 мм/мин при 90°C.

тойчив на полимере на расстоянии ~1.5–2 мкм от фрагмента покрытия (затем происходит его “разглаживание”), в то время как при вытяжке на 300% это расстояние увеличивается вдвое. Таким образом, очевидна зависимость морфологии образующегося микрорельефа на ПВХ в промежутках между фрагментами разрушения металлического покрытия. С повышением степени вытяжки микрорельеф становится менее выраженным по средине указанного участка, но более протяженным в непосредственной близости к фрагментам покрытия.

Основываясь на описанных выше результатах, можно предположить, что протяженность, как и период образовавшегося микрорельефа, зависит от величины механического напряжения, возникающего при деформировании полимерной подложки и степени ее сжатия, которая заметно увеличивается в процессе деформации полимерной подложки. На рис. 5 (кривая 1) приведена кривая растяжения ПВХ, имеющего тонкое платиновое покрытие, с постоянной скоростью 10 мм/мин и температуре 90°C. Там же дана зависимость периода регулярного микрорельефа, образующегося при вытяжке, от величины деформации (кривая 2). С увеличением степени вытяжки истинное напряжение в полимерной подложке возрастает, в соответствии с этим уменьшается период образующегося микрорельефа. Одновременно с ростом напряжения увеличивается степень сжатия ПВХ-подложки. Степень сжатия также является важным фактором, влияющим на величину периода РМР. Аналогичные данные были получены

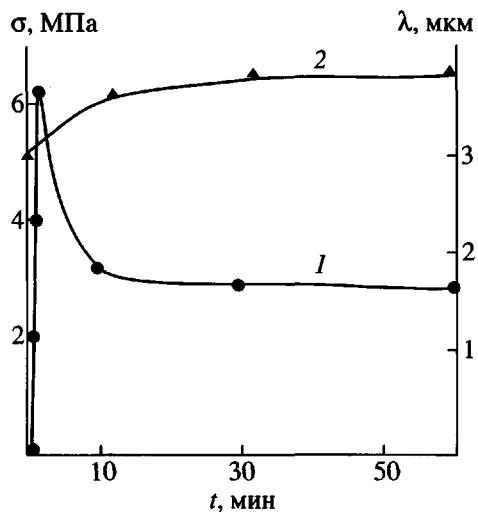


Рис. 6. Зависимость напряжения  $\sigma$  в образце ПВХ, имеющем тонкое (21 нм) платиновое покрытие, от времени  $t$  его растяжения с постоянной скоростью 10 мм/мин и времени его последующего выдерживания при 90°C с фиксированными размерами (1), а также зависимости периода микрорельефа  $\lambda$  того же образца от времени  $t$  его выдерживания при постоянной длине после растяжения на 100% при 90°C (2).

ранее [2] и при деформировании пленок ПЭТФ, имеющих тонкое платиновое покрытие. К сожалению, не удается четко выделить вклад каждого из описанных выше факторов в отдельности (величины напряжения и степени сжатия полимерной подложки) на изменение периода РМР. Очевидно лишь то, что оба фактора приводят к уменьшению значения периода РМР.

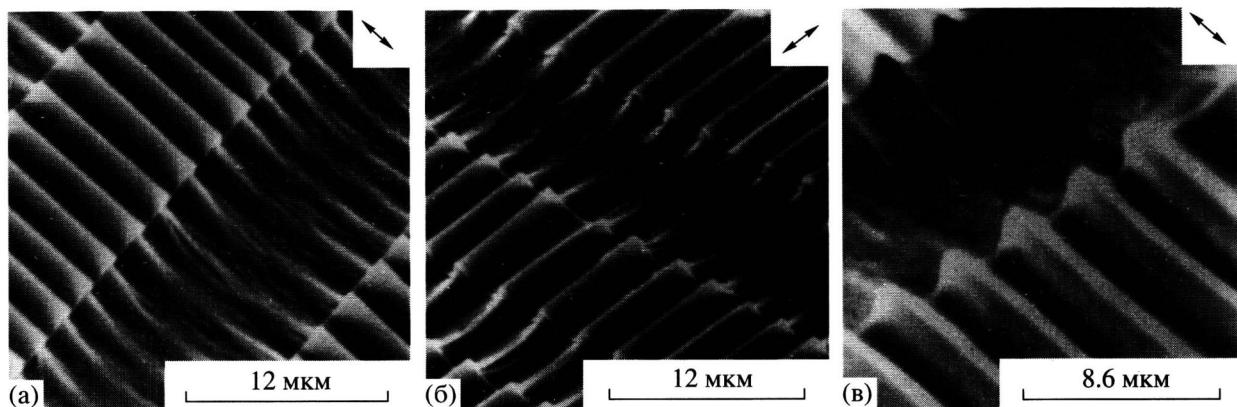
Ранее было показано на примере ПЭТФ, имеющего платиновое покрытие [5], что возникающий микрорельеф способен изменять свои параметры в статичных условиях (в условиях релаксации напряжения полимера-подложки). Такого рода изменения коррелируют с изменениями напряжения в подложке. С увеличением времени выдерживания деформированного полимера, имеющего платиновое покрытие, заметно растет период возникающего микрорельефа, а также его регулярность, он совершенствуется.

Можно предположить, что и в случае ПВХ-подложки такого рода влияние также должно иметь место. Для проверки этой гипотезы образцы ПВХ, имеющие тонкое платиновое покрытие, после деформирования до определенной степени вытяжки оставляли под нагрузкой при температуре деформации 90°C в течение различного времени – от 10 до 60 мин после чего извлекали из зажимов растягивающего устройства и исследовали в электронном микроскопе.

На рис. 6 (кривая 1) представлена зависимость напряжения в полимерной подложке от времени при растяжении и последующей релаксации исследуемых образцов. Хорошо видно, что после остановки динамометра (верхняя точка кривой 1) напряжение в образце достаточно резко понижается. На этом же рисунке (кривая 2) представлены данные зависимости периода микрорельефа от времени его выдерживания после растяжения на 100% при 90°C. Из рис. 6 следует, что явление роста периода микрорельефа в образцах ПВХ, имеющих платиновое покрытие и находящихся после растяжения в определенный промежуток времени (от 0 до 60 мин) с фиксированными размерами при 90°C, действительно имеет место и развивается во времени. Основное увеличение периода происходит в течение первых 30 мин, после чего он незначительно растет во всем исследованном временном интервале. Сопоставление кривых 1 и 2 позволяет предположить, что именно происходящее во времени изменение напряжения в полимерной подложке определяет наблюдаемое изменение периода микрорельефа. Механизм обнаруженного явления, видимо, имеет ту же природу, что и в случае [5], и в настоящей работе подробно не обсуждается.

На рис. 7 представлены микрофотографии образцов ПВХ, имеющих тонкое платиновое покрытие, деформированных на 100%, и релаксировавших после этого в течение 10, 30 и 60 мин. Хорошо видно, что в процессе релаксации период образовавшегося при деформации микрорельефа незначительно увеличивается. Сравнивая характер РМР, возникшего при деформировании ПВХ-пленки с платиновым покрытием, на образце, подвергшемся релаксации (рис. 6а, 6б) с соответствующим нерелаксировавшим образцом (рис. 1б или 4А, фото б), отметим следующее. В промежутках между фрагментами платинового покрытия увеличивается протяженность возникшего РМР по сравнению с аналогичными образцами, не подвергшимися релаксации. Рельеф отчетливо выражен на расстоянии ~4 нм (рис. 7а) от фрагментов разрушения при релаксации в течение 10 мин по сравнению с 1.5–2 нм в исходном, нерелаксированном образце. Но отмеченные явления происходят только при времени релаксации от 10 до 30 мин. Если же образец подвергается релаксации в течение 60 мин (рис. 7в), то образовавшийся микрорельеф практически полностью разглаживается между полосами металлического покрытия, оставаясь лишь на металле.

Таким образом, из полученных данных можно сделать вывод о том, что развитие и протяженность образующегося микрорельефа в проме-



**Рис. 7.** Сканирующие электронные микрографии образцов ПВХ, имеющих тонкое (21 нм) платиновое покрытие и деформированных при 90°C на 100% со скоростью 10 мм/мин и выдержаных после растяжения при 90°C с фиксированными размерами в течение 10 (а), 30 (б) и 60 мин (в).

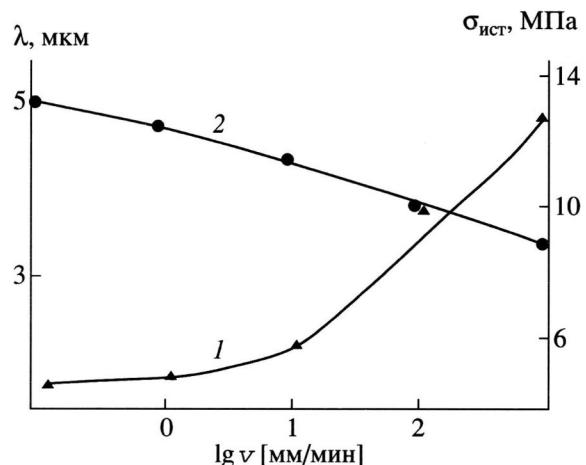
жутках между фрагментами разрушения металлического покрытия зависит от двух факторов: величины напряжения и степени сжатия, которое приобретает полимерная подложка в процессе деформирования, и времени, в течение которого указанная подложка находится под действием напряжения. Какой же фактор играет более значительную роль в формировании микрорельефа и можно ли вообще разделить влияние этих факторов?

Рассмотрим влияние скорости растяжения на образование и морфологию РМР при деформировании пленок ПВХ, имеющих тонкое платиновое покрытие. Полученные образцы были продеформированы в одинаковых условиях до 100% со скоростью 0.1–1000 мм/мин. Образцы сразу же освобождали из зажимов по окончании вытяжки. Изменяя скорость деформации, мы одновременно меняем как напряжение в подложке, так и время действия этого напряжения. К примеру, при деформации образца размером 6 × 22 мм со скоростью 0.1 мм/мин напряжение и время деформации составляют соответственно 4.72 МПа и 220 мин, а для скорости деформации 1000 мм/мин эти параметры составляют 12.7 МПа и 1.32 с соответственно.

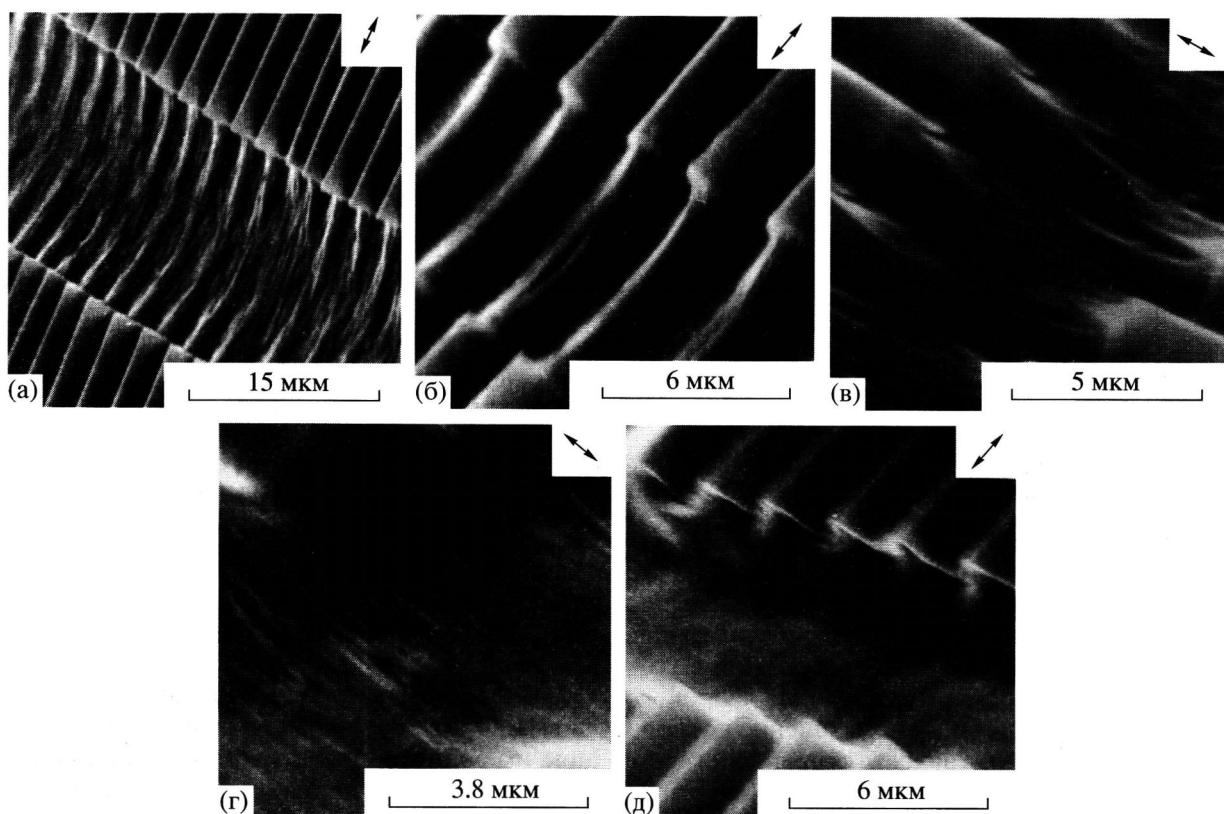
На рис. 8 (кривая 1) представлена зависимость напряжения в полимерной подложке от скорости деформации исследуемых образцов. Хорошо видно, что с увеличением скорости растяжения напряжение в образце достаточно резко возрастает (более чем в 2.5 раза). На этом же рисунке (кривая 2) представлена зависимость периода микрорельефа от скорости деформации. Из рис. 8 следует, что повышение напряжения в полимерной подложке, происходящее в процессе деформации, приводит к уменьшению периода микрорельефа в образцах ПВХ, имеющих платиновое покрытие.

Отметим, что аналогичные результаты ранее были получены и для ПЭТФ-подложек [2].

Рассмотрим визуально особенности возникающих микрорельефов на поверхности ПВХ-пленок, имеющих тонкое платиновое покрытие, при деформации с различными скоростями (рис. 9). Хорошо видно, что с повышением скорости деформации происходит не только закономерное уменьшение периода микрорельефа, но меняется также и его морфология в промежутках между фрагментами разрушения платинового покрытия. В этом случае наиболее четко выражен микрорельеф на деформированном образце со скоростью 1 мм/мин (рис. 9б). Можно предположить, что в этом случае достигаются оптимальные ус-



**Рис. 8.** Зависимости напряжения  $\sigma$  в образце ПВХ, имеющего тонкое (21 нм) платиновое покрытие (1), и периода микрорельефа  $\lambda$  того же образца (2) от логарифма скорости его растяжения  $\lg v$  при 90°C.



**Рис. 9.** Сканирующие электронные микрофотографии образцов ПВХ с тонким (21 нм) платиновым покрытием, деформированных при температуре 90°C на 100% со скоростью 0.1 (а), 1 (б), 10 (в), 100 (г) и 1000 мм/мин (д).

ловия для развития РМР в промежутках между фрагментами разрушения (напряжение и время). С увеличением скорости деформации микрорельеф на полимере становится менее выраженным (скорости деформации 10 и 100 мм/мин), а при скорости 1000 мм/мин его вообще не наблюдается (рис. 9д). Можно предположить, что в данном случае слишком мало времени, в течение которого полимер находится под нагрузкой. Поскольку для возникновения РМР в поверхностном слое полимера между фрагментами разрушения покрытия, видимо, необходимо определенное время, в данных условиях растяжения он просто не успевает образоваться (фактор времени).

Отдельно рассмотрим особенности РМР, образовавшегося при деформировании образца со скоростью 0.1 мм/мин. Из рис. 9а хорошо видно, что характер РМР несколько отличается от представленных ранее. Микрорельеф в данном случае образуется лишь в непосредственной близости к фрагментам разрушения металлического покрытия, постепенно сглаживаясь к центру. Аналогичную картину мы наблюдали в экспериментах по релаксации (рис. 7в), где с течением времени проис-

ходит подобное сглаживание микрорельефа. Можно предположить, что при деформировании со столь малой скоростью (0.1 мм/мин) в ПВХ-подложке возникает слишком маленькое напряжение, и его недостаточно для образования РМР. Но это не так. Величина напряжения в этом случае составляет порядка 5 МПа, что вполне достаточно для образования РМР. Поэтому логично было бы предположить, что ПВХ не может держать напряжение в течение столь длительного времени (время деформирования образца составляет 220 мин). Другими словами, в данном случае также действует описанный выше фактор времени. Но действие этого фактора проявляется двояко. С одной стороны, время необходимо для возникновения РМР между островами металла в процессе деформирования. С другой стороны, если это время велико, то при данной температуре РМР разглаживается.

Итак, в настоящей работе исследован процесс возникновения и развития регулярного микрорельефа при растяжении пленок ПВХ, имеющего тонкое платиновое покрытие. Показано, что возникающий при этом микрорельеф способен изменять свои параметры (как количественные – ве-

личину периода, так и качественные – устойчивость периода по мере удаления от фрагмента покрытия) при изменении условий деформирования полимерной подложки, таких как температура, скорость деформации, степень вытяжки и т.д. Обнаружены новые особенности образования и развития регулярного микрорельефа, характерные только для ПВХ-подложек. Проведен сравнительный анализ свойств микрорельефа, возникающего при деформировании подложек ПВХ и ПЭТФ. Описаны сходства и различия образующегося РМР. К сходствам относятся качественные зависимости периода РМР от температуры, скорости растяжения и поведение в условиях релаксации. В то же время показано, что основным отличием является неустойчивость возникающего микрорельефа в случае ПВХ-подложки и ее способность к фибрillизации. Предположительно, устойчивость РМР на ПЭТФ-подложке может быть связана с его способностью к кристаллизации в тонком поверхностном слое. Обобщая изложенные результаты, можно сказать, что на характер возникающего при деформировании РМР влияют два фактора: напряжение в полимерной подложке и время действия этого напряжения.

Довольно сложно определить, какой фактор в большей степени оказывает влияние на развитие микрорельефа. Можно лишь полагать, что если РМР образуется при каком-то минимальном значении напряжения, то его дальнейшее развитие в большей степени будет зависеть от времени воздействия приложенного напряжения, а не от его величины. Иными словами, фактор времени, предположительно, оказывает большее влияние на характер микрорельефа между фрагментами разрушения металлического покрытия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волынский А.Л., Чернов И.В., Бакеев Н.Ф. // Высокомолек. соед. А. 1997. Т. 39. № 8. С. 1.
2. Волынский А.Л., Баженов С.Л., Лебедева О.В., Яминский И.В., Озерин А.Н., Бакеев Н.Ф. // Высокомолек. соед. А. 1997. Т. 39. № 11. С. 1805.
3. Волынский А.Л., Баженов С.Л., Лебедева О.В., Озерин А.Н., Бакеев Н.Ф. // Высокомолек. соед. А. 1997. Т. 39. № 11. С. 1827.
4. Волынский А.Л., Воронина Е.Е., Лебедева О.В., Яминский И.В., Баженов С.Л., Бакеев Н.Ф. // Высокомолек. соед. А. 2000. Т. 42. № 2. С. 262.
5. Волынский А.Л., Воронина Е.Е., Баженов С.Л., Бакеев Н.Ф. // Докл. РАН. 1998. Т. 363. № 5. С. 638.

### Structural Features of Deformation of Poly(vinyl chloride) Films with a Thin Platinum Coating

E. E. Voronina\*, S. L. Bazhenov\*\*, I. V. Yaminskii\*, A. L. Volynskii\*, and N. F. Bakeev\*\*\*

\*Faculty of Chemistry, Lomonosov Moscow State University,  
Vorob'evy gory, Moscow, 119899 Russia

\*\*Semenov Institute of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences,  
ul. Kosygina 4, Moscow, 117977 Russia

\*\*\*Institute of Synthetic Polymeric Materials, Russian Academy of Sciences,  
Profsoyuznaya ul. 70, Moscow, 117393 Russia

**Abstract**—Formation and development of a regular microrelief induced by the tensile drawing of PVC films with a thin platinum coating were studied. The character of the as-formed microrelief was shown to be controlled by the conditions of the deformation of polymer support (temperature, strain rate, and tensile strain). New specific features of the formation and development of a regular microrelief typical only of PVC supports were found. A comparative analysis of the properties of microrelief produced under the deformation of PVC and PET supports was carried out. In the case of the PET support, the continuity of the formed microrelief constitutes its principle distinctive feature. Several assumptions explaining the above phenomena were advanced.