

Рутт ТОМСОН, С. ФАЙНГОЛЬД, Н. МАСПАНОВ

## КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА n-АЛКИЛАМИНОЭТИЛСУЛЬФАТОВ И -СУЛЬФОНАТОВ

### 2. Смачивание, пенообразование и моющая способность

В [1] приведены данные о поверхностном натяжении растворов *n*-алкиламиноэтилсульфатов и -сульфонатов, условия образования мицеллярных растворов и эмульгирующая способность их.

В настоящей работе рассматриваются смачивающая способность, пенообразование и пеноустойчивость, а также моющая способность этих веществ.

Изучались натриевые соли *n*-гексиламиноэтилсульфата, *n*-октиламиноэтилсульфата, *n*-дециламиноэтилсульфата, *n*-додециламиноэтилсульфата, метилдодециламиноэтилсульфата, *n*-гексиламиноэтилсульфоната, *n*-октиламиноэтилсульфоната, *n*-дециламиноэтилсульфоната, *n*-додециламиноэтилсульфоната и *n*-метилдодециламиноэтилсульфоната.

Таблица 1

Относительная смачивающая способность натриевых солей *n*-алкиламиноэтилсульфатов и -сульфонатов в дистиллированной воде (концентрация растворов 0,125%)

| Вещество                            | Температура, °С | Смачивающая способность, % |
|-------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| <i>n</i> -Гексиламиноэтилсульфат    | 20              | 46                         |
| <i>n</i> -Октиламиноэтилсульфат     | 20              | 54                         |
| <i>n</i> -Дециламиноэтилсульфат     | 20              | 82                         |
| То же                               | 50              | 98                         |
| <i>n</i> -Додециламиноэтилсульфат   | 20              | 70                         |
| <i>n</i> -Гексиламиноэтилсульфонат  | 20              | 80                         |
| <i>n</i> -Октиламиноэтилсульфонат   | 20              | 68                         |
| <i>n</i> -Дециламиноэтилсульфонат   | 20              | 82                         |
| То же                               | 50              | 88                         |
| <i>n</i> -Додециламиноэтилсульфонат | 20              | 86                         |
| Метилдодециламиноэтилсульфонат      | 20              | 96                         |
| Додецилсульфат натрия               | 20              | 100                        |
| То же                               | 50              | 105                        |
| Вода дистиллированная               | 20              | 0                          |
| То же                               | 50              | 47                         |
| Вода стандартной жесткости          | 20              | 0*                         |
| <i>n</i> -Дециламиноэтилсульфат     | 20              | 78*                        |
| <i>n</i> -Дециламиноэтилсульфонат   | 20              | 72*                        |

\* В воде стандартной жесткости.

Таблица 2

Пенообразующая способность и пеностойчивость растворов нагретых солей  
*n*-алкиламиноэтилсульфатов и -сульфонатов

| Вещество                                      | Дистиллированная вода |      |         |      |         |       |       |      |         |   | Жесткая вода |       |       |      |         |      |         |      |
|---|-----------------------|------|---------|------|---------|-------|-------|------|---------|---|--------------|-------|-------|------|---------|------|---------|------|
|   | 50 °С                 |      |         |      |         | 20 °С |       |      |         |   | 50 °С        |       |       |      |         |      |         |      |
|   | Концентрация, %       |      |         |      |         |       |       |      |         |   |              |       |       |      |         |      |         |      |
|   | 0,125                 |      | 0,062 5 |      | 0,031 3 |       | 0,125 |      | 0,062 5 |   | 0,031 3      |       | 0,125 |      | 0,062 5 |      | 0,031 3 |      |
|   | 1                     | 2    | 1       | 2    | 1       | 2     | 1     | 2    | 1       | 2 | 1            | 2     | 1     | 2    | 1       | 2    | 1       | 2    |
| <i>n</i> -Гексиламиноэтилсульфат              | 0                     | 0    | 0       | 0    | 0       | 0     | —     | —    | —       | — | —            | —     | —     | —    | —       | —    | —       | —    |
| <i>n</i> -Октиламиноэтилсульфат               | 19                    | 0,24 | 11      | 0    | 7       | 0     | —     | —    | —       | — | —            | —     | —     | —    | —       | —    | —       | —    |
| <i>n</i> -Дециламиноэтилсульфат               | 174                   | 0,9  | 142     | 0,86 | 104     | 0,34  | 150   | 0,81 | 138     | — | —            | 0,063 | 189   | 0,9  | 102     | 0,46 | 18      | 0    |
| <i>n</i> -Додециламиноэтилсульфат             | 218                   | 0,85 | 190     | 0,79 | 137     | 0,55  | —     | —    | —       | — | 0,37         | 28    | —     | —    | —       | —    | —       | —    |
| <i>n</i> -Гексиламиноэтилсульфонат            | 20                    | 0,09 | 13      | 0    | 9       | 0     | —     | —    | —       | — | —            | —     | —     | —    | —       | —    | —       | —    |
| <i>n</i> -Октиламиноэтилсульфонат             | 143                   | 0,88 | 71      | 0,55 | 46      | 0,48  | —     | —    | —       | — | —            | —     | —     | —    | —       | —    | —       | —    |
| <i>n</i> -Дециламиноэтилсульфонат             | 157                   | 0,91 | 150     | 0,89 | 113     | 0,88  | 14    | 0,94 | 4       | — | —            | 0,4   | 200   | 0,93 | 168     | 0,9  | 135     | 0,68 |
| <i>n</i> -Додециламиноэтил-<br>сульфонат      | 225                   | 0,73 | 187     | 0,72 | 168     | 0,56  | —     | —    | —       | — | 0,4          | 4     | —     | —    | —       | —    | —       | —    |
| <i>n</i> -Метилдодециламиноэтил-<br>сульфонат | 206                   | 0,9  | 196     | 0,88 | 182     | 0,89  | —     | —    | —       | — | —            | —     | —     | —    | —       | —    | —       | —    |
| <i>n</i> -Додецилфенилсульфонат               | 186                   | 0,74 | 186     | 0,82 | 152     | 0,58  | —     | —    | —       | — | —            | —     | —     | —    | —       | —    | —       | —    |

Примечание. 1 — первоначальная высота столба пены, мм; 2 —  $H_5/H_0$ .

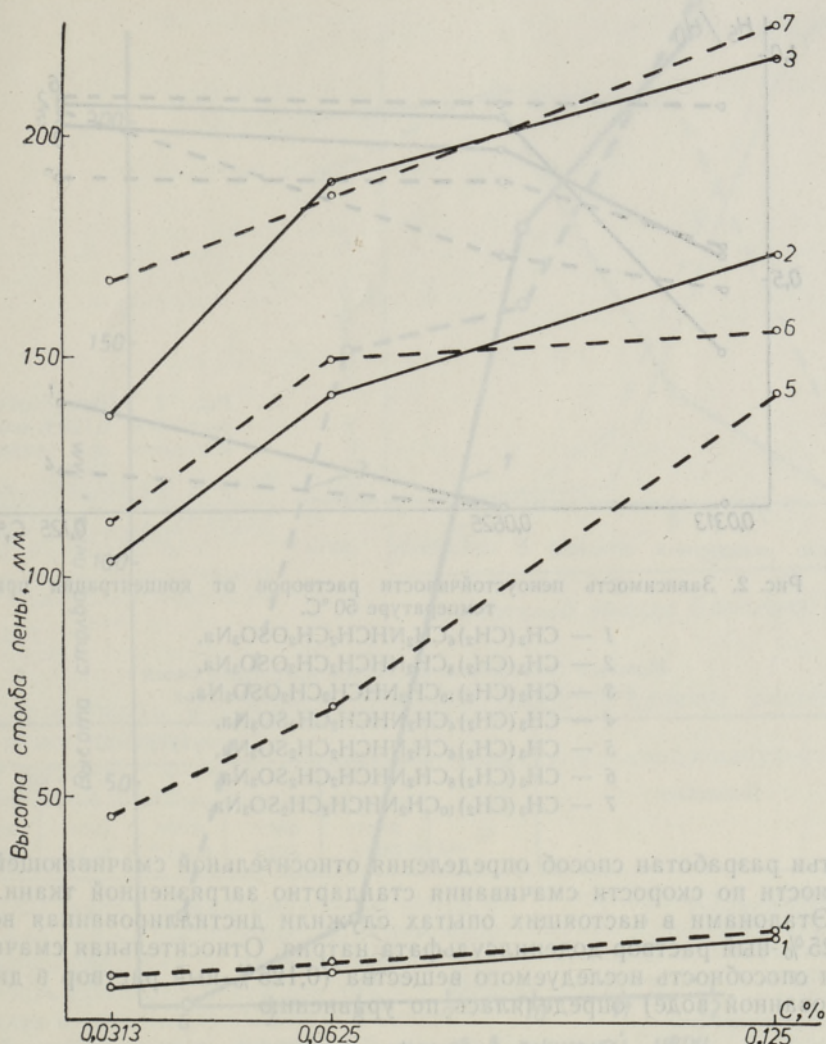


Рис. 1. Зависимость пенообразующей способности от концентрации при температуре 50 °C.

- 1 —  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{Na}$ ,
- 2 —  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{Na}$ ,
- 3 —  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{Na}$ ,
- 4 —  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{Na}$ ,
- 5 —  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{Na}$ ,
- 6 —  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{Na}$ ,
- 7 —  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{Na}$ .

**Смачивание.** В наиболее простом виде движение жидкости по горизонтальному капилляру подчиняется уравнению Уошборна [2], что подтверждено в ряде экспериментальных исследований [3–5]. Реальные процессы смачивания нередко протекают в условиях, отличающихся от условий предложенной модели, например, при смывании масло-жировых загрязнений с поверхностей, пропитке нефтеносных пластов водным раствором поверхностно-активных веществ (ПАВ) и др. С учетом этих особенностей в Институте химии АН ЭССР одним из авторов данной

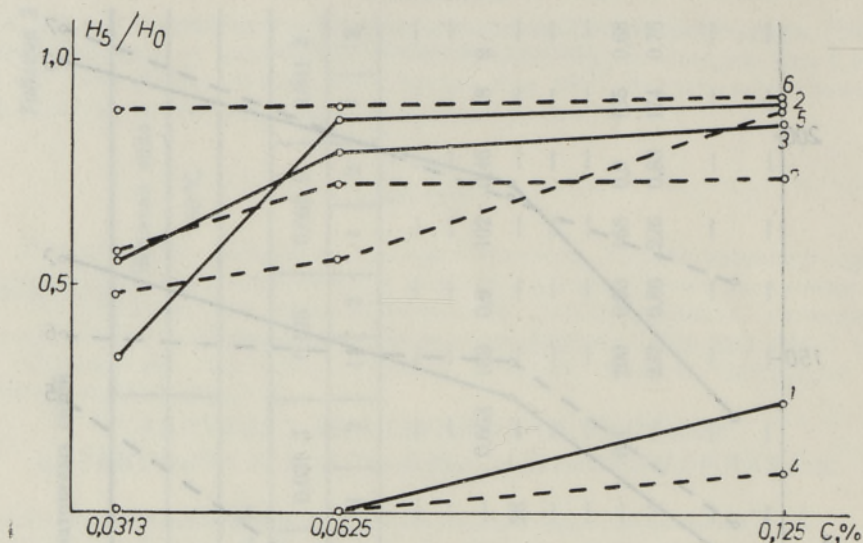


Рис. 2. Зависимость пеноустойчивости растворов от концентрации при температуре 50 °C.

- 1 —  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{Na}$ ,
- 2 —  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{Na}$ ,
- 3 —  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{Na}$ ,
- 4 —  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{Na}$ ,
- 5 —  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{Na}$ ,
- 6 —  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{Na}$ ,
- 7 —  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{Na}$ .

статьи разработан способ определения относительной смачивающей способности по скорости смачивания стандартно загрязненной ткани.

Эталонами в настоящих опытах служили дистиллированная вода и 0,125%-ный раствор додецилсульфата натрия. Относительная смачивающая способность исследуемого вещества (0,125%-ный раствор в дистиллированной воде) определялась по уравнению

$$Q_x = \frac{t_1 - t_x}{t_1 - t_2},$$

где  $t_1$  — время смачивания водой,  $t_2$  — время смачивания раствором додецилсульфата натрия,  $t_x$  — время смачивания раствором исследуемого вещества.

По данным об относительной смачивающей способности индивидуальных представителей исследуемого гомологического ряда, приведенным в табл. 1, видно, что максимальной смачивающей способностью обладает *n*-дециламиноэтилсульфат (его показатели близки к показателям додецилсульфата натрия).

С повышением температуры раствора скорость смачивания возрастает линейно. Растворы исследуемых ПАВ лучше смачивают в дистиллированной воде, чем в воде стандартной жесткости.

**Пенообразование.** Пенообразующая способность определялась по Росс-Майлсу также при температурах 20 и 50 °C в дистиллированной и жесткой воде (5,35 мг-экв/л). Максимальной пенообразующей способностью обладают *n*-додециламиноэтилсульфонат, *n*-метилдодециламиноэтилсульфонат и *n*-додециламиноэтилсульфат (табл. 2, рис. 1—4). Срав-

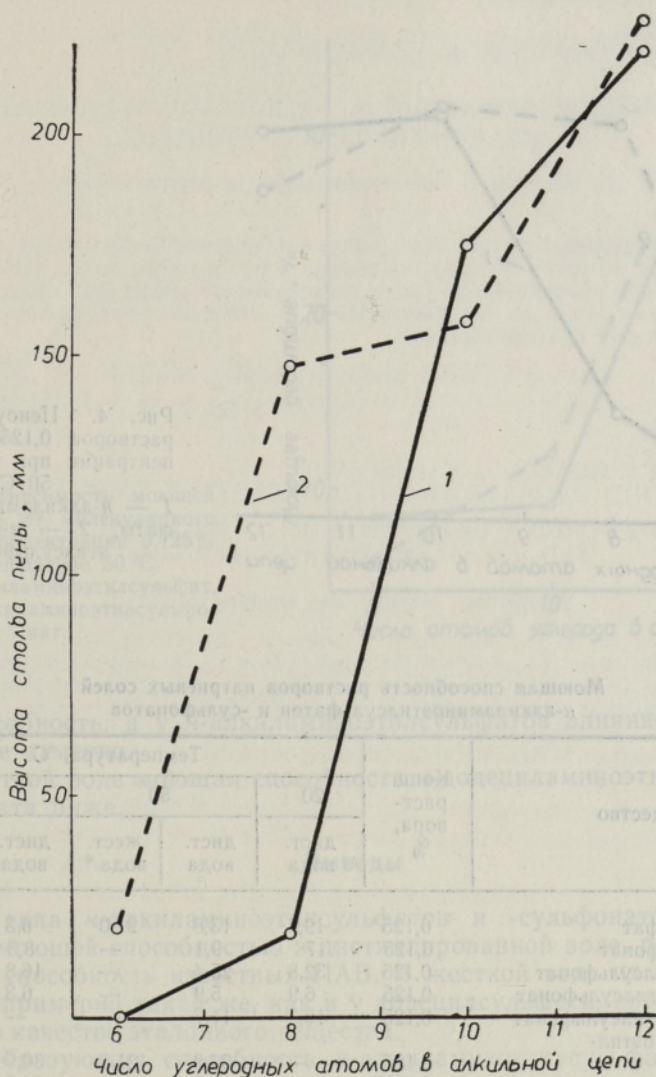


Рис. 3. Пенообразующая способность растворов 0,125%-ной концентрации при температуре 50°C.

1 — *n*-алкиламиноэтилсульфаты, 2 — *n*-алкиламиноэтилсульфонаты.

нение с лучшими пенообразователями, такими, как например сульфэтоксилаты, показывает, что некоторые из исследованных образцов не уступают им по пенообразованию. Пенообразование в жесткой воде по сравнению с пенообразованием в дистиллированной не только не снижается, но даже несколько возрастает. Замещение водорода в аминной группе метильной группой повышает пеноустойчивость и пенообразующую способность веществ при низких концентрациях.

**Моющая способность.** Для определения моющей способности применялась лабораторная стирка искусственно загрязненной стандартной хлопчатобумажной ткани в лаундерометре при температурах 20, 50 и 80° в дистиллированной и жесткой (5,35 мг-экв/л) воде. Расчеты проводились по уравнению Кубелки-Мунка. В гомологическом ряду *n*-алкил-

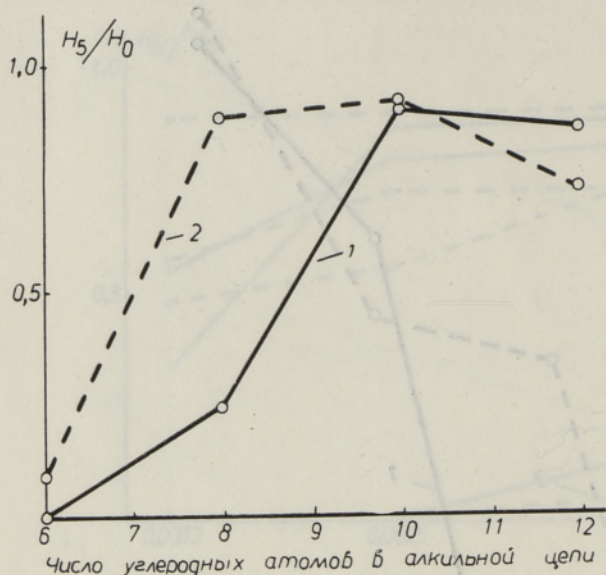


Рис. 4. Пеноустойчивость растворов 0,125%-ной концентрации при температуре 50 °С.

1 — *n*-алкиламиноэтилсульфаты, 2 — *n*-алкиламиноэтилсульфонаты.

Таблица 3

Моющая способность растворов натриевых солей *n*-алкиламиноэтилсульфатов и -сульфонатов

| Вещество                                 | Конц. раствора, % | Температура, °С |            |              |            |              |  |
|--|-------------------|-----------------|------------|--------------|------------|--------------|--|
|  |                   | 20              |            | 50           |            | 80           |  |
|  |                   | дист. вода      | дист. вода | жест. вода * | дист. вода | жест. вода * |  |
| <i>n</i> -Додецилсульфат                 | 0,125             | 19,7            | 13,8       | 21,0         | 6,3        | —            |  |
| <i>n</i> -Додецилсульфонат               | 0,125             | 17              | 9,1        | —            | 8,5        | —            |  |
| <i>n</i> -Додецилфенилсульфонат          | 0,125             | 32,8            | 25,4       | —            | 16,8       | —            |  |
| <i>n</i> -Октиламиноэтилсульфонат        | 0,125             | 6,9             | 5,9        | —            | 6,3        | —            |  |
| <i>n</i> -Дециламиноэтилсульфонат        | 0,125             | 10,3            | 11,7       | —            | —          | —            |  |
| <i>n</i> -Додециламиноэтилсульфонат      | 0,125             | —               | 33,8       | 21,9         | 30,9       | 19,5         |  |
| То же                                    | 0,0625            | —               | 9,7        | —            | 14,6       | —            |  |
| <i>n</i> -Метилдодециламиноэтилсульфонат | 0,125             | —               | 21,3       | —            | 21,3       | —            |  |
| <i>n</i> -Октиламиноэтилсульфат          | 0,125             | 9,8             | 8,5        | —            | 10,7       | —            |  |
| <i>n</i> -Дециламиноэтилсульфат          | 0,125             | 11,2            | 9,1        | —            | 9,5        | —            |  |
| <i>n</i> -Додециламиноэтилсульфат        | 0,125             | —               | 32,1       | 25,4         | 25,9       | 22,5         |  |
| То же                                    | 0,0625            | —               | 24,0       | —            | 25,5       | —            |  |

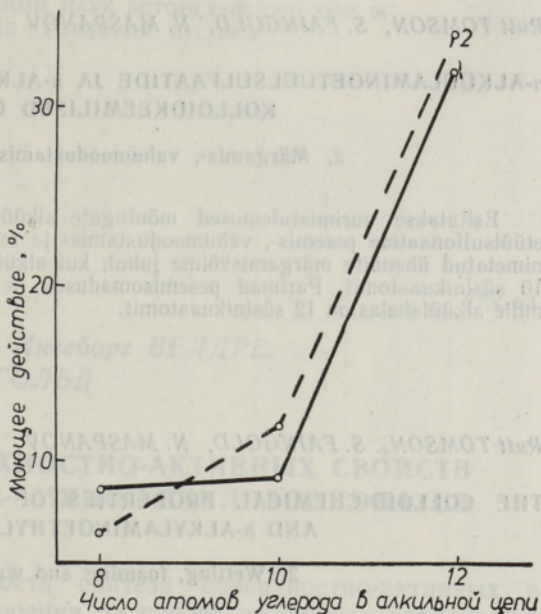
\* Жесткость воды равна 5,35 мг-экв/л.

аминоэтилсульфатов хорошей моющей способностью обладает *n*-додециламиноэтилсульфат. Среди сульфонов лучшей моющей способностью отличается *n*-додециламиноэтилсульфонат (табл. 3 и рис. 5).

Оба вещества имеют более высокую моющую способность, чем *n*-додецилсульфат, *n*-додецилсульфонат и Na-соль додецилбензолсульфоната. Увеличение концентраций моющих веществ от 0,0625 до 0,125% в растворе у *n*-алкиламиноэтилсульфонатов значительно повышает мою-

Рис. 5. Зависимость моющей способности от молекулярного веса при концентрации 0,125% и температуре 50 °С.

1 — *n*-алкиламиноэтилсульфат,  
2 — *n*-алкиламиноэтилсульфонат.



щую способность, а у *n*-алкиламиноэтилсульфатов влияние концентрации менее заметно.

В жесткой воде моющая способность *n*-додециламиноэтилсульфата и -сульфоната ниже.

### Выводы

ПАВ типа *n*-алкиламиноэтилсульфатов и -сульфонатов обладают высокой моющей способностью в дистиллированной воде, превышающей моющую способность известных ПАВ. В жесткой воде их моющая способность примерно такая же, как и у додецилсульфата, который использовался в качестве эталонного вещества.

Пенообразующая способность *n*-алкиламиноэтилсульфатов и -сульфонатов равна пенообразующей способности сульфэтоксилатов. Максимальной моющей и пенообразующей способностью обладают вещества с длиной алкильной цепи равной 12 атомам углерода.

Смачивающая способность максимальна у веществ с длиной алкильной цепи равной 10 атомам углерода.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Томсон Р., Файнгольд С., Маспанов Н., Изв. АН ЭССР, Хим. Геол., **25**, 193 (1976).
2. Washbutn, E. W., Phys. R. W. **17**, 273 (1921).
3. Козловский С. С., Тр. Грозн. нефт. ин-та, № 7 (1949).
4. Vikerman, Surf. Chem. industr. Res., No. 4 (1948).
5. Федякин Н. Н., ЖФХ, **36**, № 7 (1962).

Институт химии  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
11/VI 1975

Rutt TOMSON, S. FAINGOLD, N. MASPANOV

## *n*-ALKÜÜLAMINOETÜÜLSULFAATIDE JA *n*-ALKÜÜLAMINOETÜÜLSULFONAATIDE KOLLOIDKEEMILISED OMADUSED

### 2. Märgamis-, vahumoodustamis- ja pesemisvõime

Esitatakse uurimistulemused mõningate alküülaminoetüülsulfaatide ja alküülaminoetüülsulfonaatide pesemis-, vahumoodustamis- ja märgamisvõime kohta. Maksimaalne on nimetatud ühendite märgamisvõime juhul, kui alküülahela pikkus kuni aminorühmani on 10 süsinikuaatomit. Parimad pesemisomadused ja vahumoodustamisvõime on ühendeil, mille alküülahelas on 12 süsinikuaatomit.

Rutt TOMSON, S. FAINGOLD, N. MASPANOV

## THE COLLOID-CHEMICAL PROPERTIES OF *n*-ALKYLAMINOETHYLSULPHATES AND *n*-ALKYLAMINOETHYLSULPHONATES

### 2. Wetting, foaming and washing abilities

In the present paper the results of the research into the washing, foaming and wetting abilities of some alkylaminoethylsulphates and alkylaminoethylsulphonates are presented. The maximum wetting abilities of the corresponding compounds have been stated in the case if the length of the carbon chain up to the amino group is 10 C atoms; the best washing and foaming abilities are obtained when the carbon chain consists of 12 C atoms.