

Суханов П. П.

**МАКРОСЕГМЕНТ КАК СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ ПОНЯТИЕ**

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2008/1/81.html](http://www.gramota.net/materials/1/2008/1/81.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2008. № 1 (8). С. 195-198. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2008/1/](http://www.gramota.net/materials/1/2008/1/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

$$C_{01} = \sum_{i=0}^n \sum_{l=0}^n \sum_{j=0}^n \int_0^1 \int_0^1 \psi_i(x) A_{0l}^j(s) K_{ij}(x, s) dx ds,$$

$$C_{02} = \sum_{i=0}^n \sum_{l=0}^n \sum_{j=0}^n \int_0^1 \int_0^1 K_{ij}(x, s) \psi_i(x) N_{01}^l(s) [A_{1l}^j(s) + \mu_0 A_{2l}^j(s) N_{01}^l(s)] dx ds,$$

$$C_{20} = \sum_{i=0}^n \sum_{l=0}^n \sum_{j=0}^n \int_0^1 \int_0^1 \mu_0 \psi_i(x) A_{2l}^j(s) K_{ij}(x, s) \varphi_l^2(s) dx ds,$$

$$C_{11} = \sum_{i=0}^n \sum_{l=0}^n \sum_{j=0}^n \int_0^1 \int_0^1 K_{ij}(x, s) \psi_i(x) \varphi_l(s) [A_{1l}^j(s) + 2\mu_0 A_{2l}^j(s) N_{01}^l(s)] dx ds \text{ и т.д.}$$

В случае, когда  $A_{0l}^j(s) = 0$  при всех  $j = \overline{0, n}$ ,  $l = \overline{0, n}$  и  $s \in [0; 1]$ ,  $C_{\alpha 0}$  - не изменяются,  $C_{0n} \equiv 0$  при  $n = \overline{1, \infty}$ ;  $C_{\alpha n}$ , когда  $\alpha \neq 0, n \neq 0$  упрощаются, так, например,

$$C_{11} = \sum_{i=0}^n \int_0^1 \psi_i(x) \left[ \sum_{l=0}^n \int_0^1 \sum_{j=0}^n K_{ij}(x, s) A_{1l}^j(s) \varphi_l(s) ds \right] dx = \frac{1}{\mu_0} \sum_{i=0}^n \int_0^1 \psi_i(x) \varphi_i(x) dx$$

### МАКРОСЕКМЕНТ КАК СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ ПОНЯТИЕ

Суханов П. П.

Казанский государственный технологический университет

К фундаментальным явлениям науки о полимерах и характеризующим эти явления понятиям можно отнести следующие [1-3]:

1. *Полимер* - молекулярная структура *цепочечного* типа, образованная *многократным* повторением *одинаковых* (или близких по строению) элементов.
2. *Конфигурация* - фиксированное химическими связями пространственное положение атомов в молекуле.
3. *Конформация* - взаимная ориентация фрагментов молекулы различного масштаба, изменение которой *не требует* разрыва химических связей.
4. *Гибкость* - способность молекулы *изменять* свою геометрию (конформацию).
5. *Сегмент* - фрагмент молекулы *минимальной* длины, геометрия которого не зависит от геометрии (конформации) его соседей. Сегмент можно рассматривать как количественную меру гибкости полимерной цепи.

Первые два явления и соответствующие им понятия можно также отнести к структурно-химическим, а последние три - к структурно-физическим и (или) динамическим, причем четвертое и пятое применяются только в отношении полимеров.

При этом различают *ближний* и *дальний* конфигурационный порядок у макромолекулярной цепи, а также ближний, дальний конформационный порядок и конформацию макромолекулы в целом. Их можно разделить на два уровня в порядке увеличения пространственного масштаба.

Из анализа структурно-логической схемы базовых понятий науки о полимерах (Схема 1) следует, что конфигурационный и конформационный порядок II уровня (*крупномасштабный*) не имеет логического продолжения, аналогичного I (мелкомасштабному) уровню (понятиям гибкости и сегмента макромолекулярной цепи).



Схема 1.

При этом существует несогласованность между разными категориями понятий, характеризующих гибкость на *различных* масштабах. Это выражается в разделении понятия «сегмент» на «сегмент *термодинамический*» (идеальное понятие) и «сегмент *кинетический*» (операциональное понятие).

Первый характеризует гибкость *изолированной* ММ в приблизительно *идеальных* для этого условиях, а второй рассматривается как параметр, одновременно описывающий поведение *макромолекул* не только в неидеальных условиях (в среде себе подобных), но и всего полимерного *тела* (полимерного материала) под воздействием внешних полей (например, под механической нагрузкой, и т.д.). Кроме того, *анизотропия* (неоднородность, в том числе и, прежде всего, - пространственная) полимерной цепи не используется в базовом понятийном аппарате физикохимии и технологии полимеров, хотя анизотропия строения и свойств многих полимерных продуктов рассматривается как закономерное следствие анизотропного (конфигурационного, конформационного, в целом) строения длинноцепочечных молекул.

Всё это приводит к выводу о возможности более последовательного перехода от микроуровня (отдельных *макромолекул*) к макроуровню (полимерному *телу*) в описании структуры и свойств полимеров с помощью понятий «гибкость полимерного *тела*» и «*макросегмент*», аналогичных соответствующим понятиям микроуровня (1). При этом автоматически учитывается установленная ранее возможность увеличения размера сегмента в блоке вплоть до превращения формируемых на его основе динамических образований флуктуационной природы в термодинамически стабильные образования [4, 5]. При этом *макросегмент* нельзя считать просто более масштабным аналогом *кинетического* сегмента отдельной макромолекулы, поскольку с его помощью предполагается характеризовать поведение ансамбля макромолекул (и, соответственно, принадлежащих этим ММ сегментов) в (*квази*)равновесных (для этого ансамбля) условиях.

С другой стороны, гибкость полимерной цепи неотделима от движения соответствующих структурно-динамических единиц (сегмента (С) или макросегмента (МС)). Поэтому в условиях изначальной анизотропии макромолекул именно молекулярное движение выступает в качестве механизма усреднения (приближения к равновесному изотропному состоянию) структурно-динамических свойств макромолекул или их фрагментов в объёме, занимаемом С (*сегментальное* движение) или МС (*макросегментальное* движение). Если исходить из требования по крайней мере локальной равновесности сформировавшейся структуры полимерного тела, то величины С и МС должны определять размеры пространственных областей, необходимых для преодоления *анизотропии*, «закодированной» (по выражению С.Я. Френкеля [3]) в макромолекулярной цепи определённого химического строения. Отсюда чем жёстче ММ и(или) меньше разница между различными уровнями конфигурационной и(или) конформационной структуры изолированной ММ и(или) слабее взаимодействие между макромолекулами, тем ближе размеры С и МС. При существенной неравновесности структуры полимерного материала (например, по ходу его получения, старения или переработки) разрыв между объёмами, занимаемыми С и МС, должен увеличиваться. Поэтому реакцией макросегмента на внешние воздействия и(или) взаимодействием С и МС можно объяснить наиболее характерные свойства полимерных материалов, а также попробовать преодолеть «фазовый дуализм», т.е. обойтись без привлечения представлений о сочетании свойств двух фаз («фазы» сегментов и «фазы» макромолекул) при описании строения и поведения полимерного тела [3].

Основное препятствие к введению новых понятий, рассмотренных выше, скорее не логическое, а операциональное, и связано с отсутствием *общепринятых* методов измерения МС. В то же время, с использованием понятия *гибкости полимера* и *макросегмента* и с учётом потенциала, заложенного в широкой трактовке понятия «*анизотропия*» [3], структурно-логическая схема базовых понятий науки о полимерах может выглядеть следующим образом (Схема 2).

Схема 2.



Может создаться впечатление, что пропагандируемые автором представления о макросегментах возникли из чисто *методических* соображений. На самом деле они основаны на богатейшем *экспериментальном* материале, накопленном в физико-химии и механике полимеров в последние десятилетия и поэтому представляют собой очередной этап обобщения не только и не столько терминологии, используемой для *описания* структурно-динамических процессов и явлений в полимерах, сколько вновь открывшейся *эксперимен-*

тальной информации о тех же явлениях, т.е. предлагаемые понятия («гибкость полимерного тела» и характеризующий ее «макросегмент») по своему содержанию являются научно-методическими.

В рамках макросегментальной «идеологии», например, автоматически учитывается возможность кооперации как вдоль полимерной цепи (что делается в статистической физике макромолекулы), так и межмолекулярного характера (что делается в теории свободного объема и теории флуктуаций) [6-11]. Здесь же существование трёх  $\lambda$ -переходов легко объясняется поведением цепи или иного фрагмента структуры соответствующего (макросегментального) масштаба с закреплёнными (коррелированными) концами, для которых характерен колебательный спектр, состоящий из трёх (по числу  $\lambda$ -переходов!) ветвей: одной продольной и двух поперечных [12, с. 9-11]. К этому следует добавить результаты работ [13-15], где констатируется, что замена повторяющегося звена точечной массой (или скелетное приближение макромолекул) возможно лишь при условии, что эта точечная масса считается *зависящей от частоты* (т.е. и от своих размеров!). Если, наряду с появлением высокомолекулярного перехода у зависимости вязкости расплавов полимеров от молекулярной массы (объясняемого формированием так называемой «сетки зацеплений»), также учесть аналогию между упругим поведением самоподобных структур (например: перколяционного кластера [2, 3, 7, 16-18] и (или) полимерных сеток) в случае пружины, размеры которой много больше некоего характеристического масштаба [19, 20], и наличие константы  $C_2$  в формуле зависимости напряжения от деформации полимера, то мы получаем вполне обоснованную литературную базу для описания природы макросегментов и согласования вышеперечисленного массива экспериментальных данных. При этом экспериментально установленная гетерогенность полимеров на больших масштабах и связь  $\lambda$ -переходов с вязким течением и процессом разрушения [21-23], а также тот факт, что объём частиц, ответственных за  $\lambda$ -переходы, на 3 порядка (!!!) превосходит объём, занимаемый сегментом [9], причем движение подобных частиц предположительно носит кооперативный («коррелированный») характер [9, 12, 23], свидетельствуют о взаимосвязи реологических и  $\lambda$ -переходов с поведением структур, которые предлагается именовать «макросегментами». Характерно, что как раз из анализа зависимости энергии активации течения парафинов от молекулярной массы и возникло понятие «сегмента» [24]. Кроме того, известно, что распределение макрофракталов (фактически макросегментов!) по массам определяет физико-механику полимеров, а прочностные и релаксационные характеристики  $\lambda$ -процессов в полимерах коррелируют между собой [9, 12, 23, 25]. Это, в свою очередь, позволяет сделать встречный вывод *о непосредственной взаимосвязи структурно-динамических свойств макросегментов с макроскопическими, в том числе физико-механическими, характеристиками полимеров. Поэтому упрощенно под макросегментом можно понимать минимальный объём полимерного материала (обладающего структурной и (или) динамической границей, в рамках которой действует единый механизм усреднения структурно-динамических параметров), позволяющий этому объёму проявлять макроскопические (в том числе и коллоидные) свойства.*

Макросегменты обнаруживают себя в области высоких температур или молекулярных масс, когда формируется более или менее замкнутая сетка из корреляционных зон, отдельные объёмные «ячейки» которой со всем их внутренним содержанием и представляют собой «макросегменты». При этом очень важным является то обстоятельство, что *любые ингредиенты* (наполнители, пластификаторы, модификаторы и т.п.) *неизбежно входят в состав макросегментов и определяют его свойства и (или) участвуют в формировании границ МС с себе подобными.* Однако макросегменты нельзя считать микрофазами и (или) коллоидными частицами минимального размера, поскольку они не обязаны состоять из одинаковых структурных элементов и (или) иметь фиксированные границы. В то же время, благодаря дальнейшей корреляции [9, 12, 23, 26], для МС характерна тенденция к усреднению их структурно-динамических параметров и формированию по крайней мере динамической (лабильной) границы, что справедливо для фазовой организации вещества. По видимому, макросегменты являются продуктом определенного компромисса между структурно-динамическими единицами различного масштаба (в предельном (простейшем) случае - С и МС) при формировании полимерного тела и одновременно примером специфически полимерного (полимакроколлоидного и (или) полимикророллоидного) строения конденсированной фазы, которая создается в условиях химически индуцированных структурно-динамических переходов (вплоть до самоорганизации макромолекул) по мере структурирования макромолекулярного (олигомерного и (или) полимерного) ансамбля [26, 27]. В этой связи макросегментальную идеологию можно также рассматривать в качестве одного из возможных вариантов «преодоления фазового дуализма в полимерах» [3].

#### Список использованной литературы

1. Флори П. Статистическая механика цепных молекул. - М.: Мир, 1971. - 374 с.
2. Гросберг А. Ю. Статистическая физика полимеров / А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов. - М.: Наука, 1989. - 344 с.
3. Бартнев Г. М. Физика полимеров / Г. М. Бартнев, С. Я. Френкель. - Л.: Химия, 1990. - 432 с.
4. Панюков С. В., Потёмкин И. И. Высокомолек. соед. - 1994. - Т. 36А. - № 1. - С. 115.
5. Соколова Л. В., Евреинюв Ю. В. Высокомолек. соед. - 1993. - Т. 35. - № 5. - С. 244.
6. Панюков С. В. Письма в ж. эксп. и теор. физики. - 1993. - Т. 58. - Вып. 9. - С. 750.
7. Де Жен П. Идеи скейлинга в физике полимеров. - М.: Мир, 1982. - 368 с.
8. Панюков С. В. Ж. эксп. и теорет. физики. - 1989. - Т. 96. - С. 604-624.
9. Бартнев Г. М. Релаксационные свойства полимеров / Г. М. Бартнев, А. Г. Бартнева. - М.: Химия, 1992. - 384 с.

10. Бартнев Г. М. Сверхпрочные и высокопрочные неорганические стёкла. - М.: Стройиздат; 1974. - 240 с.
11. Скрипов В. В., Скрипов А. В. Усп. физ. наук. - 1979. - Т. 128. - № 2. - С. 193-231.
12. Годовский Ю. К. Теплофизика полимеров. - М.: Химия, 1982. - 280 с.
13. Ferry J. D. Polymer. 1979. - V. 20. - № 11. - Pp. 1343-1348.
14. Тобольский А. В. Свойства и структура полимеров: пер. с англ. под ред. Г. Л. Слонимского и Г. М. Бартнева. - М.: Химия, 1964. - 322 с.
15. Михайлов И. Д., Чебан Ю. В. В кн.: Численные методы решения задач матем. физики и теории систем. - М.: Ун-т дружбы нар., 1977. - С. 73-76.
16. Песчанская Н. Н., Якушев П. Н. Физ. тв. тела. 1988. - Т. 30. - № 7. - С. 2196-2198.
17. Песчанская Н. И. Высокомолек. соед. 1989. - Т. 31А. - № 6. - С. 1181-1187.
18. Займан Дж. Модели беспорядка: пер. с англ. - М., 1982. - 592 с.
19. Панин В. Е. Структурные уровни деформации твёрдых тел / В. Е. Панин, В. А. Лихачёв, Ю. В. Гриняев. - Новосибирск: Наука, 1985.
20. Балакин А. С., Бугримов А. Л. Высокомолек. соед. 1992. - Т. 34А. - № 10. - С. 135.
21. Панюков С. В., Потёмкин И. И. Высокомолек. соед. 1994. - Т. 36А. - № 1. - С. 115.
22. Бартнев Г. М., Кучерский А. М. Высокомолек. соед. 1970. - Т. 12А. - № 4. - С. 794.
23. Бартнев Г. М. Курс физики полимеров / Г. М. Бартнев, Ю. В. Зеленев. - Л.: Химия, 1976. - 288 с.
24. Kautmann W., Eyring H. J. Amer. Chem. Soc. 1940. - V. 62. - № 11. - P. 3113-3125.
25. Семёнов А. Н., Хохлов А. Р. Усп. физ. наук. 1988. - Т. 156. - № 3. - С. 427-476.
26. Суханов П. П. Вестник КГТУ. 2005. - № 2. - Ч. II. - С. 126-156.
27. Суханов П. П. Процессы структурирования в гетероцепных олигомерах: анализ методами ЯМР. - Казань: Изд-во КГТУ, 2005. - 263 с.

## АКТУАЛИЗАЦИЯ РАЗВИВАЮЩЕЙ ФУНКЦИИ ЗАДАЧ ПО СТЕРЕОМЕТРИИ

Тараник В. И.

ГОУ НПО «Профессиональное училище № 41», г. Калачинск

Роль задач в процессе обучения математике невозможно переоценить. Задачи призваны выполнять самые разнообразные функции, отнюдь не сводящиеся только к применению полученных школьниками знаний. Позиция современной методики математики: задачи должны быть как *целью*, так и *средством* обучения [Далингер 1990: 5-6].

Каждая из основных функций задач: обучающая, развивающая, воспитывающая, контролирующая важна в общей системе обучения, но существует возможность *усиления* одной или нескольких функций задач (без ослабления остальных функций). В частности, можно усилить *развивающий* эффект многих задач, имеющих сугубо обучающий характер. Этого можно достичь различными путями:

- постановкой дополнительных вопросов;
- решением задачи рациональным способом;
- рассмотрением её частных или предельных случаев;
- частичным изменением условия данной задачи;
- изменением места задачи в системе обучения и т.д.

Остановимся на одном из способов усиления развивающей функции задач - постановка дополнительных вопросов при решении математических задач.

Решая какую-нибудь конкретную задачу на уроке математики, учителя часто вопрос, адресованный учащимся, начинают с традиционных слов «скажите», «назовите», «расскажите» и т.п., что требует от учащихся простого воспроизведения каких-либо ранее усвоенных знаний. Задавая вопросы в такой форме, учителя в своей работе больше всего опираются на память учащихся и меньше всего на их мышление. Это вообще-то уместно в школе, ибо при этом основательно проверяется знание фактов и развивается память учащихся (что, безусловно, важно). Однако нельзя мириться с тем, что вопросы такого типа преобладают в деятельности ещё многих учителей. Поэтому нужно чаще ставить такие вопросы, которые бы главным образом обращались к мышлению обучающихся, заставляли бы учеников в процессе ответа (или поиска ответа) совершать те или иные мыслительные операции и тем самым способствовали развитию мышления школьников. Именно такие вопросы должны преобладать в современной школе.

Какие же типы вопросов, развивающих мышление школьников в процессе решения задач (и вообще при изучении математики), следует использовать?

### 1. Вопросы на сравнение

✓ Сравнение полное, когда требуется установить в сравниваемых объектах и сходное, и различное.

*Например:* «В чём сходство и различие между ромбом и прямоугольником?» «В чём сходство и различие между конусом и цилиндром?»

✓ Сравнение неполное, частичное, когда от школьника требуется, чтобы он установил в сравниваемых объектах или только сходное, или только различное.

*Например:* «В чём сходство между четырёхугольной призмой и параллелепипедом?» «Чем отличается куб и прямоугольный параллелепипед?» «Чем отличаются единица и произвольное простое число?»

Ответы на эти вопросы требуют осуществления таких умственных операций, как сопоставление видовых и родовых понятий, установление связей между ними.