

УДК 541.64:535.37

**ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗВЕНЬЕВ МАКРОМОЛЕКУЛ  
В КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ РАСТВОРАХ  
ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА МЕТОДОМ  
ТУШЕНИЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ**

*Калечиц И. И., Зубов В. П., Кузьмин М. Г.,  
Кабанов В. А.*

Методом тушения флуоресценции исследованы меж- и внутримолекулярные взаимодействия макромолекул полиметилметакрилата в диапазоне концентраций полимера 0,5–16 %. Для этой цели флуоресцирующий фрагмент (антраценовая группа) и тушитель (третичная аминогруппа) были включены в одну и ту же и в разные полимерные цепи. Результаты показали существенно разную эффективность при внутримежмолекулярных взаимодействиях звеньев.

Метод тушения флуоресценции оказался перспективным при изучении молекулярной динамики полимерных растворов. Исследование закономерностей тушения флуоресценции в полимеризующихся эфирах метакриловой кислоты (ММА, бутилметакрилате), представляющих собой растворы полимеров в собственных мономерах, при использовании низкомолекулярных люминофора и тушителя [1–4] и низкомолекулярного люминофора и тушителя, включенного в полимерную цепь [1], позволило получить информацию о скорости диффузии низкомолекулярных частиц друг к другу и к звеньям макромолекул во всем интервале глубин превращения мономер – полимер, т. е. в интервале концентраций полимера 0–100 % [2, 4].

Включение люминофора и тушителя в разные полимерные цепи или в одну и ту же полимерную цепь может дать информацию о меж- и внутримолекулярных взаимодействиях звеньев макромолекул. Нужно отметить, что большая часть работ, посвященных подобным проблемам, относится к разбавленным растворам и твердой матрице [5–8].

В данной работе поставлена задача исследования кинетики столкновений звеньев макромолекул в растворах ПММА.

В качестве флуоресцирующего фрагмента, связанного с полимерной цепью, использовали антраценовую группу, а в качестве тушителя – третичную аминогруппу. Флуоресцентно-меченный ПММА получили радикальной сополимеризацией MMA и антристилолового эфира метакриловой кислоты (Ф) по методике сополимеризации винилантрацена с MMA [9]. Сополимер, содержащий тушащие звенья, получали путем радикальной сополимеризации MMA и диэтиламиноэтилметакрилата (Т). Включение флуоресцентных и тушащих звеньев в одну и ту же полимерную цепь осуществляли посредством тройной радикальной сополимеризации MMA, Т и Ф при тех же условиях, что и получение сополимеров MMA – Ф и MMA – Т. Содержание антраценовых фрагментов в сополимерах, определенное посредством УФ-спектроскопии, составляло ~1 на 1000 звеньев. Концентрация тушащих звеньев, по данным микроанализа, составляла ~12 мол. %.

ММ исходных сополимеров определяли методом ГПХ [10] на приборе фирмы «Waters» с тремя стирогелевыми колонками пористостью  $3 \cdot 10^3$ ,  $3 \cdot 10^4$  и  $3 \cdot 10^5$  Å при 25°. Элюент – ТГФ, скорость его подачи 1,1–1,2 мл/мин. Пробу вводили в виде 0,15–0,2 вес. % раствора в течение 1 мин. Хроматограммы обрабатывали на ЭВМ. Молекулярные массы  $M_w$  для сополимеров MMA – Ф и MMA – Т составляли  $2,84 \cdot 10^5$  и  $1,05 \cdot 10^4$ . Характеристические вязкости в ТГФ [ $\eta$ ] для MMA – Т и MMA – Ф составляли 0,1 и 1,2 дL/g. Соответственно критическая концентрация полученных сополимеров  $c_a = 1/[\eta]$ , выше которой объем раствора полностью занят клубками макромолекул [6], составляла для MMA – Ф 0,8 и для MMA – Т 10 %. В качестве низкомолекулярного тушителя применяли триэтиламин. Контроль чистоты используемых

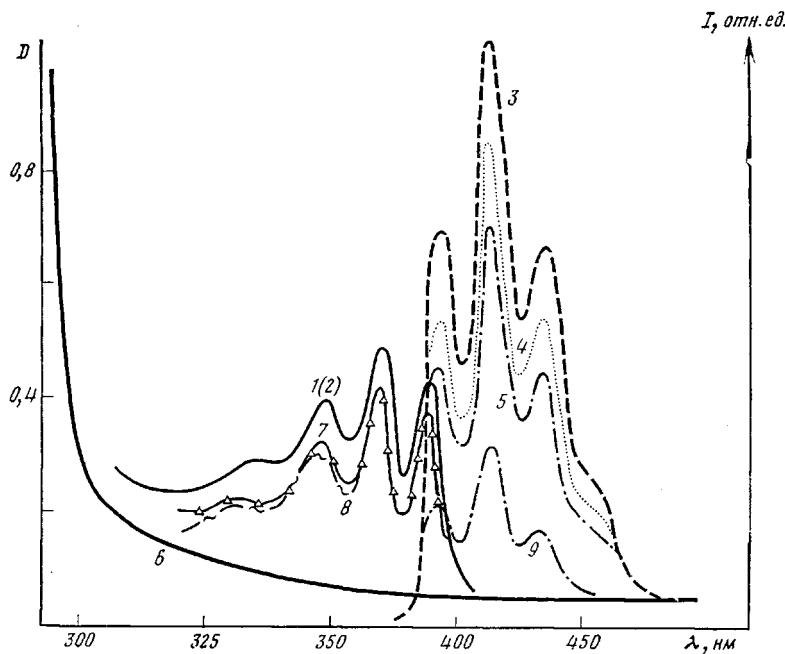


Рис. 1. Спектры поглощения сополимеров MMA – Ф (1), MMA – Ф и MMA – Т (2) и флуоресценции MMA – Ф (3), смесей MMA – Ф и MMA – Т (4), MMA – Ф и Т (5); поглощение растворителя MMA (6), сополимеров MMA – Ф, MMA – Ф и MMA – Т, MMA – ФТ в толуоле (7) и в системе толуол – гептан (40 об.%) (8); флуоресценции сополимера MMA – ФТ в толуоле (9). Содержание MMA – Ф 0,5 (1–8), MMA – ФТ 0,5 (7–9), MMA – Т 15 вес. % (2, 4, 7, 8). [T]=0,05 моль/л (5)

материалов осуществляли по спектральным данным, он соответствовал принятым стандартам [11] (рис. 1).

Кинетику затухания флуоресценции измеряли с помощью импульсного флуориметра [12]. Константы скорости тушения флуоресценции  $k_q$  рассчитывали по уравнению Штерна – Фольмера [11]

$$\tau_0/\tau = 1 + k_q \tau_0 [Q], \quad (1)$$

где  $\tau_0$  и  $\tau$  – времена затухания флуоресценции в отсутствие и в присутствии тушителя соответственно;  $[Q]$  – концентрация тушителя. Константу статического тушения  $K$  определяли по формуле [11]

$$\frac{\Phi_0 \tau}{\Phi \tau_0} = 1 + K [Q], \quad (2)$$

где  $\Phi_0$  и  $\Phi$  – квантовые выходы флуоресценции в отсутствие и в присутствии тушителя. При расчетах  $k_q$  и  $K$  полагали, аналогично работе [5], что в изучаемых нами системах химически связанные тушитель и люминофор, как и свободные, распределены по объему равномерно.

В предварительных опытах в растворах ПММА в MMA (концентрация полимера 0,5–16%) была проведена оценка констант скорости тушения флуоресценции для низкомолекулярных люминофора (Ф) и тушителя (триэтиламин) (Т), полимерного люминофора (MMA – Ф) и низкомолекулярного тушителя (Т), а также полимерного тушителя (MMA – Т) и низкомолекулярного люминофора (Ф). Результаты (табл. 1) свидетельствуют о динамическом характере взаимодействия как в случае свободных люминофора и тушителя, так и в случае включения одного из партнеров в полимерную цепь. Химическая связь люминофора или тушителя с полимерной цепью несколько уменьшает величину  $k_q$  (для пары Ф и MMA – Т  $k_q$  уменьшается в 8 раз, для MMA – Ф и триэтиламина – в 2 раза). Примеры некоторого уменьшения константы скорости тушения флуоресценции в случае включения люминофора или тушителя в полимерную цепь приводили ранее в работах [1, 5]. При этом разницу в эффективности взаимодействия свободных и химически связанных партнеров объясняли влиянием полимерной цепи, несколько ограничивающей подвижность и доступность химически связанного партнера [1]. Отметим, что введе-

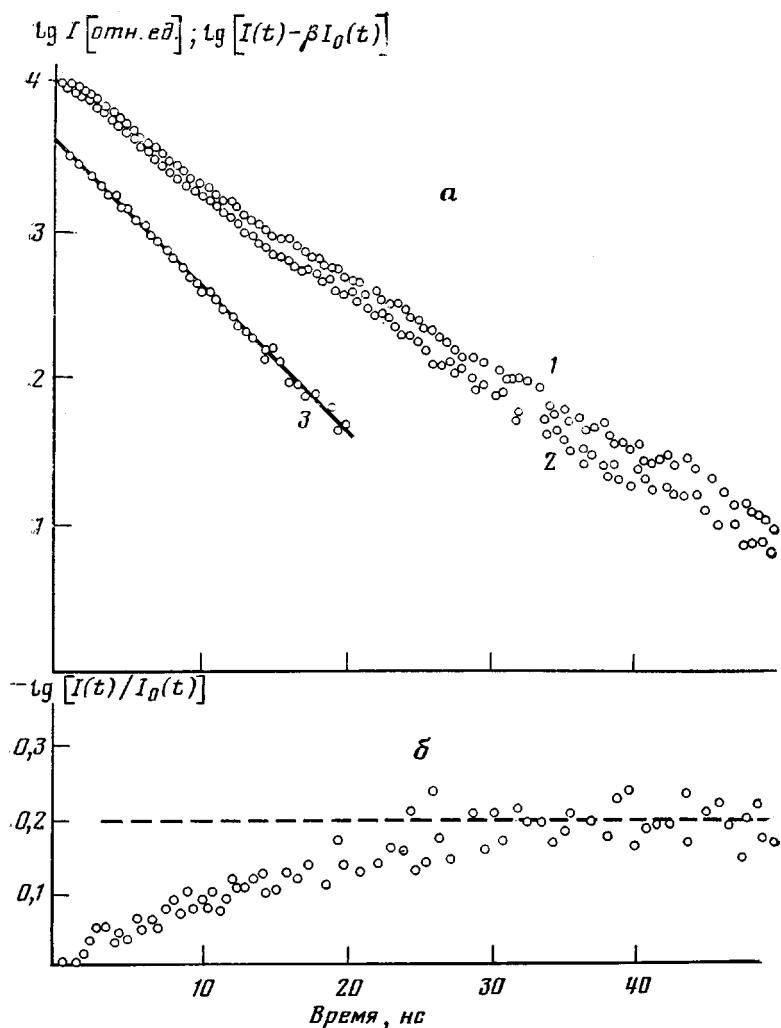


Рис. 2. Кинетика затухания флуоресценции антраценовой группы, включенной в ПММА, в координатах  $\lg I$  — время (1, 2),  $\lg [I(t)/I_0(t)]$  — время (б) и  $\lg [I(t) - \beta I_0(t)]$  — время (а, 3). 1 — MMA —  $\Phi$ , 2 — MMA — ФТ

ние ПММА в раствор (до концентрации 16 %), как и в полимеризующихся системах [1—4], не изменяет величины  $k_q$  (табл. 1, система MMA —  $\Phi$  и триэтиламин).

Для изучения закономерности внутримолекулярных взаимодействий звеньев ПММА было проведено сопоставление кинетики затухания тройного (MMA — ФТ) и двойного (MMA —  $\Phi$ ) сополимеров (рис. 2). Видно, что затухание флуоресценции в тройном сополимере происходит быстрее, чем в бинарном, который не содержит звеньев тушителя. Кинетика затухания флуоресценции в тройном сополимере может быть описана в виде суммы двух компонент — кинетической кривой  $I_0(t)$  затухания флуоресценции в сополимере MMA —  $\Phi$  и более быстрой экспоненты.

$$I(t) = aI_0(t) + be^{-t/\tau_1} \quad (3)$$

Относительный вклад каждой из компонент определяли по величине предельного значения разности логарифмов интенсивности в отсутствие ( $I_0(t)$ ) и в присутствии ( $I(t)$ ) тушителя, откладывая зависимость логарифма отношения  $[I(t)/I_0(t)]$  от времени (рис. 2, б). Поскольку вторая компонента затухает значительно быстрее, это отношение при  $t \rightarrow \infty$  стремится к пределу, равному  $\lg(1/\beta)$  (пунктирная прямая на рис. 2, б), где величина  $\beta$  есть отношение доли непотушенных молекул к молекулам, спо-

Таблица 1

Константы скорости тушения флуоресценции  $k_q$  и константы статического тушения  $K$  для низкомолекулярных и полимерных люминофора и тушителя  
(Концентрация антраценовых фрагментов  $2 \cdot 10^{-5}$  моль/л)

Система	Концентрация полимера, вес. %	$\tau_0$ , нс	$\tau$ , нс	$Q$ , моль/л		$\tau_0/\tau$	$\Phi_0/\Phi$	$k_q$ , л/моль·с	$K$ , л/моль
				$C_6H_{15}N$	$C_{10}H_{19}NO_2$				
$\Phi-C_6H_{15}N$ – MMA	0	$3,7 \pm 0,2$	$2,4 \pm 0,1$	0,05		$1,54 \pm 0,15$	$1,75 \pm 0,15$	$(2,9 \pm 0,4) \cdot 10^9$	$3 \pm 2$
$\Phi-(MMA-T)$ – MMA	7	$3,7 \pm 0,2$	$3,3 \pm 0,1$		0,07	$1,1 \pm 0,1$	$1,25 \pm 0,06$	$(3,8 \pm 0,5) \cdot 10^8$	$2 \pm 2$
$(MMA-\Phi)-C_6H_{15}N$ – MMA	0,5–16	$6,3 \pm 0,1$	$4,6 \pm 0,2$	0,05		$1,37 \pm 0,08$	$1,46 \pm 0,07$	$(1,2 \pm 0,3) \cdot 10^9$	$1 \pm 2$
$(MMA-\Phi)-(MMA-T)$ – MMA	10	$6,3 \pm 0,1$	$6,3 \pm 0,1$		0,1	$1,00 \pm 0,03$	$1,1 \pm 0,05$	$<5 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \pm 0,4$
	16	$6,3 \pm 0,1$	$6,3 \pm 0,1$		0,16	$1,00 \pm 0,03$	$1,2 \pm 0,06$	$<5 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \pm 0,3$

Таблица 2

Доли молекул люминофора, находящихся в полимерной цепи в разных ситуациях в зависимости от концентрации осадителя (гептана) в растворе

Система	[Гептан], об. %	[Q], моль/л	$\beta$	$\Phi/\Phi_0$	$\tau_{01}$ , нс	$\tau_1$ , нс	$\tau_1/\tau_{01}$	$k_q$ , л/моль·с	$K$ , л/моль	$a$	$b$	$c$	$b/a$
$(MMA-\Phi)-$	0	0,16	–	$0,84 \pm 0,03$	$5,8 \pm 0,2$	$5,8 \pm 0,2$	$1,00 \pm 0,03$	$<5 \cdot 10^7$	$1,2 \pm 0,3$	$0,84 \pm 0,03$	–	$0,16 \pm 0,01$	–
$- (MMA-T) -$	40	0,4	–	$0,90 \pm 0,3$	$5,8 \pm 0,2$	$5,8 \pm 0,2$	$1,00 \pm 0,03$	$<5 \cdot 10^7$	$1,0 \pm 0,4$	$0,90 \pm 0,03$	–	$0,100 \pm 0,003$	–
$(MMA-\Phi T) -$	0	0,4	$0,63 \pm 0,07$	$0,19 \pm 0,03$	$5,8 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,3$	$0,78 \pm 0,08$	$(5 \pm 1) \cdot 10^8$	$32 \pm 13$	$0,13 \pm 0,04$	$0,08 \pm 0,05$	$0,79 \pm 0,06$	$0,6 \pm 0,2$
$- толуол$	40	0,4	$0,63 \pm 0,07$	$0,09 \pm 0,01$	$5,8 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,3$	$0,78 \pm 0,08$	$(5 \pm 1) \cdot 10^8$	$78 \pm 20$	$0,06 \pm 0,02$	$0,037 \pm 0,025$	$0,90 \pm 0,04$	

собным флуоресцировать. Следует отметить, что приведенные выше соотношения справедливы, если  $I_0(t)$  и  $I(t)$  нормированы так, что их начальные интенсивности одинаковы.

Возможность представления кинетики флуоресценции тройного сополимера в виде суммы двух компонент свидетельствует о том, что в рассмотренной системе существует по крайней мере два вида молекул люминофора с меньшим  $\tau_1$  и большим  $\tau_2$  временами затухания. Время затухания долгоживущей компоненты  $\tau_2$  совпадает с временем затухания  $\tau_{02}$  в отсутствие тушителя (ММА — Ф) (рис. 2, б). Короткоживущая компонента характеризует динамическое взаимодействие молекул люминофора и тушителя внутри клубка. Время ее затухания  $\tau_1$  при известной величине  $\beta$  легко найти из зависимости (рис. 2, а, кривая 3)

$$\lg [I(t) - \beta I_0(t)] = \text{const} - 0,43 \frac{t}{\tau_1} \quad (4)$$

Далее по уравнению Штерна — Фольмера (1) определяем константу скорости динамического тушения люминофора и тушителя, включенных в одну полимерную цепь

$$k_q = (1/\tau_1 - 1/\tau_{01}) / [Q], \quad (5)$$

где  $\tau_{01}$  — время затухания короткоживущей компоненты сополимера ММА — Ф (рис. 2, а, кривая 1). Величина  $k_q$  оказалась достаточно высокой ( $k_q = (5 \pm 1) \cdot 10^8$  л/моль · с (табл. 2)). Следовательно, «внутренняя» вязкость клубка мало ограничивает внутримолекулярные столкновения части звеньев полимерной цепи. Аналогичное явление было отмечено в работе [5] для разбавленного раствора поливинилпиридина. Помимо динамического между звеньями макромолекул внутри клубка наблюдалось значительное статическое тушение ( $K = 32 \pm 13$  л/моль, табл. 2).

Таким образом, в полимерной цепи, содержащей тушащие и флуоресцентные фрагменты, имеется три типа молекул люминофора: молекулы, которые изолированы от тушителя и флуоресцируют как свободные (а); молекулы, находящиеся на таком расстоянии от тушителя, что их динамическое взаимодействие происходит за время, меньшее времени жизни возбужденного состояния люминофора  $\tau_0$  (б); молекулы, имеющие тушитель своим непосредственным соседом (образующие в основном состоянии комплекс). Эти молекулы гаснут мгновенно (статическое тушение) (с).

Общая величина относительного квантового выхода может быть выражена, как в работе [6]

$$\phi/\phi_0 = a + b\tau_1/\tau_{01}. \quad (6)$$

Здесь  $\phi/\phi_0$  — относительный квантовый выход. Очевидно

$$a + b + c = 1 \quad (7)$$

Зная параметр  $\beta$ , который можно представить в виде соотношения

$$\beta = \frac{a}{a+b}, \quad (8)$$

из выражений (6) — (8) легко определить долю молекул каждого типа.

Доля непотушенных молекул люминофора

$$a = \frac{\Phi/\Phi_0}{1 + \frac{\tau_1}{\tau_{01}} \frac{1-\beta}{\beta}}, \quad (9)$$

доля молекул, потушенных динамически

$$b = \frac{\Phi/\Phi_0 \frac{1-\beta}{\beta}}{1 + \frac{\tau_1}{\tau_{01}} \frac{1-\beta}{\beta}}, \quad (10)$$

доля молекул, потушенных статически

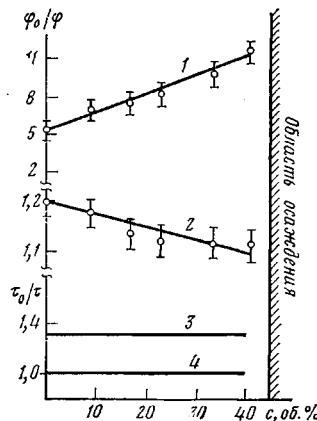
$$c = 1 - \frac{\phi/\phi_0}{\beta \left( 1 + \tau_i/\tau_{0i} \cdot \frac{1-\beta}{\beta} \right)} \quad (11)$$

Отношение доли динамического тушения к непотушенным молекулам люминофора оценивается по соотношению

$$b/a = (1-\beta)/\beta \quad (12)$$

Полученные таким путем доли различных видов тушения для исследованных образцов приведены в табл. 2, откуда видно, что большая часть

Рис. 3. Влияние содержания осадителя с в смеси толуол — гептан на относительный квантовый выход  $\phi_0/\phi$  (1, 2) и зависимость  $\tau_0/\tau$  (3, 4) для сополимеров MMA — Ф, MMA — ФТ (1, 3) и сополимеров MMA — Ф, MMA — Т (2, 4). Концентрация метки в растворе  $2 \cdot 10^{-5}$  моль/л. Содержание сополимера MMA — Т по мере разбавления меняется от 16 до 10%



молекул люминофора в тройном сополимере (ММА — ФТ) взаимодействует с тушителем по статическому механизму (79%), часть тушится динамически (8%), а часть недоступна для молекул тушителя (13%). Соответственно отношение доли динамического тушения к непотушенным молекулам составляло  $b/a=0,6$  (табл. 2).

Для выявления особенности внутримолекулярных взаимодействий звеньев макромолекулы ПММА исследовали кинетику внутримолекулярных столкновений тушащих и флуоресцентных звеньев в растворителях различного термодинамического качества. Изменение качества растворителя достигали постепенным увеличением концентрации гептана в смеси толуол — гептан. С увеличением доли осадителя в бинарном растворителе эффект статического тушения в системе MMA — ФТ увеличивается (рис. 3), растет также константа статического тушения  $K$  (табл. 2). Ухудшение качества растворителя увеличивает долю молекул, потушенных статически (до 90%). Соответственно падает доля непотушенных молекул (6%) и молекул, потушенных динамически (4%) (табл. 2). Все эти явления связаны, очевидно, с возрастанием степени сжатия клубков, вызванным добавлением осадителя [13]. В то же время константа скорости внутримолекулярных столкновений звеньев  $k_s$ , как и отношения  $\tau_{0i}/\tau_i=1,3$  (рис. 3) и  $b/a$  (табл. 2), остается неизменной вплоть до осаждения полимера. Последнее свидетельствует о том, что в данной системе микровязкость внутри клубка не меняется. Эти данные хорошо согласуются с результатами работы [14], где методом спиновой метки определяли локальную плотность звеньев внутри клубка (т. е. их концентрация в малом элементе объема клубка выбранного звена). Оказалось, что при изменении концентрации полимера от 0,5 до 100% она увеличивалась не более чем на 30%.

Для получения информации о динамике межмолекулярных столкновений исследовали взаимодействие люминофора (ММА — Ф) и тушителя (ММА — Т), химически связанных с различными макромолекулами в растворах разного термодинамического качества. Оказалось, что для исследованных систем как в собственном мономере (табл. 1), так и в смеси то-

луол — гептан (табл. 2) динамического тушения не наблюдалось ( $\tau_0/\tau_1=1$ ). Следует добавить, что в растворе сополимеров MMA — ФТ и MMA — Т в том же интервале концентраций полимера также отсутствовали динамические взаимодействия между звеньями разных макромолекул ( $\tau_0/\tau_1=1,3$ ).

Однако и в хороших (рис. 1, кривые 3, 4) и в плохих растворителях наблюдали заметное статическое тушение (табл. 1, 2), усиливающееся с ростом концентрации сополимера с тушащими звеньями (табл. 1, системы MMA — Ф, MMA — Т). При этом константа статического тушения  $K$  с увеличением концентрации тушащих звеньев в пределах ошибки эксперимента не изменялась (табл. 1, 2). Наличие статического тушения свидетельствует о существовании контактных взаимодействий между звеньями различных макромолекул. Доля молекул люминофора, потушенных статически, в растворе ПММА (16 вес.% полимера, растворители — MMA, толуол) составляла 16%, а молекул люминофора, недоступных для тушителя, 84% (табл. 2). Наблюдаемое по мере увеличения содержания осадителя в смеси толуол — гептан некоторое снижение доли молекул, потушенных статически (до 10%) (табл. 2), по-видимому, связано с уменьшением концентрации сополимера MMA — Т в растворителе за счет разбавления раствора гептаном (т. е. уменьшением концентрации тушащих звеньев) (рис. 3). Следовательно, в системах MMA — Ф и MMA — Т в указанном интервале концентраций полимера ухудшение качества растворителя не вызывает заметных изменений характера контактных взаимодействий между звеньями различных макромолекул.

Обращает на себя внимание невысокая степень взаимного проникновения звеньев разных макромолекул (84% недоступных для тушения молекул в системе MMA — Ф, MMA — Т), скорость перемещения которых лежит, по-видимому, за пределами наносекундного диапазона (отсутствие динамического взаимодействия звеньев разных макромолекул). Этот вывод вполне согласуется с данными, полученными на основании измерений в других временных диапазонах. Действительно, методом лазерного флаш-фотолиза [15] в растворах ПММА в ацетоне были обнаружены динамические эффекты в микро- и миллисекундном диапазонах. Существенно подчеркнуть, что в рассмотренном нами диапазоне концентраций полимера в растворе объем раствора полностью занят клубками макромолекул (концентрация полимера  $c_n \geq 1/[\eta]$ , т. е. больше критической), отчего миграция самих клубков сильно затруднена.

Внутримолекулярные взаимодействия звеньев макромолекул, напротив, отличаются высокой эффективностью. Число молекул люминофора, недоступных для тушителя, невелико (13—6%), большая часть молекул (79—90%) гаснет мгновенно, а динамические взаимодействия протекают с высокой скоростью, мало отличающейся от скорости подобных процессов в разбавленных растворах.

На основании приведенных данных можно сделать вывод о том, что изученная система, по-видимому, может быть описана моделью медленно ( $t \gg 10^{-8}$  с) передвигающихся крупных фрагментов макромолекулярных клубков («блобов») [16], практически непроницаемых для других макромолекулярных звеньев или сегментов. При этом внутри клубка звенья самой макромолекулы сохраняют способность к эффективным статическому и динамическому взаимодействиям между собой, оставаясь также доступными для низкомолекулярных соединений вплоть до высоких концентраций полимера.

Авторы благодарят М. Г. Краковяка за предоставление антрилметилового эфира метакриловой кислоты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Калечиц И. И., Кузьмин М. Г., Зубов В. П., Лачинов М. Б., Кабанов В. А. Докл. АН СССР, 1979, т. 244, № 5, с. 1157.
2. Калечиц И. И., Зубов В. П., Кузьмин М. Г., Кузнецов А. И., Кабанов В. А. Рукопись деп. в ВИНИТИ. М., Деп. № 3172-81.
3. Калечиц И. И., Кузьмин М. Г., Зубов В. П., Кабанов В. А. Рукопись деп. в ВИНИТИ. М., Деп. № 3174-81.

4. Калечиц И. И., Кузьмин М. Г., Зубов В. П., Кабанов В. А. Докл. АН СССР, 1981, т. 256, № 2, с. 407.
5. Кирш Ю. Э., Павлова Н. Р., Кабанов В. А. Докл. АН СССР, 1974, т. 218, № 4, с. 863.
6. Павлова Н. Р., Кирш Ю. Э., Кабанов В. А. Высокомолек. соед. А, 1979, т. 21, № 9, с. 2062.
7. Готлиб Ю. Я., Павлова Н. Р., Кирш Ю. Э., Кабанов В. А. Высокомолек. соед. А, 1977, т. 19, № 5, с. 1150.
8. Somersall A. C., Guillet J. E. J. Macromolec. Sci. C, 1975, v. 13, № 4, p. 136.
9. Krakovsk M. G., Anufrieva E. V., Shelekhov N. S., Skorokhodov S. S. Europ. Polymer J., 1974, v. 10, № 5, p. 685.
10. Кузаев А. И. Высокомолек. соед. А, 1980, т. 22, № 5, с. 1146.
11. Паркер С. Фотолюминесценция растворов. М.: Мир, 1972, с. 18, 75.
12. Кузьмин М. Г., Садовский Н. А. Химия высоких энергий, 1975, т. 9, № 4, с. 291.
13. Бирштейн Т. М., Скворцов А. М., Сарiban A. A. Высокомолек. соед. А, 1976, т. 18, № 9, с. 1978.
14. Вассерман А. М., Александров Т. А., Кирш Ю. Э. Высокомолек. соед. А, 1980, т. 22, № 2, с. 282.
15. Beck G., Lindenau D., Schnabel W. Europ. Polymer J., 1974, v. 10, № 11, p. 1069.
16. De Gennes P. G. Scaling concepts in polymer physics. N. Y.: Cornell Univ. Press, 1979.

Московский государственный  
университет им. М. В. Ломоносова

Поступила в редакцию  
17.IV.1983

**STUDY OF INTERACTION OF MACROMOLECULES UNITS  
IN CONCENTRATED POLYMETHYL METHACRYLATE SOLUTIONS  
BY FLUORESCENCE QUENCHING METHOD**

***Kalechits I. I., Zubov V. P., Kuz'min M. G.,  
Kabanov V. A.***

**Summary**

Inter- und intramolecular interactions of PMMA macromolecules in the 0.5-16% concentration range have been studied by fluorescence quenching method. The fluorescence fragment (the anthracene group) and quenching agent (tertiary aminogroup) were introduced into the same and different polymer chains. The efficiency of quenching is essentially different for intra- and intermolecular interactions of units.