

УДК 541.64:536.7

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
В НАПОЛНЕННЫХ ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИЯХ  
ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА**

*Тагер А. А., Юшкова С. М., Бессонов Ю. С.,  
Гузев В. В., Рафиков М. Н., Ежов В. С.*

Методами микрокалориметрии и изотермической сорбции изучены энталпии, свободные энергии и энтропии взаимодействия пластифицированного диоктилсебацинатом ПВХ с мелом и аэросилом, а также диоктилсебацинатом с ПВХ, мелом и аэросилом. Показано, что диоктилсебацинат обладает малым термодинамическим сродством к ПВХ. Введение изученных наполнителей в пластифицированный ПВХ по-разному влияет на термодинамические параметры взаимодействия. Так, образование композиций ПВХ – диоктилсебацинат – мел сопровождается положительными значениями всех термодинамических параметров взаимодействия и свидетельствует о преобладании в этом случае процессов разупорядочения полимерной матрицы. При образовании системы ПВХ – диоктилсебацинат – аэросил в изученной области соотношений все термодинамические параметры взаимодействия отрицательны и возрастают по абсолютной величине при увеличении степени наполнения. При этом наблюдается конкуренция между контактами ПВХ – диоктилсебацинат, ПВХ – аэросил и диоктилсебацинат – аэросил, в результате чего доминирующим оказывается энергетическое взаимодействие диоктилсебацината с аэросилом, приводящее к упорядочению системы и повышению ее термодинамической устойчивости.

Термодинамические параметры взаимодействия ряда полимеров с наполнителями изучены в работах [1, 2]; недавно были определены свободные энергии, энталпии и энтропии взаимодействия для наполненных композиций непластифицированного ПВХ [3].

Представляет интерес изучение наполненных пластифицированных систем, которые реально используются в промышленности. В таких системах имеются контакты полимер – наполнитель, полимер – пластификатор и пластификатор – наполнитель, и к их термодинамическому исследованию можно подойти, изучая взаимодействие наполненного полимера с увеличивающимся количеством пластификатора, либо пластифицированного полимера с увеличивающимся количеством наполнителя.

В данной работе был выбран второй путь и изучены свободные энергии Гиббса, энталпии и энтропии взаимодействия пластифицированного ПВХ с двумя наполнителями – мелом и аэросилом. Одновременно с этим были изучены термодинамические параметры взаимодействия ПВХ с пластификатором и пластификатора с наполнителем. Аналогичные данные для непластифицированного ПВХ с этими же наполнителями опубликованы в работе [3].

Свободные энергии  $\Delta G$  и энталпии  $\Delta H$  взаимодействия полимера с наполнителем оценить непосредственно не представляется возможным. Поэтому они были рассчитаны по термодинамическим уравнениям на основании экспериментальных данных по свободным энергиям и теплотам взаимодействия пластифицированных ненаполненных и наполненных об-

разцов ПВХ с тетрагидроураном (ТГФ). Энтропию взаимодействия рассчитывали по уравнению

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S \quad (1)$$

Объектом исследования служил образец суспензионного стабилизированного ПВХ марки С-70, имеющий среднечисленную молекулярную массу  $M_n = 55\,000$ . Удельная поверхность мела  $S_{уд} = 3 \text{ м}^2/\text{г}$ , размер частиц 3  $\mu\text{м}$ . Для аэросила  $S_{уд} = 200 \text{ м}^2/\text{г}$  и размер частиц 0,02  $\mu\text{м}$ . Пластификатором служил диоктилсебацинат (ДОС), взятый в количестве 50 вес. ч. на 100 вес. ч. ПВХ.

Смешение компонентов проводили в лопастном смесителе при  $100^\circ$  в течение 30 мин. в присутствии 5 вес. ч. свинцового стабилизатора и 3 вес. ч. стеарата кальция, после чего смесь вальцевали при  $140-145^\circ$  в течение 10 мин.

Теплоты взаимодействия ПВХ, ДОС и наполнителя с ТГФ определяли с помощью микрокалориметра типа Кальве по методике [3]. Для определения свободной энергии взаимодействия ПВХ, ДОС и наполнителей с ТГФ изучали изотермическую сорбцию на них паров ТГФ, измеряя одновременно давление пара последнего  $p_1$ . По уравнению

$$\Delta \mu_1 = RT \ln p_1 / p_1^0 \quad (2)$$

рассчитывали разность химических потенциалов  $\mu_1$  ТГФ в бинарной системе (полимер – ТГФ, пластификатор – ТГФ или наполнитель – ТГФ) и химического потенциала самого ТГФ  $\mu_1^0$ . По уравнению Гиббса – Дюгема рассчитывали значения  $\Delta \mu_2$  полимера и по уравнению

$$\Delta g^m = \omega_1 \Delta \mu_1 + \omega_2 \Delta \mu_2 \quad (3)$$

среднюю свободную энергию смешения ТГФ со всеми тремя компонентами. Здесь  $\omega_1$  и  $\omega_2$  – вес. доли компонентов в вышеуказанных бинарных смесях. Затем строили график зависимости рассчитанных таким образом величин  $\Delta g^m$  от  $\omega_i$  и графически определяли значения свободной энергии взаимодействия 1 г каждого компонента с ТГФ. Подробно методика расчета изложена в работе [3].

**Термодинамика взаимодействия ПВХ с ДОС.** Определение давления пара труднолетучего пластификатора над системой полимер – пластификатор является сложной задачей, так же как и калориметрическое определение теплот взаимодействия полимера с малоподвижными вязкими жидкостями. Поэтому теплоты, или энталпии взаимодействия, рассчитывали по закону Гесса, а для расчета свободных энергий взаимодействия применили метод Тагера с сотр. [4–6], который был успешно использован для системы полимер – пластификатор [7]. Ниже записана система уравнений, по которым производили расчет.

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ г ПВХ} + \text{ТГФ} = \text{система I} - \Delta G_1 \\ m \text{ г ДОС} + \text{ТГФ} = \text{система II} - m \Delta G_{II} \\ \text{Система I} + \text{система II} = \text{система IV} - \Delta G_{IV} \end{array} \right\} \quad \text{Первый путь}$$
  

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ г ПВХ} + m \text{ г ДОС} = \text{система III} - \Delta G_x \\ \text{Система III} + \text{ТГФ} = \text{система IV} - \Delta G_{III} \end{array} \right\} \quad \text{Второй путь}$$

Свободная энергия Гиббса является функцией состояния системы, поэтому ее величина не зависит от пути процесса. Следовательно, суммы свободных энергий процессов, проходящих по обоим путям, равны.

$$-\Delta G_x - \Delta G_{III} = -\Delta G_1 - m \Delta G_{II} - \Delta G_{IV} \quad (4)$$

Аналогично этому на основании цикла термохимических уравнений для теплоты смешения  $\Delta H_x$  1 г ПВХ с  $m$  г ДСО можно записать уравнение

$$\Delta H_x + \Delta H_{III} = \Delta H_1 + m \Delta H_{II} + \Delta H_{IV} \quad (5)$$

Все расчеты строги только в том случае, если для экспериментального определения величин  $\Delta G_1$ ,  $\Delta G_{II}$ ,  $\Delta G_{III}$ ,  $\Delta H_1$ ,  $\Delta H_{II}$ ,  $\Delta H_{III}$  берется большое количество растворителя, дальнейшее добавление которого не приводит к изменению этих параметров [8]. Это совершенно необходимое условие соблюдалось нами и для других систем, о которых речь пойдет ниже. При этом системы I и II представляют собой очень разбавленные растворы, смешение которых сопровождается нулевым изменением энталпии и сво-

бодной энергии ( $\Delta H_{IV}=0$  и  $\Delta G_{IV}=0$ ). Поэтому уравнения (3) и (4) можно записать в виде

$$-\Delta G_x = -\Delta G_I - m \Delta G_{II} + \Delta G_{III} \quad (6)$$

$$-\Delta H_x = \Delta H_I + m \Delta H_{II} - \Delta H_{III} \quad (7)$$

В этих уравнениях  $\Delta G_I$ ,  $\Delta G_{II}$  и  $\Delta G_{III}$  — свободные энергии взаимодействия 1 г ПВХ, ДОС и их смеси с ТГФ, а  $\Delta H_I$ ,  $\Delta H_{II}$  и  $\Delta H_{III}$  — их теплоты взаимодействия, которые были определены по методикам, указанным выше.

На рис. 1, а приведены изотермы сорбции паров ТГФ образцами непластифицированного, пластифицированного ПВХ и самим ДОС. Видно, что введение пластификатора значительно повышает сорбционную способность ПВХ, что может быть следствием изменения состояния полимера и сорбцией ТГФ самим пластификатором. Близость изотерм пластификатора и пластифицированного ПВХ свидетельствует в пользу второго предположения. На основании приведенных изотерм рассчитывали величины  $\Delta \mu_1$  и  $\Delta \mu_2$ , а затем свободные энергии смешения 1 г ПВХ, ДОС и их смеси с ТГФ. Их значения равны соответственно  $-14,2 \text{ Дж/гПВХ}$ ,  $-31,4 \text{ Дж/гДОС}$   $-32,2 \text{ Дж/г ПВХ}$ . После подстановки этих величин в уравнение (6) получали значение свободной энергии взаимодействия ПВХ с ДОС. Теплоты взаимодействия ПВХ, ДОС и их смеси с ТГФ, определенные калориметрически, равны соответственно  $-31,6 \text{ Дж/г ПВХ}$ ;  $+4,0 \text{ Дж/г ДОС}$  и  $-6,6 \text{ Дж/г ПВХ}$ . При подстановке этих значений в уравнение (7) рассчитывали энталпию смешения 1 г ПВХ с заданным количеством ДОС; энтропию взаимодействия ПВХ с ДОС рассчитывали по уравнению (1).

Для системы, содержащей 50 вес.ч. ДОС на 100 вес.ч ПВХ, получили  $\Delta H_x = -22,7 \text{ Дж/г ПВХ}$ ,  $T\Delta S_x = -22,5 \text{ Дж/г ПВХ}$  и  $\Delta G_x = -0,2 \text{ Дж/г ПВХ}$ .

Приведенные данные свидетельствуют о том, что термодинамическое сродство ДОС к ПВХ, выраженное величиной с  $\Delta G_x$ , очень мало. Этот результат находится в согласии с результатами работы [9], в которой показано, что при  $25^\circ$  параметр взаимодействия ПВХ с ДОС  $\chi = 0,53$ . Полное растворение ПВХ в ДОС происходит при температурах порядка  $160^\circ$  [7], т. е. при температурах более высоких, чем температура вальцевания изученных композиций. Очевидно, это может являться одной из причин частичного сохранения глобулярной структуры ПВХ в пластифицированных композициях (это следует из рис. 4, который подробно будет обсужден ниже). При этом взаимодействие ДОС с поверхностью глобулярных образований ПВХ сопровождается выделением тепла и уменьшением энтропии, вызванным ориентацией молекул пластификатора. Малые значения  $\Delta G_x$  являются следствием компенсации величин  $\Delta H_x$  и  $T\Delta S_x$ , что наблюдается часто.

**Взаимодействие наполнителей с ДОС.** Определение свободной энергии взаимодействия пластификатора с твердым наполнителем является сложной экспериментальной задачей, поэтому мы и ограничились калориметрическим определением только теплот смачивания, которые оказались равными нулю для системы ДОС — мел ( $\Delta H=0$ ); для системы ДОС — аэросил  $\Delta H=-10,0 \text{ Дж/г ДОС}$ . Эти данные говорят о том, что ДОС не смачивает мел и смачивает аэросил.

**Термодинамика взаимодействия наполнителей с пластифицированным ПВХ.** При изучении свободных энергий и теплот взаимодействия наполнителей с пластифицированным ПВХ мы принимали последнюю систему за один компонент и для расчета свободных энергий взаимодействия пользовались уравнениями

$$\left. \begin{aligned} &[1 \text{ г ПВХ} + m \text{ г ДОС}] + n \text{ г наполнителя} = \text{система III} - \Delta G^* \\ &\text{система III} + \text{TГФ} = \text{система IV} - \Delta G_{III} \end{aligned} \right\} \text{Первый путь}$$

$$\left. \begin{aligned} &[1 \text{ г ПВХ} + m \text{ г ДОС} + \text{TГФ}] = \text{система I} - \Delta G_I \\ &n \text{ г наполнителя} + \text{TГФ} = \text{система II} - n \Delta G_{II} \end{aligned} \right\} \text{Второй путь}$$

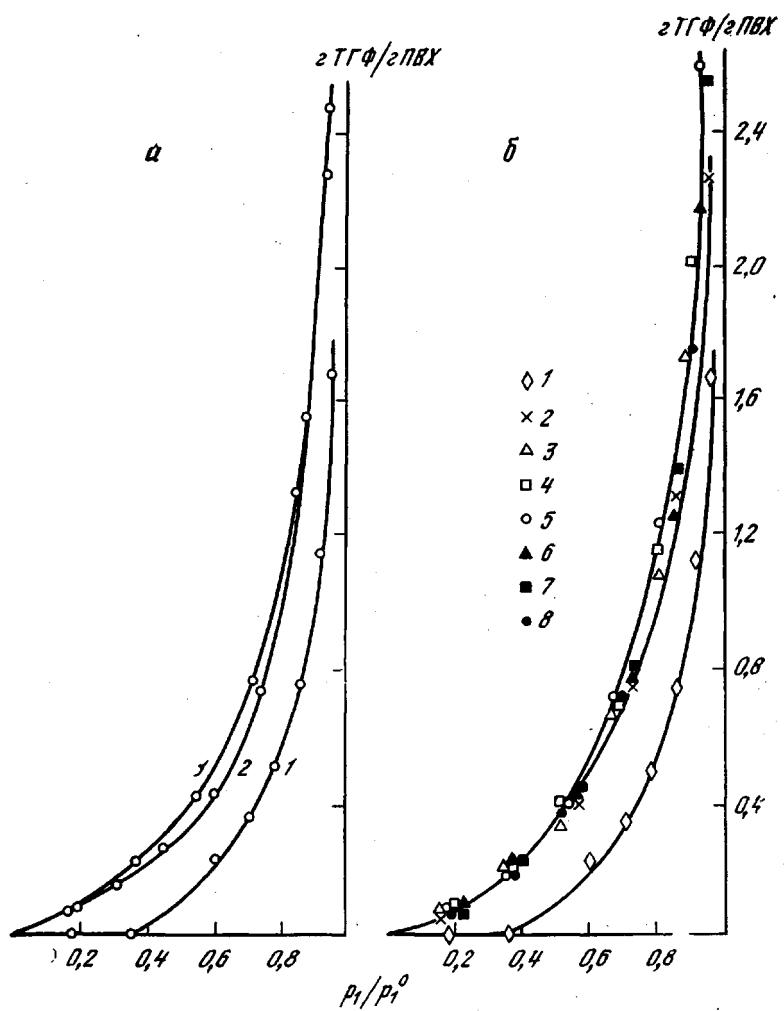


Рис. 1

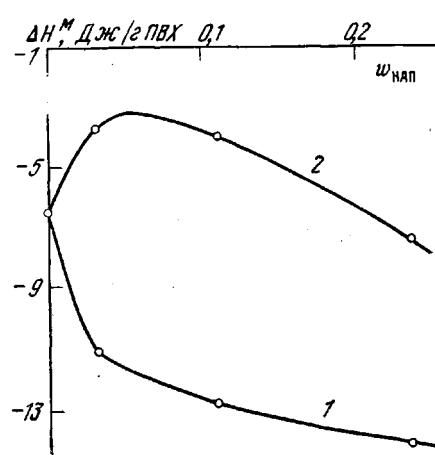


Рис. 2

Рис. 1. Изотермы сорбции паров ТГФ образцами ПВХ (1), ДОС (2) и ПВХ+ДОС (3) (а) и ненаполненными образцами непластифицированного (1) и пластифицированного ПВХ (2), а также образцами ПВХ, пластифицированного ДОС и наполненного мелом ( $\omega_m=0,03$  (3), 0,11 (4) и 0,24 (5)) и аэросилом ( $\omega_{as}=0,03$  (6), 0,11 (7) и 0,24 (8)) (б)

Рис. 2. Интегральные теплоты смешения с ТГФ образцов ПВХ, пластифицированного ДОС, наполненных мелом (1) и аэросилом (2)

Для данного цикла термодинамических уравнений справедливы те же требования, что и для цикла, приведенного выше. Поэтому можно записать

$$-\Delta G^* = -\Delta G_1 - n\Delta G_{II} + \Delta G_{III} \quad (8)$$

По аналогии с этим, используя цикл термохимических уравнений, получим

$$\Delta H^* = \Delta H_1 + n\Delta H_{II} - \Delta H_{III} \quad (9)$$

В уравнениях (8) и (9)  $\Delta G_1$ ,  $\Delta G_{II}$  и  $\Delta G_{III}$  — свободные энергии смешения пластифицированного ПВХ, наполнителя и их смеси с большим количеством ТГФ, а  $\Delta H_1$ ,  $\Delta H_{II}$  и  $\Delta H_{III}$  — соответствующие энталпии смешения. Все эти параметры определялись по методикам, указанным выше.

На рис. 1, б приведены изотермы сорбции ТГФ образцами пластифицированного ненаполненного и наполненного ПВХ. Мы видим, что изотермы пластифицированных образцов в обоих случаях расположены значительно выше изотермы самого ПВХ, причем изменение количества наполнителя очень мало или совсем не влияет на сорбционную способность композиции. Мел практически не сорбирует ТГФ, а аэросил сорбирует [3]. Следует отметить, что сорбционная способность непластифицированного ПВХ с увеличением количества введенного аэросила возрастает [8]. По-видимому, введение пластификатора нивелирует эффект влияния наполнителя на сорбционную способность ПВХ.

Из рис. 2 следует, что растворение пластифицированного ПВХ как ненаполненного, так и наполненного в ТГФ, сопровождается выделением тепла. С увеличением количества наполнителя тепловой эффект изменяется и наблюдается та же картина, что и для непластифицированного ПВХ [3], а именно: с увеличением содержания мела отрицательные значения  $\Delta H^*$  монотонно возрастают, для аэросила наблюдается экстремальная зависимость  $\Delta H^* = f(\omega_{\text{нап}})$ .

На основании изотерм сорбции были рассчитаны свободные энергии взаимодействия пластифицированного наполненного и ненаполненного ПВХ с ТГФ. Эти данные подставляли в уравнение (8) и рассчитывали свободные энергии взаимодействия пластифицированного ПВХ с наполнителями. По уравнению (9) рассчитывали энталпию взаимодействия и по уравнению (1) — энтропию взаимодействия. Зависимость всех таким образом рассчитанных параметров от содержания наполнителя в смеси представлена на рис. 3, на котором для сравнения приведены аналогичные зависимости для непластифицированного ПВХ.

Из рис. 3 следует, что все термодинамические параметры взаимодействия ПВХ с мелом положительны и их значения возрастают с увеличением количества наполнителя. Для системы ПВХ—ДОС—аэросил при всех содержаниях аэросила наблюдаются отрицательные значения указанных параметров. При этом с увеличением содержания наполнителя отрицательные значения  $\Delta G^*$  и  $\Delta H^*$  возрастают.

Рассмотрим возможные причины такого поведения. Известно, что наполнение полимеров дисперсными минеральными наполнителями может сопровождаться разрушением исходной структуры полимерной матрицы [10, 11], изменением состояния полимера на поверхности наполнителя в результате взаимодействия с ней, а также возможным структурообразованием наполнителя при определенной его концентрации [12, 13], т. е. изменением энергии контактов полимер — полимер, полимер — наполнитель и наполнитель — наполнитель. Наличие пластификатора в полимерной композиции может внести дополнительный энергетический вклад, вызванный взаимодействием с ним наполнителя. Эти эффекты обусловливают общее изменение всех термодинамических параметров, и в том числе теплоты, или энталпии взаимодействия.

Разрушение исходной структуры полимерной матрицы при наполнении, приводящее к ослаблению контактов между макромолекулами, долж-

но сопровождается затратой тепла и положительной энтропией этих процессов. Наоборот, преимущественное энергетическое взаимодействие наполнителя с полимером и пластификатором, а также частиц наполнителя друг с другом, приводящее к более упорядоченному состоянию этих компонентов, должно сопровождаться выделением тепла и отрицательной энтропией взаимодействия. Очевидно, общее изменение термодинами-

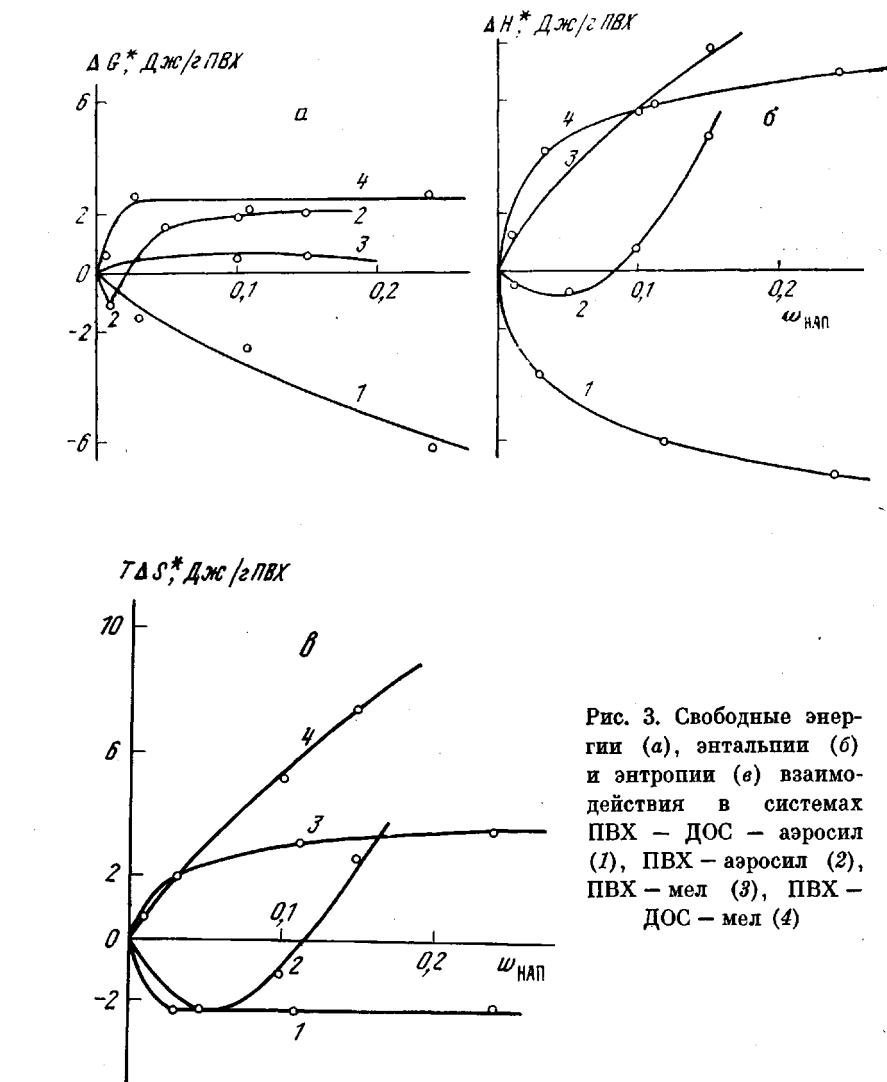


Рис. 3. Свободные энергии (а), энталпии (б) и энтропии (в) взаимодействия в системах ПВХ – ДОС – аэросил (1), ПВХ – аэросил (2), ПВХ – мел (3), ПВХ – ДОС – мел (4)

ческих параметров должно зависеть от соотношения процессов разрушения структуры и структурообразования.

Исходя из вышеизложенного, а также из имеющихся данных по структуре переработанного через расплав ПВХ, можно сделать определенные заключения о процессах, происходящих при наполнении пластифицированного ПВХ.

Как уже указывалось, при переработке ПВХ через расплав в присутствии ДОС частично сохраняется глобулярная надмолекулярная структура, сформированная при полимеризации винилхлорида. Мел является неактивным наполнителем этого полимера. Он не взаимодействует ни с ПВХ, ни с ДОС. Свободная энергия взаимодействия мела с системой

ПВХ – ДОС также положительна. Это означает, что при введении мела затрачивается определенная механическая работа, связанная с внедрением крупных частиц данного наполнителя в полимерную матрицу, что сопровождается поглощением тепла и возрастанием энтропии.

Иная картина наблюдается в присутствии аэросила. В этом случае мелкодисперсные частицы аэросила располагаются в межглобулярном пространстве, заполненном одновременно молекулами ДОС. При этом сами глобулярные структуры остаются неразрушенными, что отчетливо видно из рис. 4, на котором представлена электронно-микроскопическая

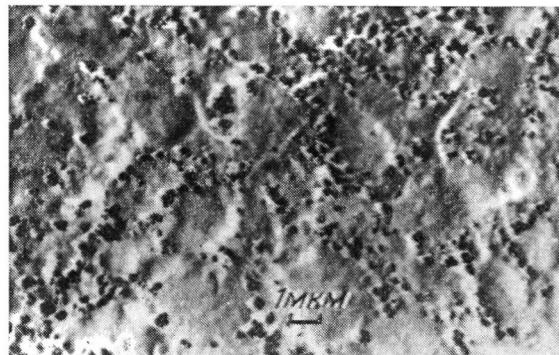


Рис. 4. Электронно-микроскопические микрофотографии пластифицированного диоктилсебацинатом ПВХ, наполненного аэросилом ( $\omega_{\text{аэ}}=0,09$ )

микрофотография двухступенчатых реплик с поверхности хрупкого скола изученного в настоящей работе пластифицированного аэросила. Видны очертания надмолекулярной глобулярной структуры ПВХ (размер глобул около 1 мкм) и скопления части аэросила в межглобулярном пространстве.

Поверхностный слой глобул взаимодействует с аэросилом. Для малых количеств аэросила это сопровождается выделением тепла, упорядочением молекул поверхностного слоя и уменьшением энтропии. Вывод об упорядоченности поверхностного слоя ПВХ вблизи частиц аэросила был сделан также при исследовании термодинамики деформации пластифицированного наполненного ПВХ [14]. По мере увеличения концентрации аэросила возрастает вязкость расплава ПВХ, что приводит к увеличению сдвиговых напряжений при вальцевании и, как следствие этого, к усилению процесса разрушения глобулярной структуры ПВХ [15, 16]. Это должно способствовать уменьшению отрицательных значений  $\Delta H^*$ ,  $\Delta S^*$  и  $\Delta G^*$ , что и наблюдается для непластифицированного ПВХ (рис. 4). При большом количестве аэросила в отсутствие пластификатора все эти параметры становятся положительными.

Присутствие ДОС в данном случае существенно меняет картину: взаимодействие пластифицированного ПВХ с аэросилом во всем диапазоне содержаний последнего сопровождается отрицательными значениями  $\Delta H^*$ ,  $T\Delta S^*$  и  $\Delta G^*$ , что обусловлено, очевидно, взаимодействием аэросила с ДОС. В этом случае имеет место конкуренция между контактами ПВХ–ДОС, ПВХ – аэросил и аэросил – ДОС. Знаки величин  $\Delta H^*$ ,  $T\Delta S^*$  и  $\Delta G^*$  говорят о том, что, несмотря на возможное разрушение структуры ПВХ, доминирующим процессом является процесс взаимодействия аэросила с ДОС, приводящий к увеличению упорядоченности и устойчивости системы.

Уральский государственный университет  
им. А. М. Горького  
Научно-исследовательский институт химии  
и технологии полимеров им. В. А. Карагина

Поступила в редакцию  
10 IV 1978

## ЛИТЕРАТУРА

1. *T. Kwei*, J. Appl. Polymer Sci., 8, 1483, 1964.
2. *T. Kwei*, J. Polymer Sci., A3, 3225, 1965.
3. *Ю. С. Бессонов, А. А. Тагер, С. М. Юшкова, Н. Н. Комаров, В. В. Гузев, М. Н. Рафиков*, Высокомолек. соед., А20, 99, 1978.
4. *А. А. Тагер, Т. И. Шолохович, М. В. Цилиноткина*, Высокомолек. соед., А14, 1423, 1972.
5. *А. А. Тагер, Т. И. Шолохович, Ю. С. Бессонов*, Europ. Polymer J., 11, 321, 1975.
6. *А. А. Тагер, Т. И. Шолохович, И. М. Шарова, Л. В. Адамова, Ю. С. Бессонов*, Высокомолек. соед., А17, 2766, 1975.
7. *Л. В. Адамова, В. А. Агеева, И. Н. Разинская, А. А. Тагер, Б. П. Штаркман*, Коллоидн. ж., 39, 926, 1977.
8. *Я. И. Герасимов, В. П. Древинг, Е. И. Еремин, А. В. Киселев, В. П. Лебедев, Г. Н. Панченков, А. И. Шлыгин*, Курс физической химии, Госхимиздат, 1, 1963.
9. *J. K. Darby, N. W. Touchette, K. Sears*, Polymer Engng Sci., 7, 295, 1967.
10. *Ю. С. Липатов*, Физическая химия наполненных полимеров, «Химия», 1977.
11. *А. А. Берлин, В. Е. Басин*, Основы адгезии полимеров, «Химия», 1974.
12. *П. А. Ребиндер*, ЖВХО им. Д. И. Менделеева, 8, 162, 1963.
13. *А. Е. Чалых, Ю. А. Хрусталев, В. М. Устинова, В. М. Лукьянович, П. А. Кротова*, Коллоидн. ж., 35, 397, 1973.
14. *В. В. Гузев, Ж. И. Шкаленко, Ю. М. Малинский*, Сб. Структура и свойства поверхностных слоев полимеров, «Наукова думка», 1972, стр. 250.
15. *В. В. Гузев, Ю. М. Малинский, М. Н. Рафиков, Г. П. Малышева, В. С. Ковальчук*, Пласт. массы, 1969, № 2, 60.
16. *В. В. Гузев, М. Н. Рафиков, А. Г. Булучевский*, Пласт. массы, 1976, № 11, 39.

---

## THE THERMODYNAMICAL STUDY OF INTERACTION IN THE FILLED PLASTISIZED POLYVINYL CHLORIDE COMPOSITIONS

*Tager A. A., Yushkova S. M., Bessonov Yu. S., Guzejev V. V.,  
Rafikov M. N., Ezhov V. S.*

### Summary

The enthalpies, free energies and entropies of the interaction of PVC plastisized with dioctylsebacynate with methyl and aerosil are studied using the methods of microcalorimetry and isothermal sorption, are well as those of dioctylsebacyanate with PVC, chalk and aerosil. It is shown that dioctylsebacyanate has small thermodynamical affinity to PVC. The introduction of the fillers studied into a plastisized PVC in a different way effects the thermodynamical parameters of interaction. So, the formation of the dioctylsebacyanate - chalk compositions is accompanied with positive values of all thermodynamical parameters of interaction and testifies the prevailing part in this case of the processes of polymeric matrix disordering. At the formation of the system: dioctylsebacyanate - aerosil in the region of relationships studied all thermodynamical parameters of interaction are negative and increase in an absolute value by increasing the degree of filling. There is a competition between the contacts: PVC - dioctylsebacyanate, PVC - aerosil and dioctylsebacyanate - aerosil, as a result of which the energy interaction of dioctylsebacyanate with aerosil dominates that results in the ordering of system and the increase of its thermodynamical stability.

---