



Fluoropolymers

Федеральное Государственное Унитарное Предприятие
НИИ синтетического каучука имени академика С. В. Лебедева
(ФГУП НИИСК)

Fax: (812) 251 48 13
E-mail: vniisk@mail.rcom.ru
Russian Federation
St. Petersburg 198035
Gapsalskaya str, 1

Прогнозируемый подход к определению
температуры стеклования (T_g) фторполимеров.
А. Н. Коллар, М. А. Волкова, В. А. Губанов



| Структура фторполимера | $T_{пл}, ^\circ C$ | $T_{ст}, ^\circ C$ |
|---|--------------------|--------------------|
| $-(CF_2-CF_2)_n-$ | + 327 | + 127 |
| $-(CF_2-CH_2)_n$ | + 157 | -38 |
| $(CF-CF_2)_m (CF_2CF_2)_n$ CF_3 | + 275 | |
| $(CF_2-CF_2O)_n-$ | | - 65 |
| $(CF_2S)_n-$ | + 35 | - 118 |
| $ \begin{array}{c} N \\ // \quad \backslash \\ - [(CF_2)_6 - C \quad C -]_n \\ \quad \\ N \quad N \\ \backslash \quad / \\ C - CF_3 \end{array} $ | | - 17 |
| $ \begin{array}{c} (CH - CH_2)_n \\ \\ O = CCF_2CF_2OCF_3 \end{array} $ | | - 48 |
| $ \begin{array}{c} CH_3 \\ CH_2 \\ \\ - (Si - O)_n - \\ \\ CH_2CH_3 \end{array} $ | | - 123 |



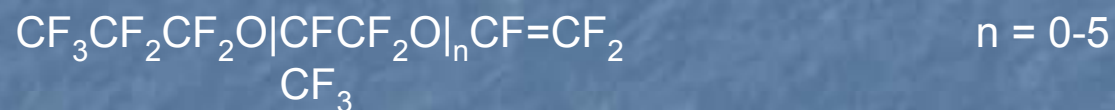
Fluoropolymers

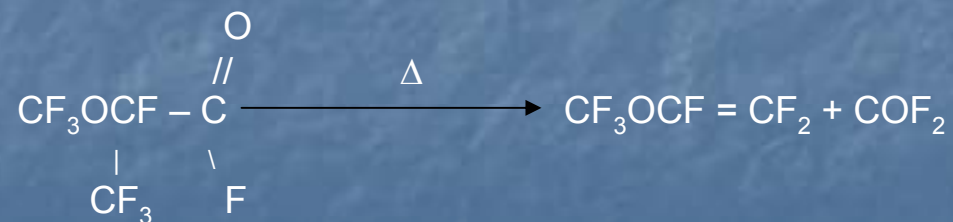
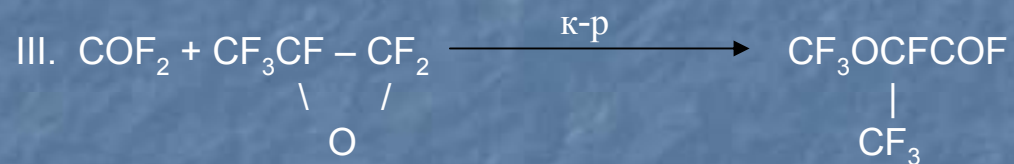
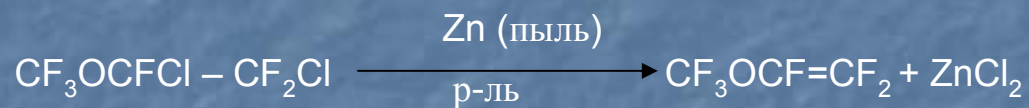
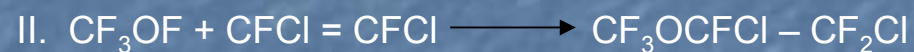
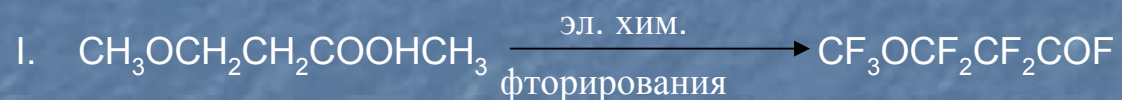
Температура стеклования фторполимеров

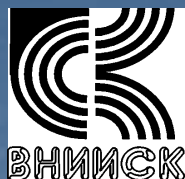
| Структура фторполимеров | $T_{ст}$, K (°C) |
|--|------------------------------|
| $-(CF_2 - CH_2)_3 (CF - CF_2)_1 -$ OCF_3 | 233 (-40) |
| $(CF_2 - CH_2)_3 (CF - CF_2)_1 -$ $OCF_2CF_2(OCF_2)_x F$ $x = 1-4$ | $208 \div 161$ (-75 ÷ -112) |
| $(CF_2 - CF_2)_1 (CF - CF_2)_1$ $O - CF_2CF_2(OCF_2)_x OCF_3$ $x = 2$ | 223 (-50) |
| $(CF_2 - CH_2)_3 (CF - CF_2)_1$ $O - (CF_2CF_2O)_x CF_3$ $x = 2-4$ | $213 \div 194$ (-60 ÷ -79) |
| $ \begin{array}{c} N \\ // \quad \backslash \\ - [(CF_2)_6 - C \quad C -]_n \\ \quad \quad \\ N \quad \quad N \\ \backslash \quad / \\ CF_2(OCF_2)_x OCF_3 \end{array} $ $x = 1-7$ | $218 \div 154$ (-55 ÷ -119) |
| $OCH_2CF_2(OCF_2)_x OCF_3$ $-(P=N)_n -$ $OCH_2CF_2(OCF_2)_x OCF_3$ $x = 2-5$ | $119 \div 132$ (-154 ÷ -141) |
| $-(CF - CF_2O)_n -$ $OCF_2CF_2CF_2(OCF_2)_x OCF_3$ $x = 4$ | 121 (-152) |
| CH_3 $-(Si - O)_n -$ $(CH_2)_2(CF_2)_2(OCF_2)_x OCF_3$ $x = 3$ | 138 (-135) |



**Перечень важнейших
перфторполиоксаалкилвиниловых эфиров,
получаемых реакцией декарбоксилирования
перфтороксакарбоновых кислот**



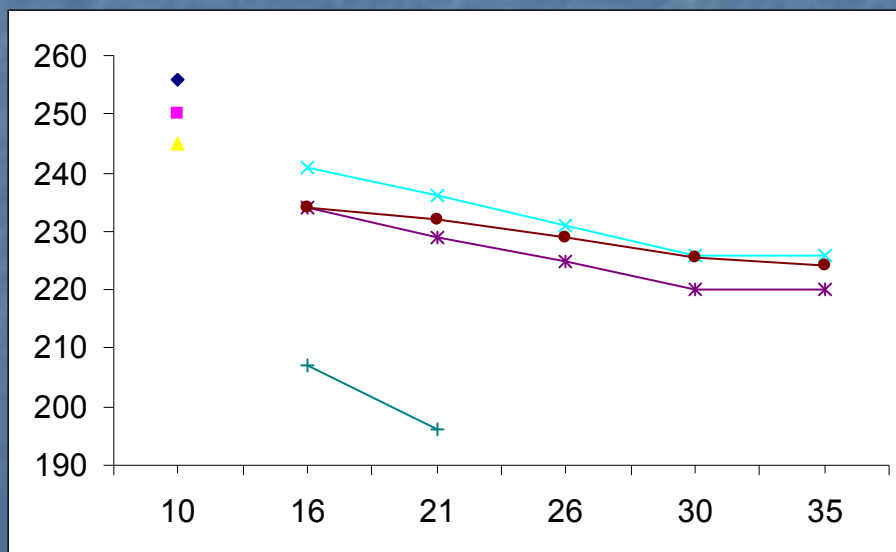




Fluoropolymers

Зависимость T_c (K) ПФТ полимеров от длины l ($\cdot 10^{10}$ м) и строения основной и боковой алкильных цепей

| I | II | III |
|--|--|---|
| $ \begin{array}{c} \text{N} \\ / \quad \backslash \\ -[(\text{CF}_2)_6 - \text{C} \quad \text{C}]_K - \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \backslash \quad // \\ \text{C} \\ \\ \text{R}_F \end{array} $ | $ \begin{array}{c} \text{N} \\ / \quad \backslash \\ -[(\text{CF} - \text{OCF}_2)_n \text{CF}_2(\text{CF}_2\text{OCF})_m - \text{C} \quad \text{C}]_K - \\ \qquad \qquad \\ \text{CF}_3 \qquad \text{CF}_3 \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \backslash \quad // \\ \text{C} \\ \\ \text{R}_F \end{array} $ | $ \begin{array}{c} \text{N} \\ / \quad \backslash \\ -[(\text{CF}_2\text{OCF}_2)_n \text{CF}_2(\text{CF}_2\text{OCF}_2)_m - \text{C} \quad \text{C}]_K - \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \backslash \quad // \\ \text{C} \\ \\ \text{R}_F \end{array} $ |



$R_F =$

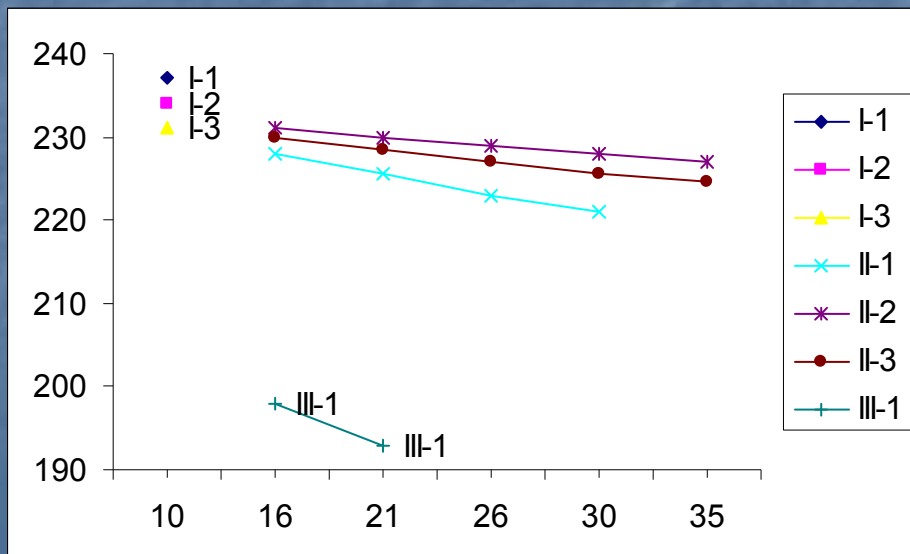
1. $\text{CF}_3 -$
2. $\text{C}_3\text{F}_7 -$
3. $\text{C}_6\text{F}_{13} -$



Fluoropolymers

Зависимость T_c (K) ПФТ полимеров от длины l ($\cdot 10^{10}$ м) и строения основной и боковой октаалкильных цепей

| I | II | III |
|--|---|---|
| $ \begin{array}{c} \text{N} \\ / \quad \backslash \\ -[(\text{CF}_2)_6 - \text{C} \quad \text{C}]_K - \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \backslash \quad // \\ \text{C} \\ \\ \text{R}_F \end{array} $ | $ \begin{array}{c} \text{N} \\ / \quad \backslash \\ -[(\text{CF} - \text{OCF}_2)_n \text{CF}_2(\text{CF}_2\text{OCF})_m - \text{C} \quad \text{C}]_K - \\ \qquad \qquad \\ \text{CF}_3 \qquad \text{CF}_3 \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \backslash \quad // \\ \text{C} \\ \\ \text{R}_F \end{array} $ | $ \begin{array}{c} \text{N} \\ / \quad \backslash \\ -[(\text{CF}_2\text{OCF}_2)_n \text{CF}_2(\text{CF}_2\text{OCF}_2)_m - \text{C} \quad \text{C}]_K \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \backslash \quad // \\ \text{C} \\ \\ \text{R}_F \end{array} $ |



$R_F =$

1. $\text{CF}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2 -$

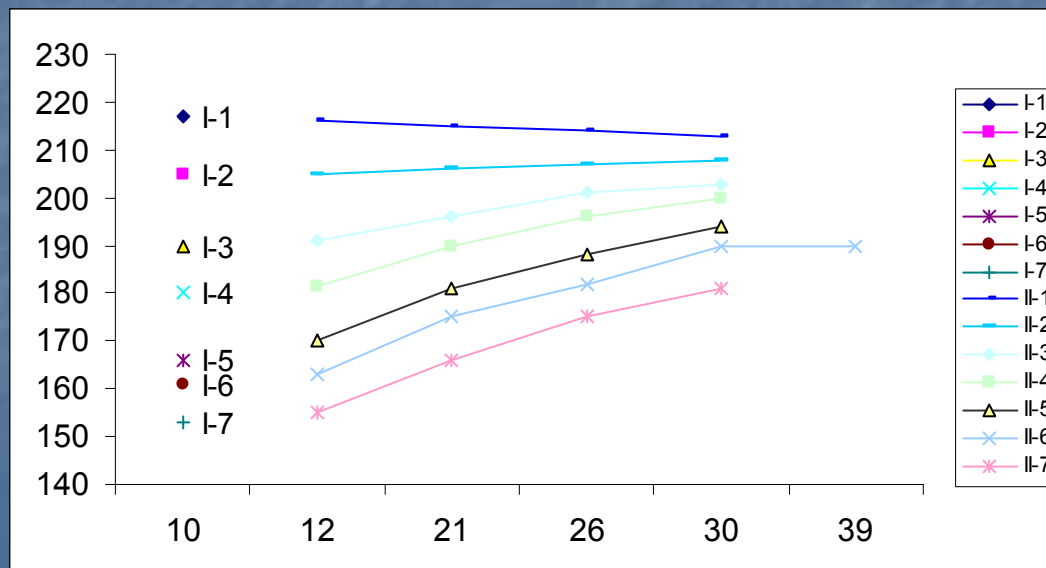
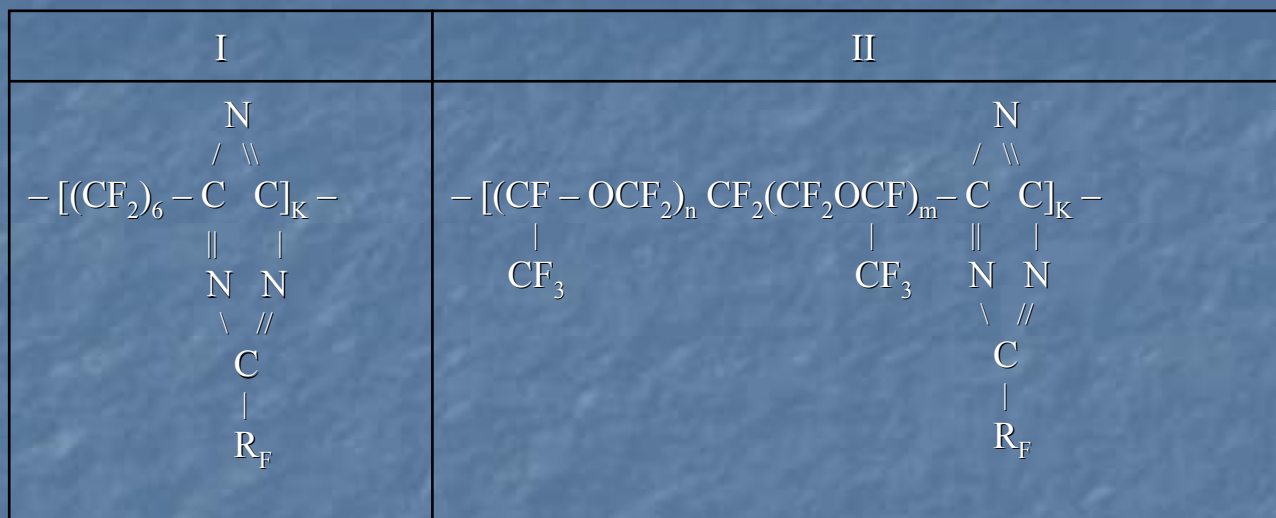
2. $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{OCF} \begin{array}{c} | \\ \text{CF}_3 \end{array} \text{CF}_2\text{OCF} \begin{array}{c} | \\ \text{CF}_3 \end{array} -$

3. $\text{CF}_3\text{OCF} \begin{array}{c} | \\ \text{CF}_3 \end{array} \text{CF}_2\text{OCF} \begin{array}{c} | \\ \text{CF}_3 \end{array} -$



Fluoropolymers

Зависимость T_C (К) ПФТ полимеров от длины l ($\cdot 10^{10}$ м) и строения основной и боковой цепей



$$\text{R}_F = \text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_a\text{CF}_2$$

1. $a = 1$;
2. $a = 2$;
3. $a = 3$;
4. $a = 4$;
5. $a = 5$;
6. $a = 6$;
7. $a = 7$;

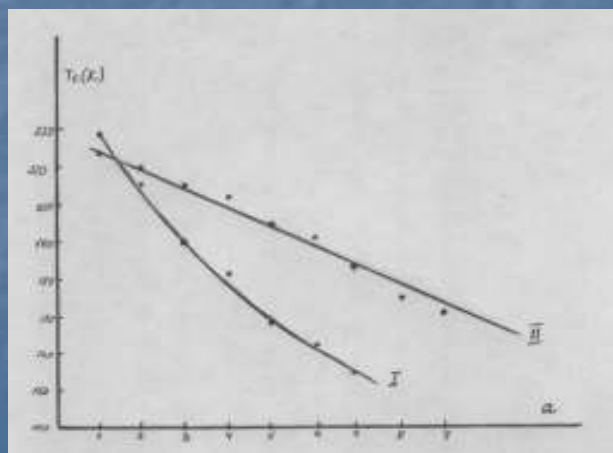


Fluoropolymers

Зависимость T_c (К) ПФТ полимеров от звеньев боковой перфтороксаметиленовых цепей

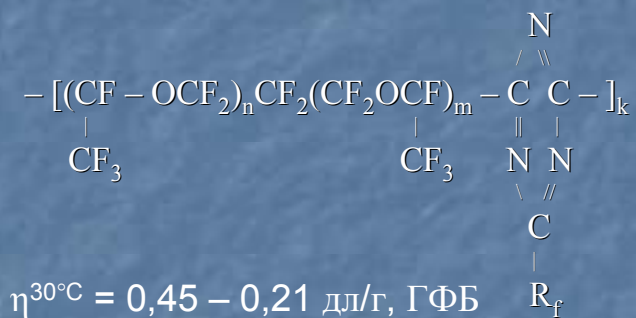
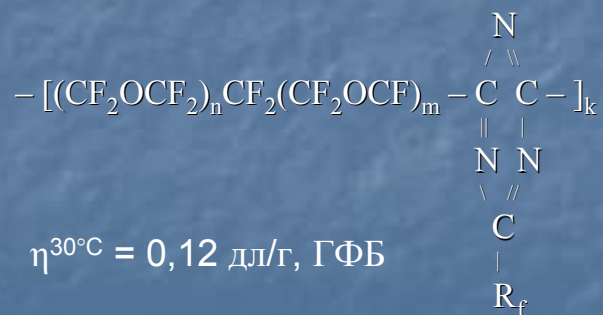
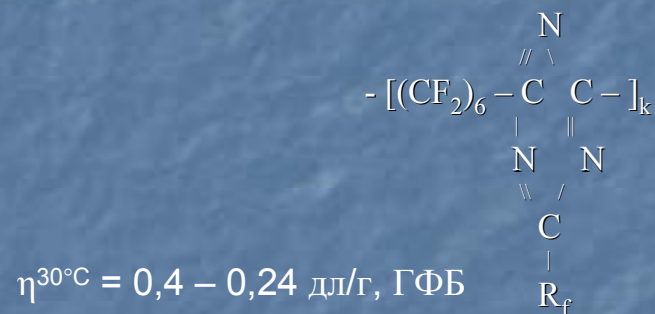
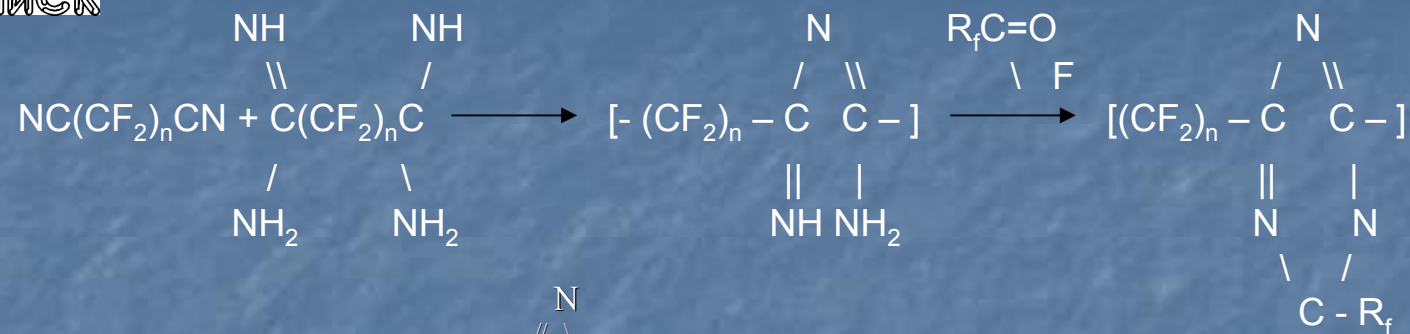


| I | II |
|--|--|
| $ \begin{array}{c} \text{N} \\ / \quad \backslash \\ -[(CF_2)_6 - C \quad C]_n - \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \backslash \quad // \\ \text{C} \\ \\ R_F \end{array} $ | $ \begin{array}{c} \text{N} \\ / \quad \backslash \\ -[(CF - OCF_2)_n \quad CF_2(CF_2OCF)_m - C \quad C]_k - \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ CF_3 \quad \quad \quad CF_3 \quad \quad \quad \text{N} \quad \text{N} \\ \backslash \quad // \\ \text{C} \\ \\ R_F \end{array} $ <p style="text-align: center;">$n + m = 6$</p> |





Fluoropolymers Синтез модельных перфтортриазиновых полимеров





| T_c (К) | Боковая цепь | |
|--|-----------------------|---------------------------|
| | перфтор- алкильная | перфторокса- алкильная |
| $(\Delta T_c)_1$ – понижение T_c на каждый введенный в основную цепь атом кислорода (ОГФП) | 4,5 | 1,5 + 2,0 |
| $(\Delta T_c)_2$ – понижение T_c на каждый введенный в основную цепь атом кислорода (ОТФЭ) | 9,5 | 5,0 |
| $(\Delta T_c)_3$ – понижение T_c от введения трех атомов кислорода (ОГФП) в основную цепь по сравнению с $(-CF_2-)_6$ основной цепью | 17,0 | 4,5 |
| $(\Delta T_c)_4$ – понижение T_c от введения трех атомов кислорода (ОТФЭ) в основную цепь по сравнению с $(-CF_2-)_6$ основной цепью | 50,0 | 33,5 |

перфторалкильная цепь
 CF_3- , C_3F_7-

перфтороксаалкильная цепь
 $CF_3OCF_2CF_2-$
 $C_3F_7O(CFCF_2O)_nCF-$
 $\begin{array}{cc} | & || \\ CF_3 & CF_3 \end{array} \quad n = 0-2$



$$\frac{\overline{h_0^2}}{Nl^2}^{*1}$$

| | |
|--|-----------|
| – (CF ₂ CF ₂) _n – | ≥ 20 |
| – (CF ₂ CF ₂ O) _n – | 1,6 ± 0,6 |
| – (CF ₂ O) _n – | ≈ 1,5 |

Результаты конформационного рентгеноструктурного анализа подтверждают сверхгибкость цепей фторполимеров

*1 – В. А. Пономаренко с сотрудниками; Высok. соедин.; 1981; 6; 403



Fluoropolymers

Расчетное уравнение Аскадского-Слонимского для определения T_c фторполимеров:

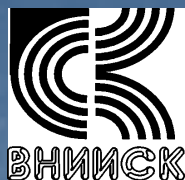
$$\lg T_c = \frac{\sum_i \Delta K_i}{N_A \times \sum_i \Delta V_i} + A$$

$\sum_i \Delta V_i$ — собственный мольный объем повторяющегося звена;

$\sum_i \Delta K_i$ — аддитивная величина, связанная с коэффициентом упаковки и коэффициентом объемного расширения (эффективный объем повторяющегося звена);

N_A — число Авогадро, $0,60229 \times 10^{24}$;

A — параметр линейности полимеров, равный 1,435.

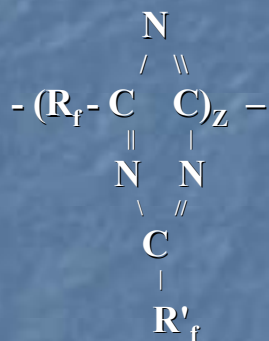


| № п/п | Элемент | Условное обозначение | Численное значение (см ³ мол) |
|----------|--|--------------------------|---|
| 1 | Кислород в боковой перфтороксиметиленовой цепи | $K^*_{0 \text{ бок}}$ | -3,760 |
| 2 | Кислород в звеньях ОГФП в основной цепи | $K^*_{01 \text{ основ}}$ | 1,324 |
| 3 | Кислород в звеньях ОТФЭ в основной цепи | $K^*_{02 \text{ основ}}$ | -1,220 |
| 4 | Триазиновое кольцо | $K^*_{0 \text{ тр}}$ | 32,077 |



Fluoropolymers

Расчетные и экспериментальные данные T_c фторсодержащих триазиновых структур:

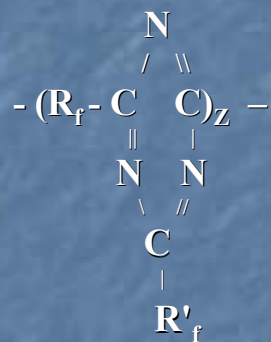


| R_f | R'_f | $T_c(\text{K})$ расч. | $T_c(\text{K})$ эксп. |
|--|--|-----------------------|-----------------------|
| $-(\text{CF}_2)_6-$ | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_3\text{CF}_2-$ | 190 | 187 |
| $-(\text{CF}_2)_6-$ | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_3\text{CF}_2-$ | 154 | 159 |
| $-(\text{CFOCF}_2)_3\text{CF}_2(\text{CF}_2\text{OCF})_3 -$ $\text{CF}_3 \quad \text{CF}_3$ | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_3\text{CF}_2-$ | 205 | 203 |
| $-(\text{CFOCF}_2)_3\text{CF}_2(\text{CF}_2\text{OCF})_3 -$ $\text{CF}_3 \quad \text{CF}_3$ | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_7\text{CF}_2-$ | 182,5 | 182,5 |
| $ \begin{array}{c} \text{N} \\ / \quad \backslash \\ [\text{R}_f - \text{C} \quad \text{C}]_Z \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \backslash \quad / \\ \text{C} \\ \\ (\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_7\text{CF}_2 \\ - \text{CF}_2\text{O} - \text{CF}_2)_2 - \end{array} $ | | 139,5 | - |
| $- \text{CF}_2\text{O} - \text{CF}_2)_7 -$ | | 154 | - |



Fluoropolymers

Расчетные и экспериментальные данные T_c фторсодержащих триазиновых структур:

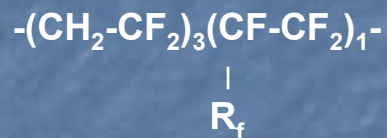


| R_f | R'_f | $T_c(\text{K})$ расч. | $T_c(\text{K})$ эксп. |
|---|---------------|-----------------------|-----------------------|
| $ \begin{array}{c} \text{N} \\ / \quad \backslash \\ [\text{R}_f - \text{C} \quad \text{C}]_Z \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \backslash \quad / \\ \text{C} \\ \\ (\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_7\text{CF}_2 \\ - \text{CF}_2\text{OCF}_2\text{OCF}_2 - \end{array} $ | | 132,0 | - |
| $- \text{CF}_2\text{O} (\text{CF}_2\text{O})_4\text{CF}_2 -$ | | 126 | - |
| $- \text{CF}_2\text{O} (\text{CF}_2\text{O})_6\text{CF}_2 -$ | | 123 | - |

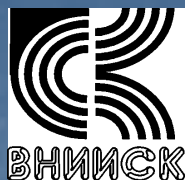


Fluoropolymers

Расчетные и экспериментальные данные T_c фторсодержащих карбоцепных структур:

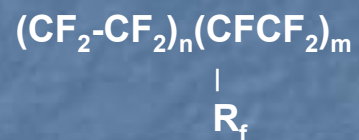


| № п/п | R_f | T_c (K) расч. | T_c (K) эксп. |
|----------|--|-----------------|-----------------|
| 1 | CF ₃ O- | 231 | 233 |
| 2 | CF ₃ OCF ₂ CF ₂ CF ₂ O- | 223 | 223 |
| 3 | CF ₃ (CF ₂ CF ₂ O) ₃ | 202,5 | 203 |
| 4 | CF ₃ O(CF ₂ O) ₃ CF ₂ CF ₂ O- | 176 | 178 |
| 5 | CF ₃ O(CF ₂ O) ₄ CF ₂ CF ₂ O- | 168 | 161 |
| 6 | CF ₃ O(CF ₂ O) ₅ CF ₂ CF ₂ O- | 162 | - |
| 7 | CF ₃ O(CF ₂ O) ₆ CF ₂ CF ₂ O- | 15,5 | - |

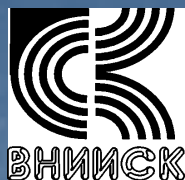


Fluoropolymers

Расчетные и экспериментальные данные T_c фторсодержащих карбоцепных структур:



| № п/п | R_f | $T_c(\text{K})$ расч. | $T_c(\text{K})$ эксп. |
|----------|---|-----------------------|-----------------------|
| 1 | $\text{CF}_3\text{O-}$ | 249,0 | 254 |
| 2 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2)_3\text{O-}$ | 231,0 | 225 |
| 3 | $\text{CF}_3\text{OCF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{O-}$ | 198,5 | - |
| 4 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O-}$ | 182,5 | - |
| 5 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O-}$ | 170,5 | - |
| 6 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_4\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O-}$ | 162,0 | - |
| 7 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_5\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O-}$ | 155,0 | - |
| 8 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_6\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O-}$ | 150,0 | - |
| 9 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_7\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O-}$ | 145,5 | - |

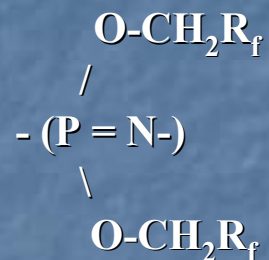


| № п/ п | R_f | $T_c(\text{K})$ расч. | $T_c(\text{K})$ эксп. |
|--------------|---|-----------------------|-----------------------|
| 1 | $\text{CF}_3\text{O}-$ | 235,0 | 246 |
| 2 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2)_3\text{O}-$ | 219,0 | 217 |
| 3 | $\text{CF}_3\text{OCF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{O}-$ | 181,0 | - |
| 4 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O}-$ | 165,5 | - |
| 5 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O}-$ | 155,0 | - |
| 6 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_4\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O}-$ | 147,0 | - |
| 7 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_5\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O}-$ | 141,5 | - |
| 8 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_6\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O}-$ | 137,0 | - |
| 9 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_7\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O}-$ | 133,5 | - |



| № п/п | полиэфир | $T_c(K)^*$ расч. | $T_c(K)$ эксп. |
|----------|---|------------------|----------------|
| 1 | $[-(CF_2CF_2O)_3(CF_2O)_7-]_n$ | 113 | 128,5 |
| 2 | $-(CF_2CF_2CF_2CF_2O-)_n$ | 208 | 221,0 |
| 3 | $-(CF_2CF_2O-)_n$ | 178 | 174,0 |
| 4 | $-(CF_2CF_2O-)_n$ CF_3 | 201 | 204,5 |
| 5 | $-(CF_2O-)_n$ | - | 102,5 |
| 6 | $(CF_2CF_2O)_n$ $OCF_2CF_2CF_2(OCF_2)_6OCF_3$ | 138 | 137 |

* – при расчете T_c полимеров с трифторметильной боковой группой использовался инкремент K_{02}^* осн., а для полимеров без боковых цепей - K_0^* бок.



| № п/ п | R_f | $T_c(\text{K})$ расч. | $T_c(\text{K})$ эксп. |
|--------------|--|-----------------------|-----------------------|
| 1 | $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{O}$ | 217,2 | 207,2 |
| 2 | $\text{CF}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O}$ | 175,7 | 174,2 |
| 3 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O}$ | 131,2 | 132,2 |
| 4 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_3\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O}$ | 134,2 | 135,2 |
| 5 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_4\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O}$ | 119,2 | 123,2 |
| 6 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_5\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O}$ | 122,7 | 119,2 |
| 7 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_6\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O}$ | 112,7 | - |
| 8 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_7\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O}$ | 116,2 | - |
| 9 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_8\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O}$ | 111,2 | - |
| 10 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_9\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O}$ | 112,2 | - |



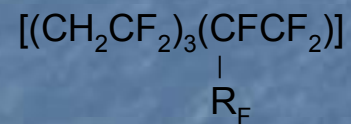
| № п/п | $ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ (-\text{Si}-\text{O}-)_z \\ \\ \text{R}'_f \end{array} $ | T_c , К, расчетная | T_c , К, экспериментальная |
|----------|---|----------------------|------------------------------|
| 1 | $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_2\text{O}(\text{CF}_2)_2(\text{CH}_2)_2-$ | 186,0 | 182 |
| 2 | $ \begin{array}{c} \text{CF}_3(\text{CF}_2)_2\text{OCF}(\text{CH}_2)_2- \\ \\ \text{CF}_3 \end{array} $ | 186,0 | 184 |
| 3 | $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$ | 195,5 | 200 |
| 4 | $\text{CF}_3\text{OCF}_2\text{O}(\text{CF}_2)_2(\text{CH}_2)_2-$ | 150,0 | - |
| 5 | $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{O})_2(\text{CF}_2)_2(\text{CH}_2)_2-$ | 142,0 | - |



| № п/п | $ \begin{array}{c} R'_f \\ \\ (-Si-O-)_z \\ \\ R'_f \end{array} $ | T_c , К, расчетная | T_c , К, экспериментальная |
|----------|---|----------------------|------------------------------|
| 1 | $CF_3OCF_2O(CF_2)_2(CH_2)_2-$ | 159,0 | - |
| 2 | $CF_3O(CF_2O)_2(CF_2)_2(CH_2)_2-$ | 147,5 | - |
| 3 | $CF_3O(CF_2O)_3(CF_2)_2(CH_2)_2-$ | 140,5 | - |
| 4 | $CF_3O(CF_2O)_4(CF_2)_2(CH_2)_2-$ | 135,0 | - |
| 5 | $CF_3O(CF_2O)_5(CF_2)_2(CH_2)_2-$ | 131,0 | - |
| 6 | $CF_3O(CF_2O)_6(CF_2)_2(CH_2)_2-$ | 127,5 | - |
| 7 | $CF_3O(CF_2O)_7(CF_2)_2(CH_2)_2-$ | 127,0 | - |



Fluoropolymers Зависимость $\lg T_c$ от $\sum_i \left(\frac{1 + \frac{1}{m_i}}{n_i} \right)$ для сополимеров винилиденфторида и перфторвиниловых эфиров



$$\lg T_c = 2,390 - 0,0346 \cdot \sum_i \left(\frac{1 + \frac{1}{m_i}}{n_i} \right)$$



$$\lg T_c = 2,250 - 0,014 \cdot \sum_i \left(\frac{1 + \frac{1}{m_i}}{n_i} \right)$$






Fluoropolymers

Ассортимент фторкаучуков,
выпускаемых ФГУП НИИСК им. акад. С. В. Лебедева

| Торговая марка | Зарубежные аналоги | Структурный состав | Температурный интервал эксплуатации, °C |
|----------------|--------------------|---|---|
| Неофтон | Калрез | Сополимер тетрафторэтилена, префторметилвинилового эфира, функционального мономера, содержащего CN-группу | -18 ÷ +300 |
| СКФ-260 В | Viton GLT | Сополимер винилиденфторида тетрафторэтилена, префторметилвинилового эфира бром фторэтилена | -35 ÷ +250 |
| СКФ-260 МПАН | Отсутствует | Сополимер винилиденфторида перфторалкилвиниловых эфиров | -50 ÷ +250 |



Создание морозостойких фторкаучуков – выдающееся достижение химии XX века.

Коллеги и зарубежные фирмы, участвующие вместе с нами в решении морозостойкости каучуков.

ФГУП "НИИСК" им. акад. С. В. Лебедева

ИОХ РАН

**Пермский филиал НТЦ
"Прикладная химия«**

Кирово-Чепецкий химкомбинат

**Фирма 3M Dyneon LLC
пат. US 6.294.628**

**Фирма WMK (Япония)
пат. US 5.681.921
5.783.659
5.729.532**

**Фирма Байер (Германия)
пат. US 5.696.216**

THANK YOU!