

678.742 + 541.182

КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ РАСТВОРЫ ПОЛИМЕРОВ

III. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ РАСТВОРОВ ПОЛИИЗОБУТИЛЕНА
В РАЗНЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ*А. А. Тагер, В. Е. Древаль, Ф. А. Хасина*

Реологические свойства концентрированных растворов полимеров представляют большой интерес как с теоретической, так и с практической точек зрения. Однако, если изучению вязкости разбавленных растворов посвящено большое число работ, то вязкость концентрированных растворов полимеров изучена весьма недостаточно. Известно всего несколько работ [1—4], в которых определены вязкости во всей области концентраций от чистого полимера до чистого растворителя, причем исследования проводились только в одном растворителе.

Влияние природы растворителя на вязкость концентрированных растворов изучено также в нескольких работах и в довольно узком концентрационном интервале [5—7].

Задачей данной работы явилось исследование вязкости растворов полиизобутилена в диапазоне концентраций от чистого растворителя до чистого полимера в зависимости от природы растворителя.

Экспериментальная часть

В качестве объектов исследования был взят нефракционированный полиизобутилен со средневязкостным молекулярным весом $1,2 \cdot 10^6$. В качестве растворителей были выбраны шесть жидкостей, отличающихся своей химической природой: изооктан (2, 2, 4-триметилпентан) циклогексан, толуол, декалин, четыреххлористый углерод и бутилпропионат.

В зависимости от концентрации растворов коэффициенты вязкости определяли тремя методами: истечением из капилляра, при помощи ротационного вискозиметра и сдвигового пластометра. При работе на последних двух приборах мы пользовались методикой, разработанной Ребиндером и Чумаковой [4]. В работе указанных авторов был установлен диапазон напряжений, в котором вязкость полиизобутилена и его растворов не зависела от скорости сдвига; было показано, что этот диапазон расширяется в сторону больших скоростей по мере разбавления раствора. В данной работе скорости сдвига были примерно на порядок меньше по сравнению с [4]. Так, было установлено, что коэффициент вязкости чистого полиизобутилена при 20° постоянен в интервале градиентов скоростей сдвига $4,7 \cdot 10^{-8} - 4,4 \cdot 10^{-7}$ сек^{-1} или при напряжениях сдвига от $3,1 \cdot 10^3$ дин/см² до $2,9 \cdot 10^4$ дин/см². Вязкость раствора полиизобутилена концентрации 0,2 весовой доли полимера остается постоянной в интервале градиентов скоростей сдвига от $1,2 \cdot 10^{-4} - 6 \cdot 10^{-4}$ сек^{-1} . При работе с капиллярными вискозиметрами диаметры капилляров подбирались таким образом, что время истечения растворов составляло 400—500 сек, при этом максимальные градиенты скоростей сдвига составляли $10^{-2} - 10^{-3}$ сек^{-1} (при таких временах истечения мы считали возможным пренебречь поправкой на кинетическую энергию).

Таким образом, при работе на всех приборах мы имели дело с очень малыми скоростями сдвига. Поэтому мы полагали, как это принято [3—8], что коэффициенты вязкости при таких скоростях сдвига близки к значениям коэффициентов вязкости при нулевой скорости сдвига.

В работе уделялось большое внимание приготовлению образцов концентрированных растворов. Образцы для испытания на пластометре в виде набухших пластин го-

тоги путем выпаривания менее концентрированных растворов в металлических кюветах до требуемой концентрации. Образцы растворов для испытания на ротационном вискозиметре готовили растворением навески полимера в соответствующем количестве растворителя, необходимом для получения раствора заданной концентрации непосредственно в цилиндре прибора. Все образцы выдерживали в эксикаторах не менее трех-четырех недель до испытания для равномерного распределения в них растворителя.

В отдельных случаях время выдержки достигало полутора-двух месяцев. Путем неоднократных взвешиваний концентрация образцов контролировалась с точностью до 0,003 весовых долей полимера.

Измерение вязкости раствора данной концентрации при разных температурах осуществлялось на одном и том же образце. При переходе от одной температуры испытания к другой образец выдерживали при новой температуре перед началом испытаний около 4 час.

В отдельных опытах было показано, что такое время выдержки достаточно для получения воспроизводимых результатов. Измерения производили при температурах 20, 35 и 50°; температуру в каждом опыте поддерживали с точностью $\pm 0,1^\circ$.

Вязкость растворов полизобутилена в разных растворителях при 20°

Изооктан		Толуол		Бутилпропионат	
ω_2	коэффициент вязкости, пузы	ω_2	коэффициент вязкости, пузы	ω_2	коэффициент вязкости, пузы
0,068	$1,02 \cdot 10$	0,053	$0,82 \cdot 10$	0,549	$1,17 \cdot 10^7$
0,097	$7,10 \cdot 10$	0,075	$4,36 \cdot 10$	0,608	$3,76 \cdot 10^7$
0,200	$4,94 \cdot 10^3$	0,101	$3,90 \cdot 10^2$	0,661	$7,11 \cdot 10^7$
0,330	$1,45 \cdot 10^5$	0,202	$1,00 \cdot 10^4$	0,749	$3,90 \cdot 10^8$
0,385	$3,40 \cdot 10^5$	0,302	$8,80 \cdot 10^4$	0,775	$5,30 \cdot 10^8$
0,420	$6,15 \cdot 10^5$	0,426	$7,34 \cdot 10^5$		
0,535	$3,70 \cdot 10^6$	0,536	$5,30 \cdot 10^6$		
0,603	$1,30 \cdot 10^7$	0,610	$1,75 \cdot 10^7$		
0,695	$7,30 \cdot 10^7$	0,718	$6,90 \cdot 10^7$		
0,805	$5,70 \cdot 10^8$	0,828	$7,00 \cdot 10^8$		
0,000	$6,50 \cdot 10^{10}$	0,922	$1,08 \cdot 10^{10}$		

Циклогексан		Декалин		Четыреххлористый углерод	
ω_2	коэффициент вязкости, пузы	ω_2	коэффициент вязкости, пузы	ω_2	коэффициент вязкости, пузы
0,057	$2,38 \cdot 10$	0,100	$1,70 \cdot 10^3$	0,019	$0,316 \cdot 10$
0,107	$6,40 \cdot 10^2$	0,202	$7,40 \cdot 10^4$	0,050	$3,70 \cdot 10^2$
0,204	$1,75 \cdot 10^4$	0,303	$1,10 \cdot 10^6$	0,110	$1,30 \cdot 10^4$
0,300	$1,60 \cdot 10^5$	0,410	$8,70 \cdot 10^6$	0,227	$3,50 \cdot 10^5$
0,368	$6,30 \cdot 10^5$	0,497	$3,20 \cdot 10^7$	0,272	$1,40 \cdot 10^6$
0,448	$3,10 \cdot 10^6$	0,601	$1,72 \cdot 10^8$	0,380	$8,00 \cdot 10^6$
0,570	$4,07 \cdot 10^7$	0,695	$6,74 \cdot 10^8$	0,500	$7,00 \cdot 10^7$
0,628	$7,84 \cdot 10^7$	0,760	$2,00 \cdot 10^9$	0,570	$2,24 \cdot 10^8$
0,736	$4,17 \cdot 10^8$			0,635	$7,24 \cdot 10^8$
0,785	$1,20 \cdot 10^9$			0,710	$2,03 \cdot 10^9$
0,850	$3,46 \cdot 10^9$			0,845	$1,26 \cdot 10^{10}$

Экспериментальные данные для концентрированных растворов выражались кривой зависимости деформации сдвига от времени, полученной при постоянном деформирующем напряжении. У растворов с $\eta > 10^5$ пуз в начальном периоде развивалась высокоэластическая деформация, что выражалось выпуклым по отношению к оси ординат отрезком кривой $E = f(t)$. Для растворов с коэффициентом вязкости $\eta < 10^5$ пуз при использованных напряжениях развития эластической деформации не наблюдалось: с самого начала происходило линейное развитие деформации во времени. В отдельных опытах производились наблюдения за самопроизвольным сокращением образцов. Величина остаточной деформации, наблюдающаяся после сокращения, совпадала с отрезком ординаты обычно принимаемым за деформацию течения. Поэтому мы считали, что прямолинейный участок кривой $E = f(t)$ представляет изменение

во времени только деформации течения dE_t/dt . Коэффициент вязкости рассчитывали по уравнению

$$\eta = \frac{\sigma_t}{dE_t/dt} \cdot \quad (1)$$

где σ_t — напряжение сдвига.

Параллельные опыты всегда хорошо воспроизводились; ошибка в определении вязкости не превышала 5%.

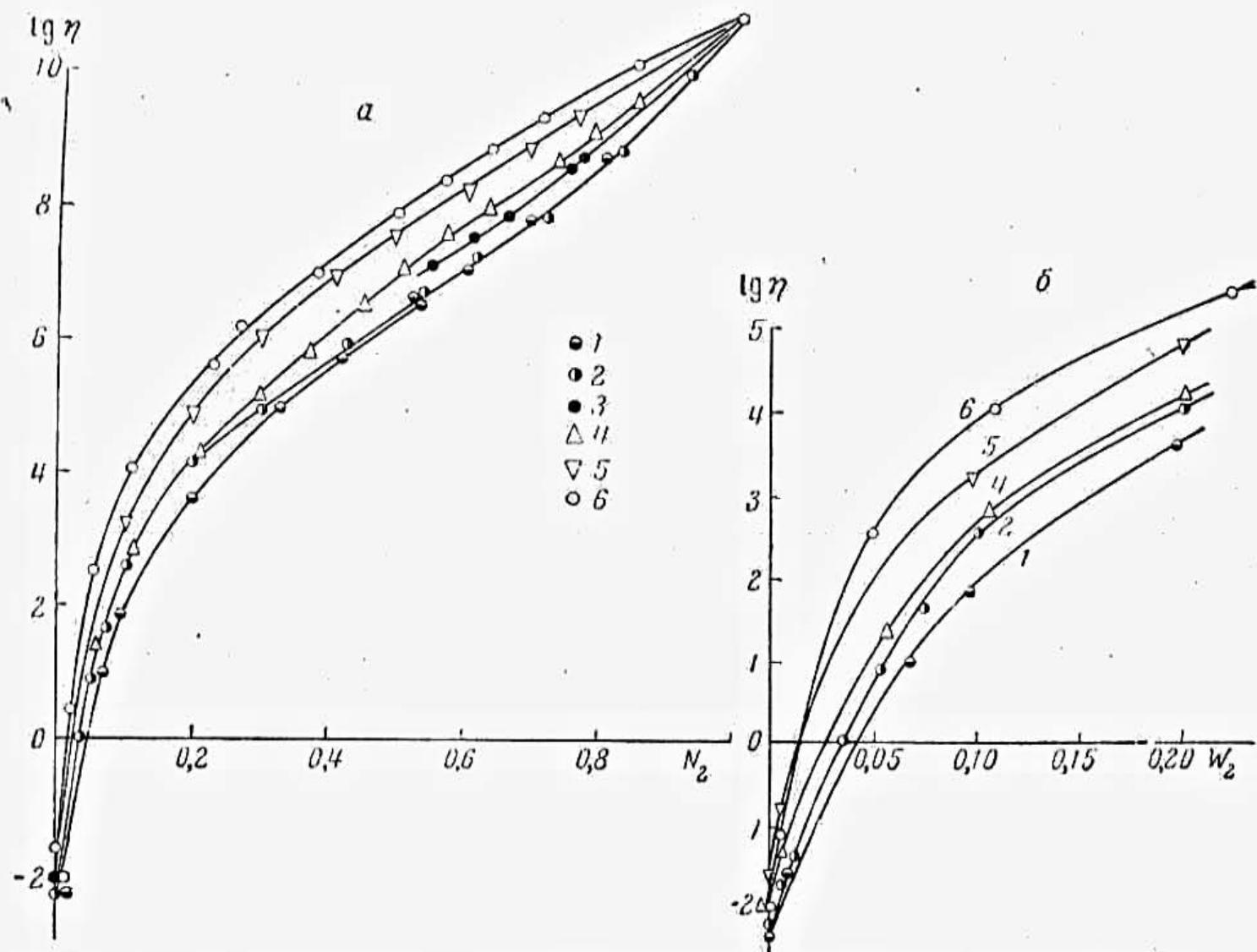


Рис. 1, а, б. Зависимость логарифма вязкости растворов полизобутиленов от весовой доли полимера при 20°:
1 — изооктан; 2 — толуол; 3 — бутилпропионат; 4 — циклогексан; 5 — декалин;
6 — четыреххлористый углерод

В таблице и на рис. 1 представлена зависимость логарифма вязкости растворов от концентрации, выраженной в весовых долях, при 20°. Как видно из рисунков, при переходе от растворителя к полимеру вязкость возрастает примерно на 13 порядков. Вид концентрационных кривых вязкости аналогичен виду кривой, полученной в работе [4], и не зависит от природы растворителя, которая оказывает большое влияние на абсолютное значение коэффициентов вязкости. Наибольшее различие коэффициентов вязкости наблюдается в интервале концентраций от $\omega_2 = 0,005—0,1$ (рис. 1, б). Так, например, при $\omega_2 = 0,08$ коэффициент вязкости в четыреххлористом углероде в 130 раз больше, чем в изооктане. В более концентрированных растворах кривые $\lg \eta = f(\omega_2)$ для растворов в разных растворителях сближаются, но значительное различие в вязкостях (в 20—40 раз) сохраняется вплоть до предельно высоких концентраций.

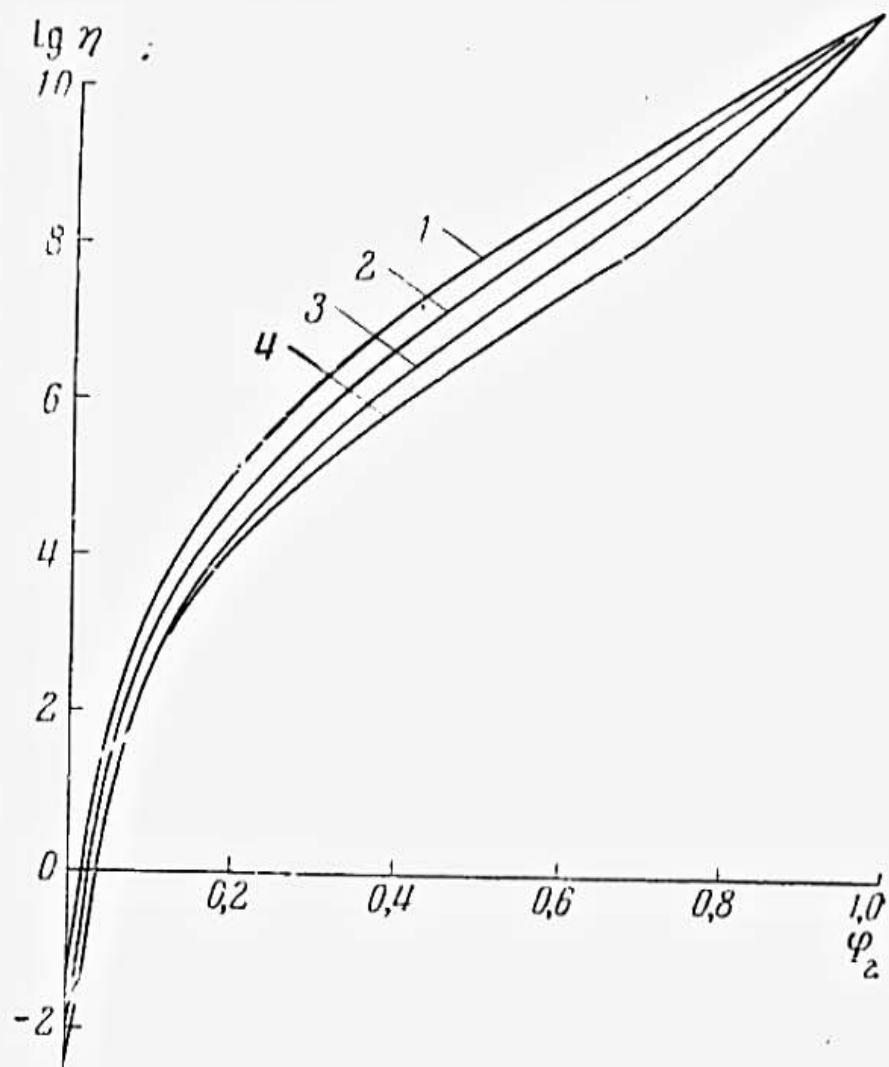
Мы уже останавливались на том, что свойства растворов полимеров в разных растворителях следует сравнивать при одинаковых объемных или мольных долях [9]. На рис. 2 представлена зависимость $\lg \eta$ от объемной доли полимера. Из сравнения рис. 1 и 2 следует, что общий характер концентрационной зависимости вязкости не зависит от способа выражения концентрации (такой же характер имеют кривые и при двух других температурах). При выражении концентрации в объемных долях концен-

трационные кривые в разных растворителях сближаются. Так, при 20° вязкости растворов максимально отличаются друг от друга в 10—12 раз.

Порядок расположения растворителей на рис. 2 и 1 разный. При одинаковых объемных долях наибольшая вязкость наблюдается в растворах в декалине (кривая 1); ниже расположена кривая для раствора в циклогексане (кривая 2). Вязкости растворов в CCl_4 и изооктане почти во всей области концентраций совпадают (кривая 3). В области концентраций от $\varphi_2 = 1$ до $\varphi_2 = 0,5$ на эту же кривую ложатся точки для системы полизобутилен—бутилпропионат. Ниже всех проходит кривая 4 для раствора полизобутилена в толуоле.

Рис. 2. Зависимость логарифма вязкости растворов полизобутилена от объемной доли полимера:

1 — декалин; 2 — циклогексан; 3 — изооктан, четыреххлористый углерод и бутилпропионат; 4 — толуол



На рис. 3 представлена зависимость логарифма вязкости от величины обратной температуры. В исследуемом диапазоне температур зависимость $\lg \eta = f(1/T)$ линейная для всех растворов. На основании такого рода прямых были вычислены теплоты активации вязкого течения для всех исследованных систем.

При расчете мы исходили из уравнения

$$\eta = Ae^{\Delta G_{\text{в}}/RT}, \quad (2)$$

где η — коэффициент вязкости, T — температура опыта в градусах Кельвина, R — газовая постоянная, равная 1,987 кал/моль·град, A — постоянная и $\Delta G_{\text{в}}$ — свободная энергия активации вязкого течения.

Уравнение (2) может быть записано в несколько иной форме

$$\eta = Ae^{\Delta H_{\text{в}} - T\Delta S_{\text{в}}/RT} = Ae^{-\Delta S_{\text{в}}/R} \cdot e^{\Delta H_{\text{в}}/RT}, \quad (3)$$

где $\Delta H_{\text{в}}$ — теплота активации и $\Delta S_{\text{в}}$ — энтропия активации вязкого течения. Из уравнения (3) видно, что от температуры зависит только последний множитель, следовательно,

$$\eta = A'e^{\Delta H_{\text{в}}/RT}, \quad (4)$$

где $A' = Ae^{\Delta S_{\text{в}}/R}$.

Таким образом, из зависимости $\lg \eta = f(1/T)$ может быть определена теплота активации вязкого течения $\Delta H_{\text{в}}$.

Зависимость теплот активации от концентрации, выраженной в объемных долях, для четырех растворов приведена на рис. 4. Из рисунка следует, что теплота активации вязкого течения зависит от концентрации раствора и возрастает от значений 1,9—2,9 ккал/моль для чистого раствора

рителя до 16,1 ккал/моль для полизобутилена. При этом, в противоположность данным Ферри [6], полученным им для растворов полизобутилена в более узком концентрационном интервале, из рис. 4 следует нелинейный характер зависимости $\Delta H_a = f(\varphi_2)$. Из рис. 4 также видно, что теплота активации вязкого течения зависит от природы растворителя. Выше всех проходит кривая для циклогексана и ниже — для толуола.

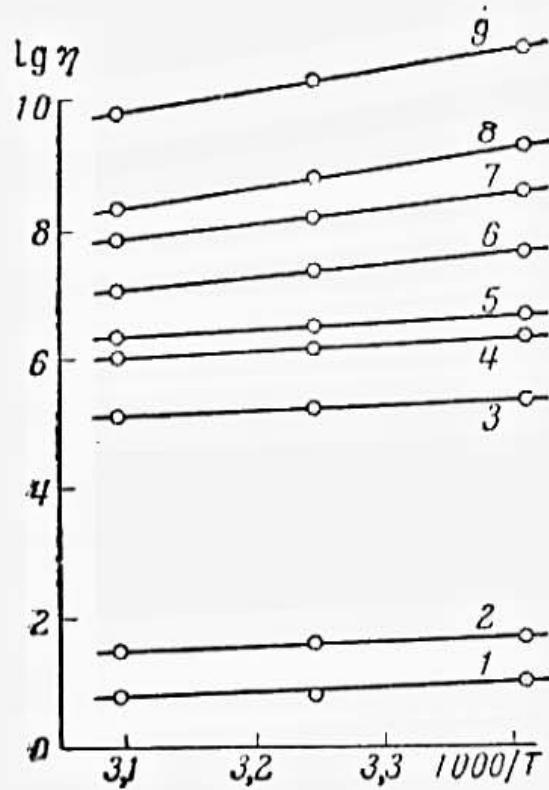


Рис. 3

Рис. 3. Зависимость логарифма вязкости растворов полизобутилена в толуоле от величины обратной температуры:

Объемные доли полимера: 1—0,051; 2—0,072; 3—0,326; 4—0,452; 5—0,517; 6—0,676; 7—0,763; 8—0,851; 9—1,000

Рис. 4. Зависимость теплоты активации течения от объемной доли полимера:
1 — толуол; 2 — изооктан; 3 — четыреххлористый углерод; 4 — циклогексан

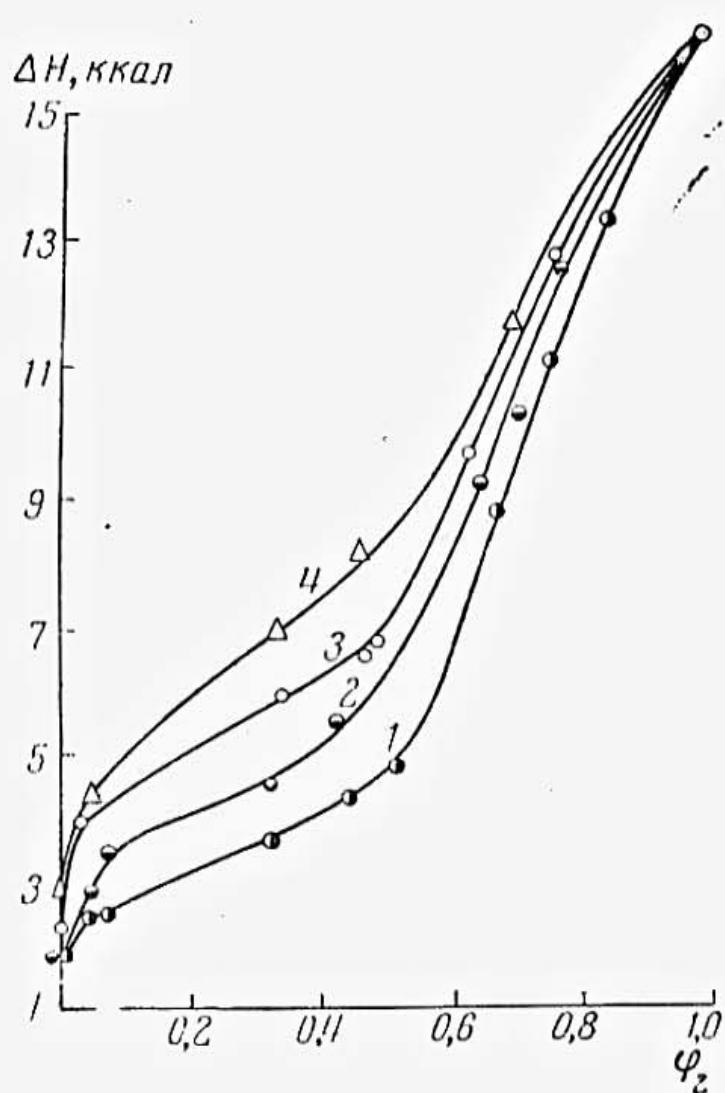


Рис. 4

Обсуждение результатов

Приведенные данные свидетельствуют о влиянии растворителя как на вязкость растворов полизобутилена, так и на теплоты активации. Обращает на себя внимание тот факт, что наибольшее значение вязкости и теплоты активации наблюдается в растворах в декалине, т. е. в растворителе, который сам обладает большой вязкостью и теплотой активации (η декалина = 2,60 cP); наименьшее значение вязкости наблюдается в наименее вязком растворителе (η толуола = 0,59 cP). Но вязкость растворителей отличается в 4—5 раз, а вязкость соответствующих растворов в 10—12 раз. Вязкость CCl_4 больше вязкости изооктана в 2 раза, а растворы в обоих растворителях имеют одинаковую вязкость. Следовательно, различие в вязкости растворов полизобутилена связано с вязкостью растворителя, но не сводится к этому.

Причину различия вязкости концентрированных растворов полимеров, так же как и разбавленных, следует искать в разном взаимодействии компонентов. В разбавленных растворах взаимодействие полимера с растворителем влияет на размер полимерного клубка и, следовательно, на вязкость. В концентрированных растворах вследствие взаимодействия между макромолекулами цепи не сворачиваются в клубки. Наоборот, с увеличением концентрации раствора клубки разворачиваются, и распрымленные цепи укладываются в пачки [10]. Каждой концентрации

раствора соответствует своя степень распрямленности цепей и упорядоченности пачек. Такие растворы следует рассматривать, подобно растворам низкомолекулярных веществ, как единую многокомпонентную систему, в которой при течении перемещаются молекулы растворителя и цепи полимера.

Однако, если течение низкомолекулярных жидкостей в основном связано с преодолением сил взаимодействия, т. е. с теплотой активации [11], то вязкость полимеров и их концентрированных растворов зависит как от теплоты, так и от энтропии активации [10].

Набухание и растворение полимера сопровождается раздвижением его цепей и их взаимодействием с молекулами растворителя. Это взаимодействие может быть больше, меньше или равно взаимодействию между цепями полимера. Последний случай наблюдается в атермических системах, например, в системе полизобутилен—изооктан [12]. Теплота растворения в этой системе равна нулю, т. е. межмолекулярное взаимодействие при растворении не меняется. Казалось бы, можно ожидать отсутствия концентрационной зависимости теплот активации. Однако даже в атермической системе теплота активации изменяется с концентрацией полимера от 1,9 до 16,1 ккал (рис. 4), т. е. в 8 раз. Принято считать, что теплоты активации полимеров близки к теплотам активации низкомолекулярных жидкостей. В связи с этим следует подчеркнуть, что увеличение теплоты активации в 8 раз означает возрастание вязкости на 10,5 порядков (уравнение 3). В действительности вязкость полизобутилена отличается от вязкости изооктана на 15 порядков, что обязано не только теплоте активации, но энтропии активации, которая, по-видимому, больше энтропии активации низкомолекулярных жидкостей.

Из рассмотрения атермической системы вытекает, что при переходе от гидрированного мономера к полимеру вязкость возрастает очень сильно, а межмолекулярное взаимодействие не изменяется, т. е. высокая вязкость полимеров не обусловлена особыми межмолекулярными силами. Это отчетливо видно также из рассмотрения неатермических систем. Так, при растворении полизобутилена как в CCl_4 , так и в толуоле поглощается тепло, т. е. ослабляется межмолекулярное взаимодействие. При объемной доле $\phi_2 = 0,7$ теплота растворения полизобутилена в толуоле $\Delta H = +0,97 \text{ кал/г}$ полимера, а в $\text{CCl}_4 \Delta H = 2,09 \text{ кал/г}$ полимера [12]. При этом вязкость раствора в CCl_4 больше, чем в изооктане, а в толуоле — меньше. Из этих данных следует, что вязкость концентрированных растворов полимеров непосредственно не определяется силами взаимодействия между полимером и растворителем.

Вязкость разбавленных полимерных растворов часто сопоставляют со средством полимера к растворителю. Нетрудно показать, что значение вязкости концентрированных растворов полизобутилена не зависит от средства к растворителю, которое может быть количественно оценено разностью изобарно-изотермических потенциалов (ΔG или $\Delta \bar{G}_i$). Бутилпропионат — плохой растворитель полизобутилена, ΔG_1 близко к нулю [9]; в нем полизобутилен только ограниченно набухает. Однако в области неограниченного смешения (от $\phi_2 = 1$ до $\phi_2 \approx 0,5$) вязкость растворов полизобутилена в бутилпропионате такая же, как растворов в CCl_4 и изооктане — растворителях, имеющих большое термодинамическое средство к этому полимеру.

Нам представляется, что различие в вязкости растворов обусловлено разной гибкостью цепных макромолекул в присутствии разных растворителей, т. е. различным числом их конформаций. Гибкая цепь перемещается легче, чем жесткая, следовательно, чем гибче цепь, тем вязкость меньше.

Если бы гибкость цепей полизобутилена оставалась во всех растворителях неизменной, то при одинаковых объемных долях в растворе следовало ожидать одинакового числа конформаций, т. е. одинаковой вязкости [10]. Тот факт, что вязкости эквивалентных растворов различны,

чаются, свидетельствует о том, что цепи полизобутилена в разных растворителях изгибаются по-разному. Это утверждение хорошо согласуется с данными энтропий смешения, полученными двумя из нас [9]. По величинам парциальных энтропий смешения растворители полизобутилена располагаются в ряд: $\Delta\bar{S}_1$ толуола $>$ ΔS_1 CCl_4 $>$ $\Delta\bar{S}_1$ изооктана $>$ $\Delta\bar{S}_1$ циклогексана.

Это означает, что наибольшее число конформаций цепи полизобутилена принимают в толуоле, наименьшее — в циклогексане. Поэтому вязкость растворов в толуоле значительно меньше, чем в циклогексане.

Подводя итог всему вышеизложенному, можно сделать вывод, что вязкость концентрированных растворов полимеров определяется двумя факторами: а) вязкостью растворителя и б) гибкостью цепи в данном растворителе.

Сравним некоторые растворители. 1. Циклогексан и толуол. Вязкость толуола почти в 2 раза меньше вязкости циклогексана. Цепи полизобутилена более гибкие в толуоле и менее гибкие в циклогексане. Поэтому вязкость толуольных растворов значительно меньше, чем циклогексановых.

2. Изооктан и CCl_4 . Вязкость CCl_4 почти в 2 раза больше вязкости изооктана, но цепи полизобутилена в CCl_4 более гибкие, т. е. в этой системе указанные факторы взаимно компенсируют друг друга. Поэтому вязкости растворов в изооктане и в CCl_4 одинаковые.

Представляет интерес сопоставление данных о вязкости с данными о теплотах активации. Из вышеизложенных соображений следует, что чем гибче цепь, тем меньше сегмент * цепи, тем меньше теплота активации. Это подтверждается полученными данными (рис. 2 и 4). В циклогексане цепи наиболее жесткие и теплоты активации самые высокие. В толуоле цепи наиболее гибкие и теплоты активации самые низкие. Кривые для CCl_4 и изооктана занимают промежуточное положение. Таким образом, для растворов полимеров, так же как и для низкомолекулярных жидкостей, наблюдается взаимосвязь между величинами вязкости и теплот активации. При этом сами теплоты активации определяются не непосредственно энергией взаимодействия между полимером и растворителем (отсутствует корреляция между теплотами растворения и теплотами активации), а гибкостью цепи, т. е. величиной сегмента.

Из рис. 4 следует нелинейный характер зависимости теплот активации от объемной доли. Эта нелинейность, наблюдающаяся даже в атермической системе, свидетельствует об изменении величины сегмента цепи полимера с концентрацией. Разный наклон кривых $\Delta H_a = f(\varphi_2)$ в области разных концентраций может быть связан с распадом пачечной структуры полимера, однако, для окончательного суждения требуются дополнительные экспериментальные данные.

Выводы

1. Определена вязкость растворов полизобутилена в шести растворителях во всей области концентраций при температуре 20° и для четырех растворителей при температурах 20, 35 и 50°. Рассчитаны теплоты активации растворов во всей области концентраций.

2. Показано, что как вязкость растворов, так и теплоты активации разные в разных растворителях.

3. Установлено отсутствие корреляции между вязкостью раствора и сродством полизобутилена к данным растворителям.

4. Показано, что вязкость концентрированных растворов полизобутилена определяется вязкостью растворителя и гибкостью цепи полимера в этом растворителе. Чем меньше вязкость растворителя и чем гибче цепь, тем меньше вязкость раствора.

* Для полизобутилена кинетический и термодинамический сегменты равны [13].

5. Показана взаимосвязь между вязкостью раствора и теплотой активации; чем больше вязкость раствора, тем больше теплота активации, величина которой определяется не непосредственно энергией взаимодействия между полимером и растворителем, а размером сегмента цепи, т. е. ее гибкостью.

Уральский государственный
университет им. А. М. Горького

Поступила в редакцию
2 X 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. P. J. Flory, J. Phys. Chem., **46**, 870, 1942.
2. A. B. Bestul, H. V. Belcher, F. A. Quinn, J. Phys. Chem., **56**, 432, 1952.
3. F. Bueche, J. Appl. Phys., **26**, 738, 1955.
4. Л. В. Иванова-Чумакова, П. А. Ребиндер, Коллоидн. ж., **18**, 429, 1956.
5. J. D. Ferry, F. L. Foster, G. V. Browning, W. M. Sawyer, J. Colloid. Sci., **6**, 378, 1951.
6. M. F. Johnson, W. W. Evans, J. Jordan, J. D. Ferry, J. Colloid. Sci., **7**, 498, 1952.
7. J. D. Ferry, L. D. Grandine, D. C. Udy, J. Colloid. Sci., **8**, 529, 1953.
8. F. Bueche, J. Appl. Phys., **24**, 423, 1953.
9. А. А. Тагер, М. В. Цилипокина, В. Е. Древаль, О. В. Нечадеева, Высокомолек. соед., **5**, 94, 1963.
10. В. А. Каргин, Г. Л. Слонимский, Краткие очерки по физико-химии полимеров, Изд. Московского университета, 1960.
11. П. П. Кобеко, Аморфные вещества, Изд. АН ССР, 1952.
12. А. А. Тагер, А. И. Подлесняк, Высокомолек. соед., **5**, 87, 1963.
13. В. А. Каргин, Т. И. Соголова, Ж. физ. химии, **23**, 530, 1949.

CONCENTRATED POLYMER SOLUTIONS. III. VISCOSITY OF POLYISOBUTYLENE SOLUTIONS IN VARIOUS SOLVENTS

A. A. Tager, V. E. Dreval, F. A. Khasina

Summary

The viscosity of polyisobutylene solutions in six solvents has been determined over the entire range of concentrations at 20° and in four solvents at 20, 35 and 50°C. The heats of activation of the solutions over the entire concentration range have been calculated. It has been shown that both the viscosities and heats of activation differ for the different solvents. No correlation has been found between the viscosities of the solutions and the affinity of polyisobutylene to the given solvent. The viscosity of concentrated polyisobutylene solutions is determined by the viscosity of the solvent and the flexibility of the polymer chain in the given solvent. The lower the viscosity of the solvent and the more flexible the polymer chain the less the viscosity of the solution. A relation has been shown to exist between viscosity and the heat of activation; the higher the viscosity, the higher being the heat of activation, the value of which is determined by the size of the chain segment, i. e. by the chain flexibility.