

# ***Поверхностно-активные вещества***

---

**Поверхностно-активные вещества** - соединения, способные накапливаться (сгущаться) на поверхности соприкосновения двух тел, называемой поверхностью раздела фаз, или межфазной поверхностью.

Фундаментальным свойством ПАВ является дифильность их молекул: одна часть молекулы гидрофобна и неполярна (обычно представляет собой углеводородный радикал, не обладающий сродством к воде), другая часть молекулы - какая-либо функциональная группа, обладающая полярностью и сродством к воде.

ПАВ разделяют на *ионогенные и неионогенные*, отличающиеся наличием или отсутствием групп, способных к диссоциации в водных растворах. Ионогенные вещества бывают *анионо- и катионоактивными*, в которых поверхностно-активные свойства определяются соответственно анионом или катионом, образующимся при диссоциации.

**Анионные ПАВ.** Это вещества, содержащие в молекуле гидрофобную часть и одну или несколько полярных групп и диссоциирующие в водном растворе с образованием отрицательно заряженных длинноцепочечных органических ионов, определяющих их поверхностную активность.

Основными **представителями** анионных ПАВ являются:

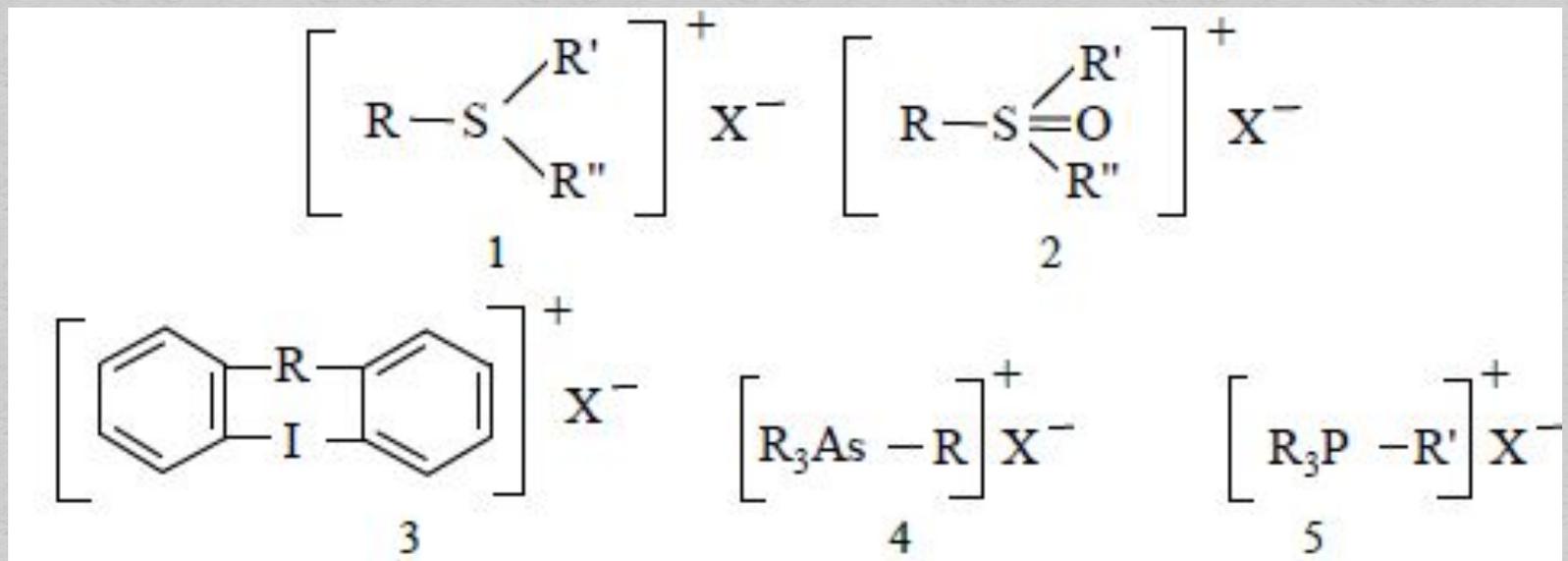
- 1) мыла – производные карбоновых кислот;
- 2) первичные и вторичные алкилсульфаты, алкилфенилэтилсульфаты, алкилциклогексилэтилсульфаты и т.д.;
- 3) алкил- и алкиларилсульфонаты, сульфонаты сложных эфиров моно- и дикарбоновых кислот, олефинсульфонаты;
- 4) сульфоэтоксилаты и карбоксиэтоксилаты спиртов, сульфоэтоксилаты карбоновых кислот, диметаллические соли сульфоантарной кислоты, соли сульфатов неопределенных кислот;
- 5) азотсодержащие ПАВ: амидосульфонаты, амиды сульфакрбоновых кислот, амидосульфаты, амидокарбоксилаты и т. д.;
- 6) соединения с другими гидрофобными и гидрофильными группами: соли перфторированных карбоновых кислот, перфторированных сульфоацетатов, моно- и диалкилфосфатов и фосфонатов.

**Катионные ПАВ (КПАВ).** Это вещества, которые диссоциируют в водных растворах с образованием поверхностно-активного катиона с гидрофобной цепью. В молекуле катионных ПАВ гидрофобная алкильная цепь присоединена к положительно заряженной гидрофильной группе (т. е. поверхностно-активными свойствами обладает катион). В роли аниона чаще всего выступают галогены, но могут быть и анионы серной и фосфорной кислот.

КПАВ приобрели промышленное значение, начиная с 1935 г., когда были открыты их бактерицидные свойства.

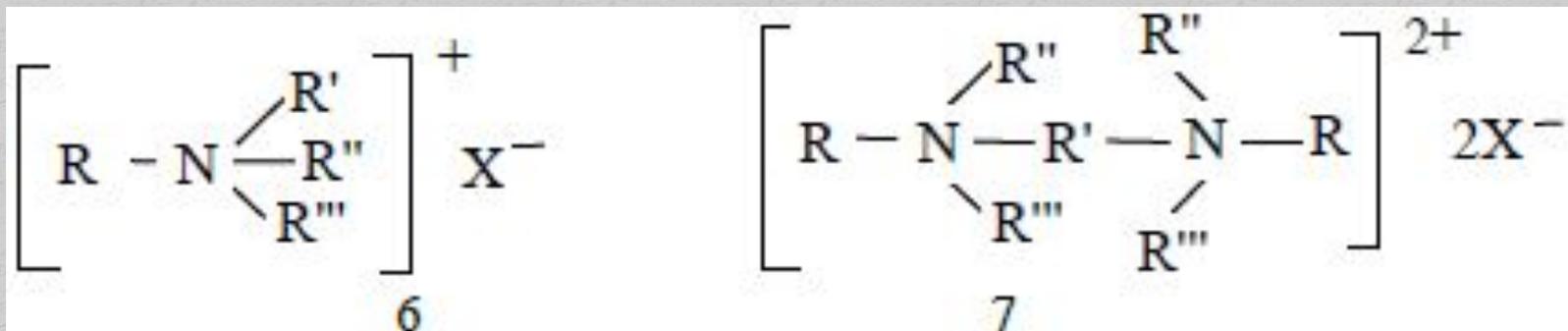
В настоящее время их применяют еще и как антистатик, смягчители текстиля, предохранители от коррозии, пеногасители, фотореагенты, присадки и т. д.

В последние годы получили практическое значение КПАВ, не содержащие азота: соединения сульфония (1) и сульфоксония (2), иодония (3), оксония (4), фосфония (5):

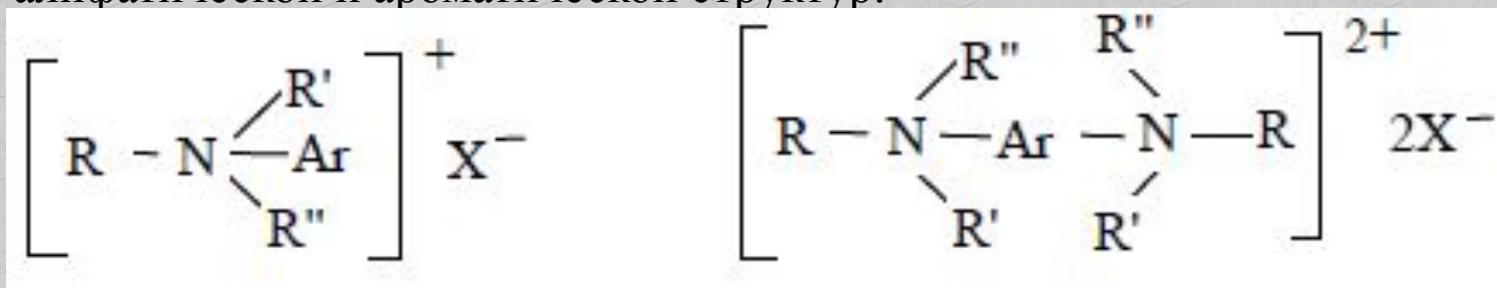


**Азотсодержащие КПАВ** можно разделить на шесть основных групп:

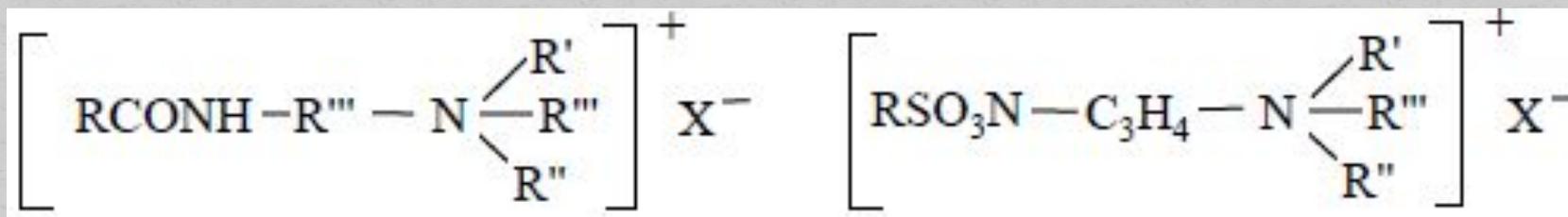
- Соли аминов.
- Моно- (6) и бисчетвертичные (7) аммониевые основания с алкильными цепями алифатической структуры:



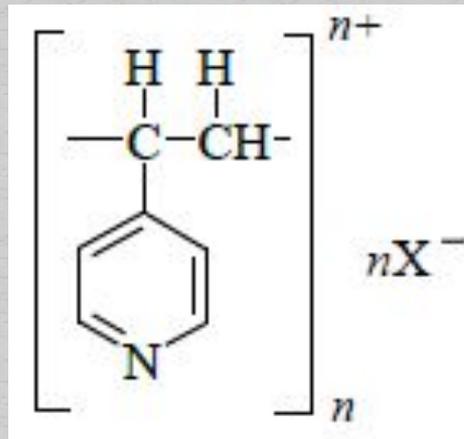
- Моно- (8) и бисчетвертичные (9) аммониевые основания со смешанными алкильными цепями алифатической и ароматической структур:



- Четвертичные аммониевые основания функциональными группами в гидрофобной цепи:



- Моно- и бисчетвертичные аммониевые основания с атомом азота в гетероциклическом кольце. Эта группа соединений объединяет сотни катионных ПАВ, имеющих промышленное значение - соединения пиридина, хинолина, фталазина, бензимидазола, бензтиазола, бензотриазола, производные пирролидина, производные имидазола, пиперазина, морфолина, тиаморфолна, пиперидина, бензоксазина и др.
- Полимерные КПАВ, среди которых наибольшее распространение получил поливинилпиридиний галогенид:



**Неионогенные ПАВ (НПАВ).** Содержат длинную гидрофобную алкильную группу, присоединенную к высокополярной нейтральной группе. Полярная группа должна быть достаточно гидрофильной, чтобы гидрофобная группа могла «войти» в водный раствор.

По химическому строению неионогенные ПАВ разделяют на группы: оксиэтилированные спирты, карбоновые кислоты, алкилфенолы, алкиламиды и др.

**Амфотерные ПАВ (амфолиты).** Эти ПАВ содержат в молекулах гидрофильную группу и гидрофобную часть, способную быть акцептором или донором протона в зависимости от pH раствора. Для этого в структуру молекулы ПАВ вводят и кислотные, и основные группы, а иногда еще и неионогенные (полигликолевые) группы.

По химическому строению и по некоторому сходству в поведении АмПАВ можно разделить на пять основных видов.

1. Алкиламинокарбоновые кислоты (ААКК):

2. Алкилбетаины (АБ) представляют собой наиболее интересный раздел цвиттерионных ПАВ

3. Производные алкилимидазолинов. Наиболее характерной структурой имидазолиновых АмПАВ (ИмАмПАВ) является такая, в которой анионные и катионные группы приблизительно равносильны:



здесь R - углеводородный радикал C<sub>7</sub>-C<sub>17</sub>; R'-H, Na, CH<sub>2</sub>COOMe.

4. Алкиламиноалкансульфонаты, -сульфаты (АААС). Анионно-ориентированные ЦПАВ легко переходят в цвиттерионную форму, что позволяет легко выделять их в чистом виде.

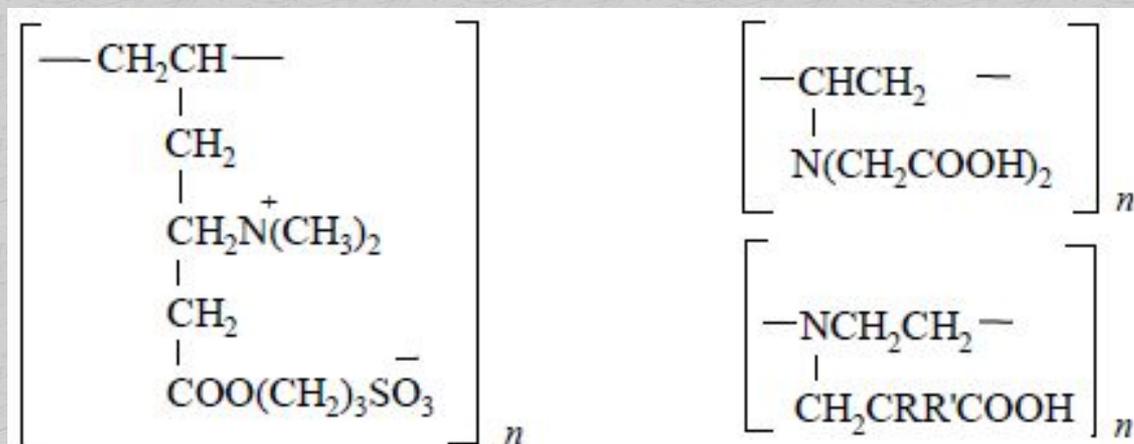
можно разделить на группы:

- соли АААС<sub>1</sub> –  $RN(R')R''SO_3Me$ ;
- соли АААС<sub>2</sub> –  $RN(R')R''OSO_3Me$ ;

- производные ароматических аминосульфокислот  $-RN(R')C_6H_4SO_3Me$ ;  
аминосульфаты с атомом азота в гетероциклах
- другие аминосоединения: фосфаты  $RN(R')R''OP(O)(OH)_2$  (здесь R - длинный углеводородный радикал; R' - короткий углеводородный радикал; R'' - короткий двухвалентный радикал);
- аминокислоты с двумя кислотными группами -  $RN(CH_2CH_2SO_3Na)_2$ . Их отличием является хорошая способность диспергировать кальциевые мыла и устойчивость к солям жесткости воды

5. Полимерные амфолитные ПАВ (ПАмПАВ), которые можно разделить на три основные группы:

- природные (белки, протеины, нуклеиновые кислоты);
- модифицированные природные (сульфатированный хитин; продукты последовательной ступенчатой конденсации аминов, формальдегида, альбумина и жирных кислот; производные целлюлозы, полученные введением карбоксильных и диэтанол -аминоэтильных групп);
- синтетические (в молекулах которых сочетаются структурные признаки всех приведенных выше классов АмПАВ)



Синтетические ПАмПАВ

Основные преимущества амфолитных ПАВ перед традиционными:

- ✓ низкая токсичность,
- ✓ слабое раздражающее действие на кожу,
- ✓ высокая биоразлагаемость.

### **Основные области применения поверхностно-активных веществ**

- ПАВ как моющие средства.
- ПАВ как эмульгаторы
- ПАВ во флотационных процессах
- Антистатические ПАВ.
- Малорастворимые ПАВ