

УДК 541.64:539.2

**О ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЛАКСАЦИОННЫХ ПЕРЕХОДАХ  
В БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ ЭЛАСТОМЕРАХ**

*Соколова Л. В., Данченко А. В.*

Изучены температурные зависимости ряда полос поглощения ИК-спектров несшитых бутадиен-нитрильных эластомеров. Показано, что в температурной области 25–145° наблюдаются четыре релаксационных перехода. Рассмотрены особенности этих переходов.

Анализ результатов исследования структуры некристаллических полимеров различными структурными методами [1] приводит к выводу о том, что в аморфных полимерах существуют микрообласти с повышенной плотностью (на 1–2% выше, чем у остальной части полимера). Эти микрообласти могут иметь как упорядоченный [2, 3], так и неупорядоченный характер [4]. Поэтому для описания релаксационных процессов в эластомерах необходимо учитывать подвижность не только малых структурных элементов, таких, как звенья и сегменты макромолекул, но и более сложных элементов – ассоциатов. Например, для сшитых бутадиен-нитрильных эластомеров методами релаксационной спектрометрии и механических потерь обнаружено пять релаксационных переходов в области температур 0, 20–35, 85, 80–100 и 140° [5].

В настоящей работе исследованы особенности высокотемпературных релаксационных переходов в несшитых бутадиен-нитрильных эластомерах методом ИК-спектроскопии. По теории Л. Н. Овандера [6] межмолекулярное взаимодействие может оказывать существенное влияние на температурную зависимость ИК-поглощения за счет взаимодействия между внутри- и межмолекулярными колебаниями. В случае низкомолекулярных веществ параметры ИК-спектров обычно монотонно изменяются с температурой [7, 8]. При фазовых переходах в спектрах низкомолекулярных веществ отмечалось резкое изменение интенсивности и ширины полос поглощения [8, 9]. Уменьшение интенсивности ИК-полос с ростом температуры имеет преимущественно межмолекулярную природу [7]. S-образный характер температурной зависимости интенсивности некоторых полос поглощения в области температур плавления и кристаллизации отмечался, например, для ПЭ [10], цис-1,4-полибутадиена [11]. На температурных зависимостях ряда параметров ИК-спектров наблюдали излом в области температуры стеклования, например для ПС и его сополимеров [12, 13] и ПАН [14]. Температуры других релаксационных переходов в ИК-спектрах полимеров проявляются достаточно редко [12, 15–17].

В работе использовали бутадиен-нитрильные эластомеры СКН-18М, СКН-26М, СКН-40М, СКН-50АСМ и СКН-50А, предварительно очищенные переосаждением из их растворов в толуоле метиловым спиртом. Согласно данным элементного анализа [18], содержание нитрилакрильных звеньев в этих эластомерах составляло 19,5; 30; 38; 47 и 50 вес. % соответственно. Молекулярная масса эластомеров 100 000–110 000.

ИК-спектры пленок эластомеров получали на спектрометре UR-10 с использованием кюветы «Perkin – Elmer» в температурной области 25–150°. Пленки полимеров получены на КВт-дисках при медленном испарении растворителя из разбавленных растворов в хлороформе. Скорость нагревания пленок 0,4–0,5 и 0,1–

0,2 град/мин. Точность измерения температуры  $\pm 1^\circ$ . Перед каждой записью ИК-спектра полимерную пленку выдерживали при заданной температуре не менее 40 мин. Предварительный анализ ИК-спектров пленок СКН, полученных при медленном нагревании до  $145^\circ$  и охлаждении до комнатной температуры, показал, что в исследуемой области температур химическая структура полимера не изменяется. Однако отжиг пленки СКН-18М в течение 1,5 ч при  $150^\circ$  приводит уже к необратимому уменьшению интенсивности полосы поглощения при  $2236 \text{ см}^{-1}$  на  $\sim 14\%$ , что свидетельствует о протекании химической реакции. Методом, описанным в работе [19], проверено, что вкладом теплового излучения образца и кюветы можно пренебречь.

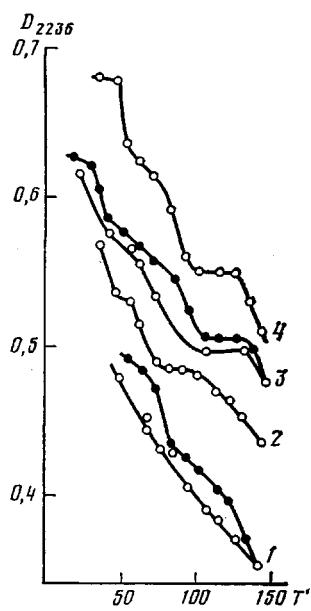


Рис. 1. Температурные зависимости интенсивности полосы поглощения при  $2236 \text{ см}^{-1}$  при нагревании (светлые точки) и охлаждении (темные точки) пленки СКН-18М (1), СКН-26М (2), СКН-40М (3) и СКН-50АСМ (4). Скорость изменения температуры 0,4–0,5 град/мин

интенсивности этой полосы, характеризующая охлаждение пленки СКН-18М, содержит два излома (в области  $\sim 70$  и  $120^\circ$ ), отсутствующие на температурной зависимости в процессе нагревания пленки. Очевидно, в ходе нагревания пленки в условиях, указанных выше, когда уменьшается межмолекулярное взаимодействие и возрастает кинетическая подвижность звеньев и сегментов, происходит распад одних и возникновение других физических связей, что позволяет полимерной системе приблизиться к состоянию равновесия. Можно допустить, что пленка СКН, полученная из раствора при  $25^\circ$ , находится в термодинамически неравновесных условиях.

Уменьшение скорости нагревания пленки в 3 раза приводит к усложнению характера температурной зависимости полосы поглощения при  $2236 \text{ см}^{-1}$  для всех исследованных образцов СКН (рис. 2 и 3). Эти температурные зависимости характеризуются четырьмя изломами ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ) в области температур  $25$ – $145^\circ$ , т. е. в области выше температуры стеклования СКН. Изломы температурной зависимости полосы поглощения  $2236 \text{ см}^{-1}$  обусловлены множественными релаксационными переходами в СКН.

Отжиг пленок СКН при  $130^\circ$  в течение 1 ч с предварительным медленным нагреванием 0,1–0,2 град/мин приводит к увеличению интенсивности

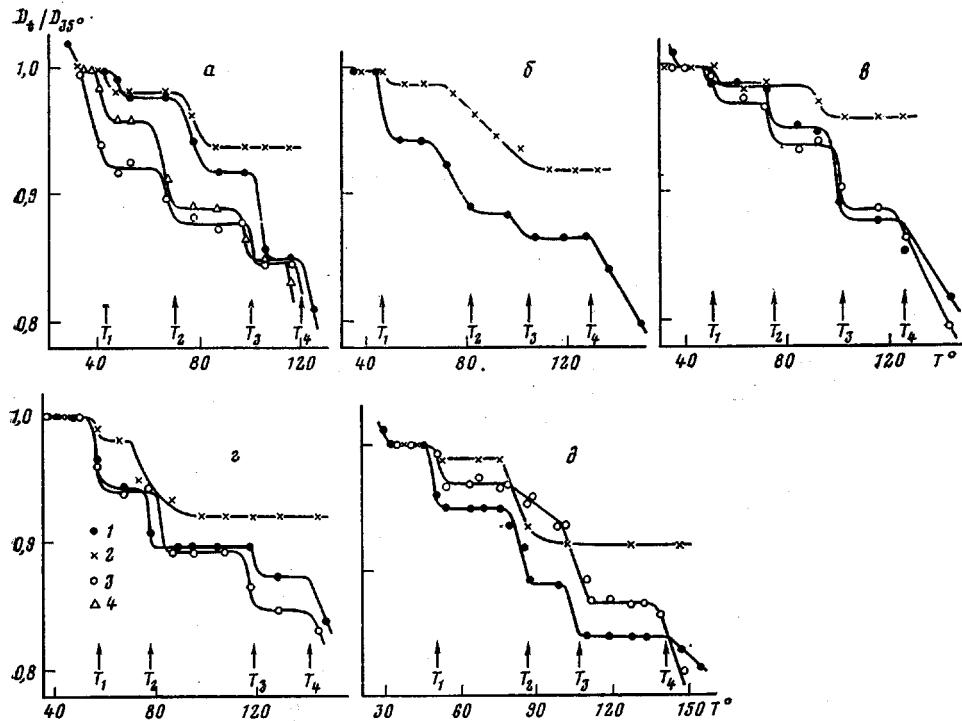


Рис. 2. Температурные зависимости относительной интенсивности полос поглощения при  $2236\text{ см}^{-1}$  (1),  $2846\text{ см}^{-1}$  (2),  $967\text{ см}^{-1}$  (3) и  $910\text{ см}^{-1}$  (4) для СКН-18М, (а), СКН-26М (б), СКН-40М (в), СКН-50АСМ (г), СКН-50А (д). Скорость нагревания  $0,1\text{--}0,2$  град/мин

полосы при  $2236\text{ см}^{-1}$  по сравнению с первоначальной (кроме СКН-40М и СКН-50АСМ) и к сдвигу релаксационных переходов в сторону более высоких температур (рис. 3). Наиболее сильное увеличение интенсивности этой полосы поглощения после отжига наблюдается в случае СКН-50А с чередующимся характером распределения мономерных звеньев. Различие в температурном поведении полосы при  $2236\text{ см}^{-1}$  в ИК-спектрах образцов СКН-50АСМ и СКН-50А с практически одинаковым содержанием, но с разным характером распределения нитрилакрильных звеньев проявляется не только при отжиге пленок. Степень изменения интенсивности этой полосы и величина температурных интервалов между релаксационными переходами в указанных образцах также различна (рис. 2 и 3). Наибольший температурный интервал ( $\sim 40^\circ$ ) между  $T_2$ - и  $T_3$ -переходами характерен для СКН-50АСМ. Интервал  $\sim 35^\circ$  для СКН-50А находится между  $T_3$  и  $T_4$ -переходами. Это позволяет допустить, что времена релаксации определенных структурных элементов полимерной матрицы зависят не только от содержания, но и от характера распределения нитрилакрильных звеньев по цепи.

Сопоставление температур релаксационных переходов для всех образцов СКН показывает, что первые три перехода происходят в достаточно узкой температурной области:  $T_1$ -переход наблюдается в области  $45\text{--}52^\circ$ ,  $T_2$  —  $70\text{--}85^\circ$ ,  $T_3$  —  $100\text{--}111^\circ$ , а  $T_4$  —  $115\text{--}141^\circ$  (рис. 2). Одновременно с уменьшением интенсивности полосы поглощения при  $2236\text{ см}^{-1}$  происходит сдвиг ее максимума до  $2231\text{ см}^{-1}$ , что указывает на изменение межмолекулярного взаимодействия в полимерной матрице с ростом температуры (рис. 4). Аналогичное смещение максимума полосы поглощения при  $2240\text{ см}^{-1}$  валентных колебаний связи  $C\equiv N$  наблюдали в ИК-спектрах ПАН, полиметакрилонитрила и сополимеров акрилонитрила со стиролом и метилметакрилатом в температурной области  $30\text{--}150^\circ$  [14].

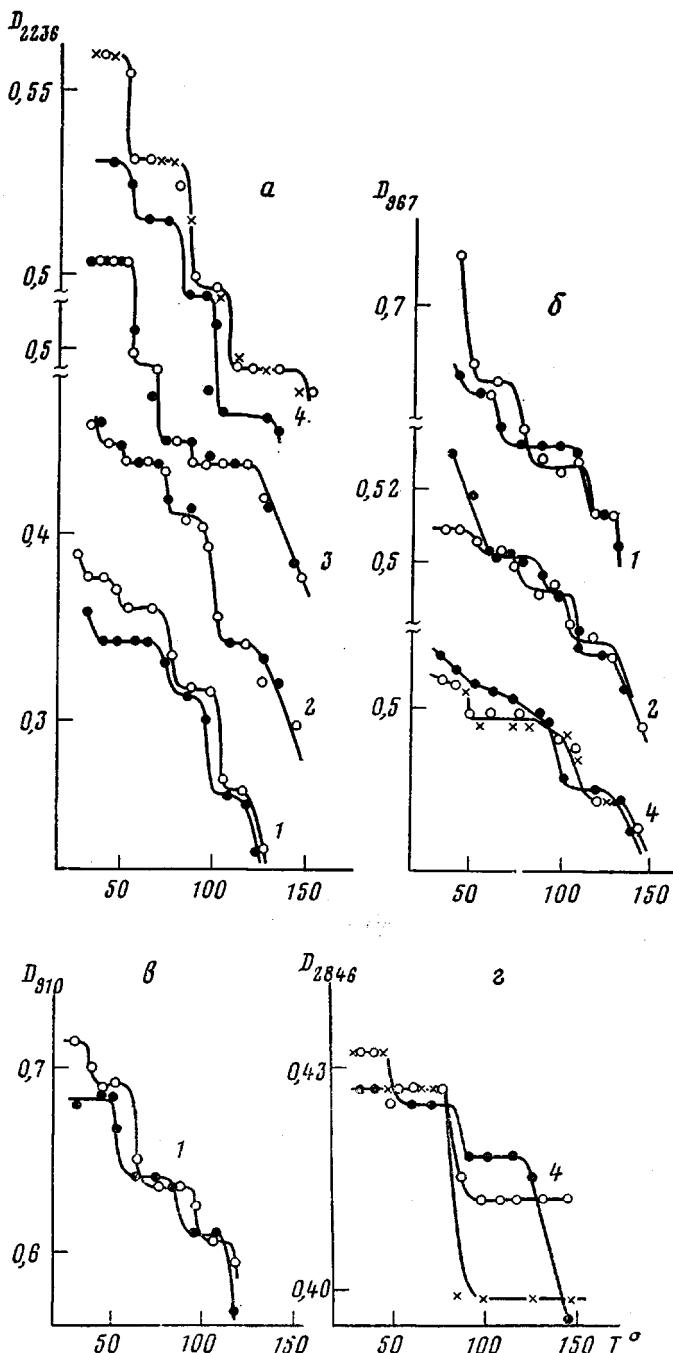


Рис. 3. Влияние отжига на изменение интенсивности полос поглощения при  $2236$  ( $a$ ),  $967$  ( $\delta$ ),  $910$  ( $\epsilon$ ) и  $2846$   $\text{см}^{-1}$  ( $\varepsilon$ ) для СКН-18М (1), СКН-40М (2), СКН-50АСМ (3) и СКН-50А (4). Темные точки — отжиг, светлые точки — первый цикл, крестики — второй цикл.

С целью выяснения причины множественных высокотемпературных релаксационных переходов в СКН проведем краткое сопоставление выше рассмотренных данных с литературными данными для ПАН и его сополимеров. Релаксационные переходы для ПАН обнаружены динамическим методом при  $105$  и  $140^\circ$  [21],  $90$  и  $140^\circ$  [22], двойным лучепреломлением при  $87$  и  $140^\circ$  [23], методом ИК-спектроскопии при  $90$  и  $120^\circ$

[14]. Сравнительное изучение механической релаксации в ПАН и его сополимере с метилвиниловым эфирем показало, что для ПАН характерны следующие релаксационные переходы: при  $79^\circ$   $\beta$ -переход в аморфной фазе, при  $99^\circ$  собственно температура стеклования и при  $157^\circ$  переход в полностью аморфное состояние [24]. Переход в области  $120-140^\circ$ , обнаруженный методом диэлектрических потерь, в ПАН и его сополимере с 2-оксиэтилметакрилатом авторы работы [21] связывают с проявлением

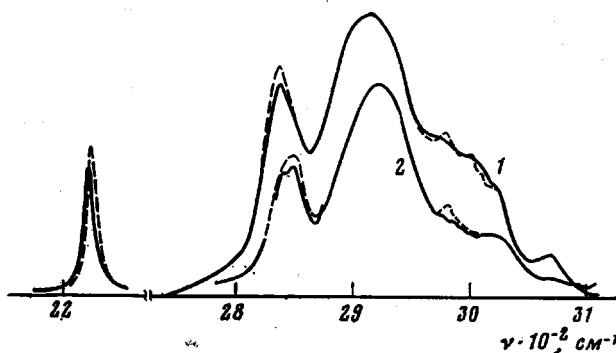


Рис. 4. ИК-спектры пленок СКН-26М (1) и СКН-50А (2) при 25 (штриховая линия) и 140° (сплошная линия) в области 2200–3100  $\text{cm}^{-1}$

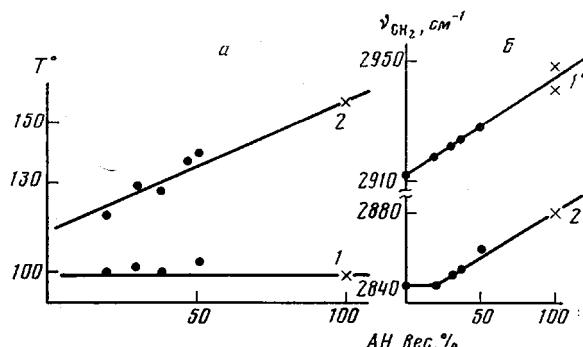


Рис. 5. Влияние содержания нитрилакрильных звеньев (АН) на температуры  $T_3$ - (1) и  $T_4$ -релаксационного перехода (2) (а) и положение максимума полос поглощения при 2846 и 2910  $\text{cm}^{-1}$  для колебания  $\nu_{\text{асим}}$  (1') и  $\nu_{\text{сим}}$  (2') (б). На рис. а крестиками отмечены точки, заимствованные из работы [31], а на рис. б – из работ [25, 26]

сегментальной подвижности макромолекул ПАН в аморфных областях. Краткий анализ литературных данных показывает, что для ПАН характерны переходы в области  $79$ ,  $99$  и  $157^\circ$ , температуры которых близки к наблюдаемым для СКН (рис. 2). Можно допустить, что  $T_3$ -переход в области  $\sim 100^\circ$  обусловлен проявлением кинетической жесткости цепи, содержащей нитрилакрильные звенья. Температура этого перехода практически не зависит от содержания нитрилакрильных звеньев (рис. 5) и соответствует температуре перехода в ПАН.  $T_4$ -релаксационный переход в СКН объясняется процессом ассоциации – диссоциации связей, образованных полярными нитрильными группами. Перестройка этих связей становится возможна после того, как реализуется кинетическая жесткость цепи с нитрилакрильными звеньями. Температура  $T_4$  линейно растет с содержанием нитрилакрильных звеньев в СКН (рис. 5).  $T_4$ -переход является переходом типа жидкость – жидкость.

Рассмотрим особенности изменения интенсивности полос поглощения бутадиеновых звеньев эластомеров с температурой. Температурная зави-

симость интенсивности полосы поглощения при  $967 \text{ см}^{-1}$  деформационных колебаний связи C—H транс-бутадиенового звена, как и полосы поглощения при  $2236 \text{ см}^{-1}$ , свидетельствует о четырех высокотемпературных релаксационных процессах в СКН. Характер температурной зависимости полосы  $967 \text{ см}^{-1}$  для СКН-50А отличается от наблюдаемого для остальных образцов СКН, что может быть связано с особенностью распределения нитрилакрильных звеньев по цепи (рис. 2).

Отжиг пленок СКН оказывает наиболее сильное влияние на изменение интенсивности полосы поглощения при  $967 \text{ см}^{-1}$  в области температур  $25\text{--}80^\circ$ . В результате отжига происходит уменьшение первоначальной интенсивности полосы в отличие от полосы поглощения при  $2236 \text{ см}^{-1}$ , а также сдвиг релаксационных переходов в область более высоких температур (рис. 3). Исключение составляет СКН-18М, имеющий наиболее длинные бутадиеновые блоки в рассмотренном ряду СКН [27], в ИК-спектрах которого наблюдается увеличение интенсивности полосы поглощения после отжига (рис. 3).

Следует отметить, что температурная зависимость интенсивности полосы поглощения при  $910 \text{ см}^{-1}$  деформационных колебаний связи C—H —CH=CH<sub>2</sub>-групп для СКН-18М также содержит четыре излома (рис. 2). Отжиг пленки СКН-18М приводит к увеличению первоначальной интенсивности этой полосы поглощения и к сдвигу релаксационных переходов в сторону более высоких температур (рис. 3).

Таким образом, данные по изменению интенсивности полос поглощения при  $2236$ ,  $967$  и  $910 \text{ см}^{-1}$  показывают, что независимо от содержания и типа распределения нитрилакрильных звеньев общий характер структурной релаксации этих эластомеров в области температур  $25\text{--}145^\circ$  аналогичен и включает четыре перехода. Степень изменения интенсивности этих полос поглощения во время высокотемпературных переходов различна, что указывает на неодинаковый вклад в них тех или иных групп эластомера. Например, для СКН-18М  $T_1$ -переход сопровождается резким уменьшением интенсивности полос поглощения при  $967$  и  $910 \text{ см}^{-1}$ , обусловленных колебаниями бутадиеновых звеньев, и лишь незначительным изменением интенсивности полосы поглощения при  $2236 \text{ см}^{-1}$  (колебания нитрилакрильных звеньев).  $T_2$  и  $T_3$ -переходы, наоборот, сопровождаются резким уменьшением интенсивности полосы поглощения при  $2236 \text{ см}^{-1}$  и незначительным уменьшением интенсивности полосы при  $967 \text{ см}^{-1}$ . Интенсивность полосы поглощения при  $910 \text{ см}^{-1}$  наиболее сильно изменяется с температурой во время  $T_2$ -перехода (рис. 2). Можно допустить, что  $T_1$ -переход обусловлен бутадиеновыми звеньями эластомера, тогда как  $T_3$ -переход — нитрилакрильными звеньями. Аналогично изменяется интенсивность полос поглощения при  $2236$  и  $967 \text{ см}^{-1}$  в случае СКН-40М, но степень их изменения иная, чем для СКН-18М (рис. 2). Принимая во внимание полученные температурные зависимости интенсивности ряда полос поглощения и влияние на них отжига, можно допустить, что в СКН-18М существуют бутадиеновые блоки, в СКН-26М и СКН-40М — блоки обоих видов, а СКН-50АСМ является статистическим сополимером.

Рассмотрим особенности температурных зависимостей интенсивности полос поглощения валентных колебаний CH<sub>2</sub>-групп бутадиеновых и нитрилакрильных звеньев. Следует отметить, что с ростом содержания нитрилакрильных звеньев в эластомерах происходит линейный сдвиг максимума полос поглощения симметричных ( $2838 \text{ см}^{-1}$ ) и антисимметричных ( $2910 \text{ см}^{-1}$ ) валентных колебаний CH<sub>2</sub>-групп (рис. 4, 5). Положение максимума полосы поглощения CH<sub>2</sub>-групп бутадиенового звена определяли по ИК-спектру каучука СКДЛ, который можно рассматривать как модель бутадиеновой части СКН. Интенсивность полосы поглощения в области  $2910 \text{ см}^{-1}$  с ростом температуры не изменяется, тогда как интенсивность полосы поглощения в области  $2846 \text{ см}^{-1}$  уменьшает-

ся (рис. 2 и 4). Таким образом, форма колебания в данном случае играет определенную роль. Характер температурной зависимости полосы поглощения при  $2846 \text{ см}^{-1}$  более простой, чем для полос поглощения при  $2236$  и  $967 \text{ см}^{-1}$ : она содержит два излома. Первый излом соответствует  $T_1$ -переходу на температурной зависимости интенсивности полос поглощения при  $2236$  и  $967 \text{ см}^{-1}$ . Ярко выраженный S-образный характер изменения интенсивности полосы поглощения при  $2846 \text{ см}^{-1}$  в области температур  $50-145^\circ$  соответствует  $T_2$ -переходу на температурной зависимости интенсивности полос поглощения при  $2236$  и  $967 \text{ см}^{-1}$ .  $T_2$  и  $T_4$ -релаксационные переходы на температурной зависимости интенсивности полосы поглощения при  $2846 \text{ см}^{-1}$  не проявляются, что может быть результатом как неравновесности полимерной системы, так и природы этой полосы поглощения. Характер изменения интенсивности полосы поглощения при  $2846 \text{ см}^{-1}$  позволяет считать, что наиболее сильное изменение гибкости макроцепи и межмолекулярного взаимодействия в бутадиен-нитрильных эластомерах происходит в области  $90-100^\circ$ , когда реализуется кинетическая жесткость цепи, содержащей нитрилакрильные звенья. Следует отметить, что аномальное поведение каучуков СКН в области температур  $80-100^\circ$  обнаружено при исследовании фрикционных [28] и реологических [29] свойств, что авторы связывают с разрушением исходной надмолекулярной структуры каучука.

Следует отметить, что отжиг оказывает более сильное влияние на изменение интенсивности полосы поглощения при  $2846 \text{ см}^{-1}$ , чем при  $2236$  и  $967 \text{ см}^{-1}$ . Если температурные зависимости интенсивности полосы поглощения при  $2236 \text{ см}^{-1}$ , характеризующие первый и второй циклы нагревания для отожженных полимерных пленок, удовлетворительно совпадают, то для полосы поглощения при  $2846 \text{ см}^{-1}$  это не всегда наблюдается. Наиболее ярко это отличие проявляется в случае СКН-50А (рис. 3), что не является неожиданным. Чередование *транс*-бутадиеновых звеньев между малоподвижными в данной температурной области нитрилакрильными звеньями затрудняет конформационную перестройку цепи в целом с изменением температуры. С ростом расстояния между отдельными нитрилакрильными звеньями или их блоками этот релаксационный процесс происходит быстрее и более полно. Очевидно, в СКН-50А равновесная структура устанавливается наиболее медленно, чем в остальных СКН.

Проведенный анализ ИК-спектров показывает, что изменение межмолекулярного взаимодействия в полимерной матрице с температурой, которое в основном определяется наличием сильнополярных нитрильных групп, сопровождается конформационной перестройкой бутадиеновой части эластомера. Содержание и характер распределения нитрилакрильных звеньев влияют лишь на скорость установления термодинамического равновесия в эластомерах (рис. 3).

Основной причиной множественных релаксационных переходов в СКН как в области стеклования, так и при температурах выше температуры стеклования является, очевидно, наличие в макромолекулах гибкого *транс*-1,4-полибутадиена отдельных звеньев и (или) блоков жесткоцепного ПАН. Переход при  $-50^\circ$  характеризует кинетическую гибкость участков цепи *транс*-1,4-полибутадиена, удаленных от нитрилакрильных звеньев, и при  $-30^\circ$  — гибкость бутадиеновых звеньев, граничащих с нитрилакрильными звеньями.  $T_3$ -переход в СКН, температура которого соответствует температуре стеклования гомополимера ПАН (рис. 5), позволяет считать, что высокое значение кинетической жесткости цепи ПАН влияет на характер релаксации эластомера, что согласуется с данными работ [28, 29].  $T_2$ -релаксационный переход в отличие от  $T_4$  обусловлен перестройкой слабых физических связей — водородных связей между нитрилакрильными группами и атомами водорода бутадиеновых звеньев. Таким образом, существование  $T_{2-}$ ,  $T_{3-}$  и  $T_4$ -переходов

в СКН связано с наличием нитрилакрильных звеньев.  $T_g$ -переход обусловлен собственно бутадиеновой частью эластомера. Составление данных работы [5] и ИК-спектроскопии показывает, что температуры множественных высокотемпературных переходов для спищих и неспищих СКН удовлетворительно согласуются. Очевидно, образование химических поперечных связей в полимере не приводит к вырождению ни одного из четырех рассмотренных переходов.

Можно ожидать, что введение в макромолекулы гибкоцепного полимера фрагментов (звеньев, блоков) жесткоцепного полимера (или наоборот) может приводить к появлению минимум трех дополнительных релаксационных переходов: перехода, связанного с влиянием жестких фрагментов на кинетическую гибкость граничащих с ним звеньев гибкоцепного полимера (область стеклования); перехода, обусловленного проявлением кинетической жесткости полимера, фрагменты которого введены в цепь; перехода жидкость — жидкость в связи с реализацией предыдущего перехода (высокотемпературная область). Другими словами, различие в кинетической гибкости цепи полимеров, фрагменты которых использованы при построении макромолекулы нового полимера, проявляется в особенностях релаксационного спектра этого полимера в виде низко- и высокотемпературных переходов. Различием в кинетической гибкости цепей гомополимеров, звенья которых образуют молекулы эластомера, можно объяснить хорошо известный факт: некоторые каучуки (СКН-40, СКС-30, СКМС-30) сохраняют гибкость и способность к большим деформациям до очень низких температур, в то время как морозостойкие каучуки, например натуральный каучук, имеют очень небольшой интервал вынужденной эластичности [32].

## ЛИТЕРАТУРА

- Лебедев В. П. Успехи химии, 1978, т. 47, вып. 1, с. 127.
- Аржаков С. А., Бакеев Н. Ф., Кабанов В. А. Высокомолек. соед. А, 1973, т. 15, № 5, с. 1154.
- Бекичев В. И. Высокомолек. соед. А, 1975, т. 17, № 1, с. 210.
- Аскадский А. А., Китайгородский А. И., Слонимский Г. Л. Высокомолек. соед. А, 1975, т. 17, № 10, с. 2293.
- Бартенев Г. М. Структура и релаксационные свойства эластомеров. М.: Химия, 1979.
- Овандер Л. Н. Оптика и спектроскопия, 1961, т. 11, № 1, с. 129; 1962, т. 12, № 4, № 4, с. 711.
- Бакшиев Н. Г. Спектроскопия межмолекулярных взаимодействий. М.: Химия, 1972.
- Бажулин П. А., Бекмедова Н. Г. Вестник МГУ. Серия физич., 1964, с. 50.
- Лисица М. И., Халимонова И. Н. Оптика и спектроскопия, 1961, т. 11, № 2, с. 332.
- Новак И. И. Ж. техн. физики, 1954, т. 24, № 1, с. 19.
- Сухов Ф. Ф., Ильинцева З. Ф., Словохотова Н. А. Высокомолек. соед. Б, 1967, т. 9, № 5, с. 851.
- Берштейн В. А., Петкевич М. З., Разгуляева Л. Г., Степанова В. А. Высокомолек. соед. А, 1978, т. 20, № 12, с. 2681.
- Alter H., Hsiao H. J. Polymer Letters, 1968, v. 6, № 2, p. 363.
- Fukawa K. Chem. Abstr., 1964, v. 61, p. 15540.
- Веттегренъ В. И., Древаль И. В., Корсунов В. Е., Новак И. И. Высокомолек. соед. Б, 1970, т. 12, № 9, с. 680.
- Никитина О. А., Словохотова Н. А., Каргин В. А. Высокомолек. соед. А, 1970, т. 12, № 7, с. 1514.
- Hannan M. J., Koenig J. L. J. Polymer Sci. A-2, 1969, v. 7, № 4, p. 1085.
- Исаева Н. А., Фихтенгольц В. С., Красикова В. М. Методы исследования эластомеров. М.: Химия, 1974.
- Сухов Ф. Ф., Словохотова Н. А. Ж. прикладной спектроскопии, 1968, т. 9, № 1, с. 167.
- Хаслам Дж., Виллис Г. А. Идентификация и анализ полимеров. М.: Химия, 1971.
- Schmieder K., Wolf K. Kolloid Z., 1953, B. 134, № 1, S. 149.
- Kimmel R. M., Andrew R. D. J. Appl. Phys., 1965, v. 36, № 6, p. 3063.
- Andrews R. D., Kimmel R. M. J. Polymer Sci., 1965, v. 3, № 1, p. 167.
- Kenyon A. S., Rayford C. J. J. Appl. Polymer Sci., 1979, v. 23, № 3, p. 717.
- Jasse B., Koenig J. Z. J. Macromolec. Sci., 1979, v. 11, № 1, p. 61.

26. Yamadera R., Tadokoro H. J. Chem. Phys., 1964, v. 41, № 5, p. 1233.  
27. Поддубный И. Я., Подалинский А. В. Высокомолек. соед. А, 1969, т. 11, № 1, с. 400.  
28. Бартенев Г. М., Стыран З. Е. Высокомолек. соед., 1959, т. 1, № 3, с. 978.  
29. Bartenev G. M. Plaste und Kautschuk, 1970, B. 10, № 10; S. 727.  
30. Ambler M. R. J. Polymer Sci. Polymer Chem. Ed., 1973, v. 11, № 7, p. 1505.  
31. Jorgensen A. H., Chandler A. A., Collins E. A. Rubber Chem. and Technol., 1973, v. 46, № 4, p. 1087.  
32. Тагер А. А. Физикохимия полимеров. М.: Химия, 1978, с. 187.

Московский институт тонкой  
химической технологии  
им. М. В. Ломоносова

Поступила в редакцию  
8.VII.1980

ON HIGH-TEMPERATURE RELAXATIONAL TRANSITIONS  
IN BUTADIENE-NITRILE RUBBERS

Sokolova L. V., Dantchenko A. V.

S u m m a r y

The temperature dependences of the range of absorption bands of IR-spectra of non-cross-linked butadiene-nitrile elastomers have been studied. Four relaxational transitions in the 25-145° temperature range were observed. The features of these transitions are discussed.