

**Поверхностно-  
активные вещества  
(ПАВ)**

**И**

**Синтетические  
моющие  
средства (СМС)**

# Поверхностно-активные вещества

- **Поверхностно-активные вещества́** (ПАВ) — химические соединения, которые, концентрируясь на поверхности раздела фаз, вызывают снижение поверхностного натяжения.
- Основной количественной характеристикой ПАВ является поверхностная активность — способность вещества снижать поверхностное натяжение на границе раздела фаз — это производная поверхностного натяжения по концентрации ПАВ при стремлении  $C$  к нулю. Однако, ПАВ имеет предел растворимости (так называемую критическую концентрацию мицеллообразования или ККМ), с достижением которого при добавлении ПАВ в раствор концентрация на границе раздела фаз остается постоянной, но в то же время происходит самоорганизация молекул ПАВ в объёмном растворе (мицеллообразование или агрегация). В результате такой агрегации образуются так называемые мицеллы. Отличительным признаком мицеллообразования служит помутнение раствора ПАВ. Водные растворы ПАВ, при мицеллообразовании также приобретают голубоватый оттенок (студенистый оттенок) за счёт преломления света мицеллами.

# Строение ПАВ

- Как правило, ПАВ — органические соединения, имеющие *амфифильное строение*, то есть их молекулы имеют в своём составе полярную часть, гидрофильный компонент (функциональные группы -ОН, -СООН, -О- и т. п.) и неполярную (углеводородную) часть, гидрофобный компонент. Примером ПАВ могут служить обычное мыло (смесь натриевых солей жирных карбоновых кислот — олеата, стеарата натрия и т. п.) и СМС (синтетические моющие средства), а также спирты, карбоновые кислоты, амины и т. п.



# Основные этапы производства ПАВ

*1) получение сложного моноэфира серной кислоты и высшего спирта  
(например, цетилового)*



**2) нейтрализация полученного соединения щелочью**



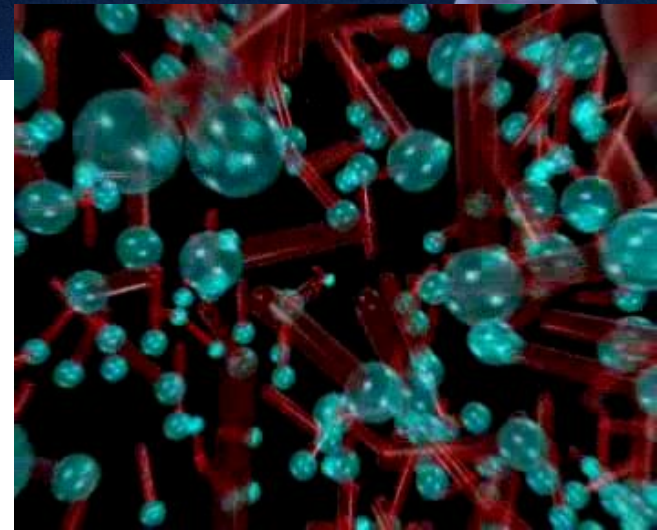
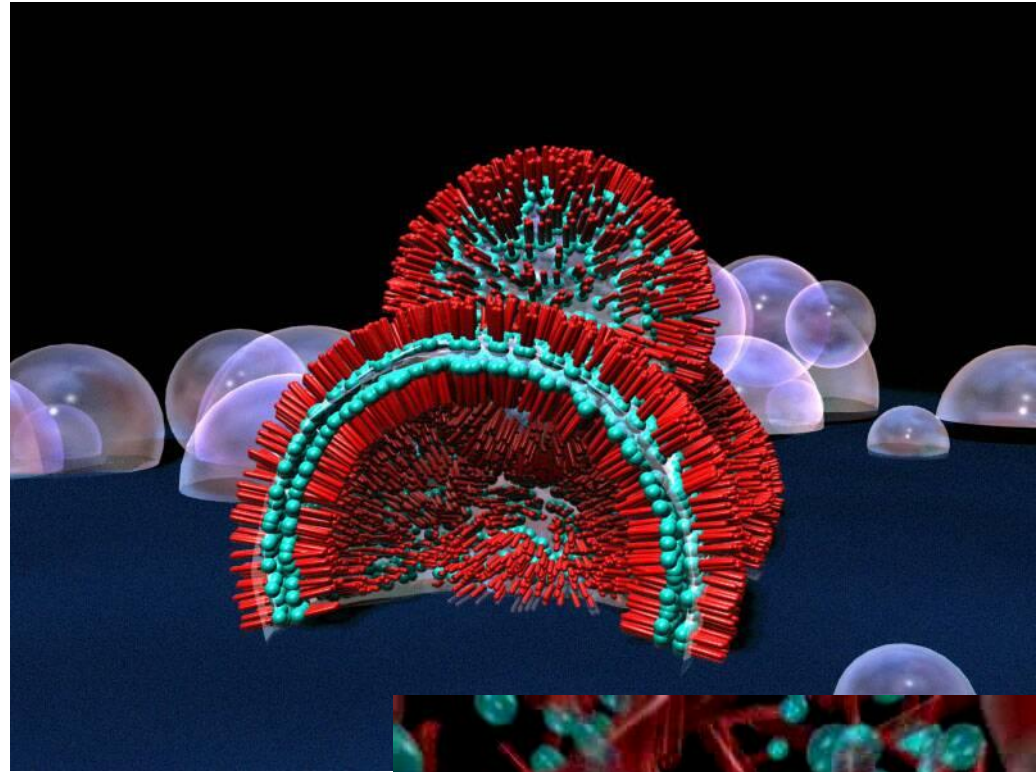
**натриевая соль  
цетилсерной к-ты**

В целом производство ПАВ сводится к следующим этапам технологического процесса:



# Механизм действия ПАВ.

- Гидрофобный «хвостик» связывается с частицами грязи. Гидрофильная «головка» цепляется за воду, уменьшая ее поверхностное натяжение, тем самым, помогая воде лучше смачивать отмываемую поверхность и отрывать частицы загрязнений.



# Классификация ПАВ

- Ионогенные ПАВ
  1. Катионные ПАВ
  2. Анионные ПАВ
  3. Амфотерные
    - Ионогенные ПАВ диссоциируют в растворе на ионы, одни из которых обладают адсорбционной активностью, другие (противоионы) - адсорбционно не активны. Если адсорбционно активны анионы, ПАВ наз. анионными, или анионоактивными, в противоположном случае - катионными, или катионо-активными. Некоторые ПАВ содержат как кислотные, так и основные группы; такие ПАВ обладают амфотерными свойствами, Их наз. амфотерными, или амфолитными, ПАВ.
    - Неионогенные ПАВ не диссоциируют при растворении на ионы; носителями гидрофильности в них обычно являются гидроксильные группы и полигликолевые цепи различной длины
- Неионогенные ПАВ
  1. Алкилполиглюкозиды
  2. Алкилполиэтоксилаты



# Катионоактивные ПАВ.

- Катионоактивные ПАВ - это соединения, которые в водном растворе диссоциируют с образованием катионов, определяющих поверхностную активность, они обладают ценными свойствами - бактерицидностью.
- Катионоактивные ПАВ можно разделить на следующие основные группы: амины различной степени замещения и четвертичные аммониевые основания, др. азотсодержащие основания (гуанидиню, гидрозины, гетероциклические соединения и т. д.), четвертичные фосфониевые и третичные сульфониевые основания. Сырьем для катионоактивных ПАВ, имеющих хозяйственное значение, служат амины, получаемые из жирных кислот и спиртов, алкгалогенидов, а также алкилфенолов. Четвертичные аммониевые соли синтезируют из соответствующих длинноцепочечных галоидных алкилов реакцией с третичными аминами, из аминов хлоралкилированием или др. путями из синтетических спиртов, фенолов и фенольных смесей. Большое значение как катионоактивные ПАВ и как исходные продукты в синтезе неионогенных ПАВ (см. ниже) имеют не только моно-, но и диамины, полиамины и их производные.

# Амфолитные ПАВ

- Амфолитные ПАВ широко применяются в производстве пеномоющих средств и шампуней благодаря их мягкому воздействию на кожу. В зависимости от величины рН они проявляют свойства катионактивных или анионактивных ПАВ.
- Амфотерные ПАВ являются одним из самых дорогих ингредиентов мылящейся основы. Их получают выжимкой, экстракцией, настаиванием, ректификацией и окислением природного сырья (как растительного, так и животного толка). Наиболее известные сырьевые источники амфотерных тензидов, а именно кокоамфоацетата, лактата, альфа-аминокислот, пектинов, восков, — это мыльнянка, водоросли, мякоть плодов яблони, корнеплоды (свекла, морковь, топинамбур), пальмовое масло, молочные продукты, ланолин.
- Амфотерные тензиды защищают кожу и волосы от сухости и раздражения, реставрируют роговой слой эпидермиса и кератин волос, смягчают, повышают эластичность соединительной ткани, придают волосам шелковистость, а пене мылящегося вещества — кремообразную текстуру.



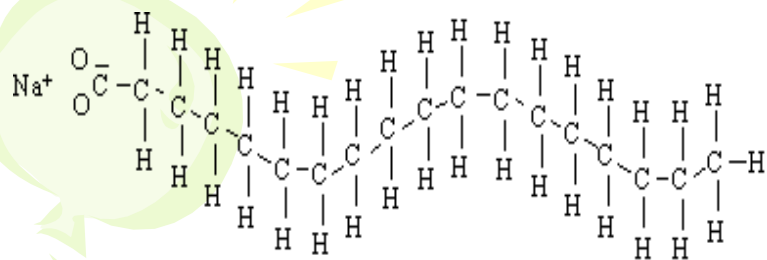
# Неионогенные ПАВ

- Неионогенные ПАВ - это соединения, которые растворяются в воде, не ионизируясь. Неионогенные ПАВ менее чувствительны к солям, обуславливающим жесткость воды, чем анионактивные и катионактивные ПАВ.
- Их группу представляют полигликолевые и полигликоленовые эфиры жирных спиртов (например, фейстензид — Disodium Laurethsulfosuccinate — текучая жидкость, состоящая из лимонной кислоты и жирных спиртов).  
Получают неионные ПАВы оксиэтилированием растительных масел (касторовое, ростков пшеницы, льна, кунжута, какао, календулы, петрушки, риса, зверобоя). Неионные ПАВ существуют только в жидкой или пастообразной форме, поэтому не могут содержаться в твердых моющих средствах (мыло, порошки).

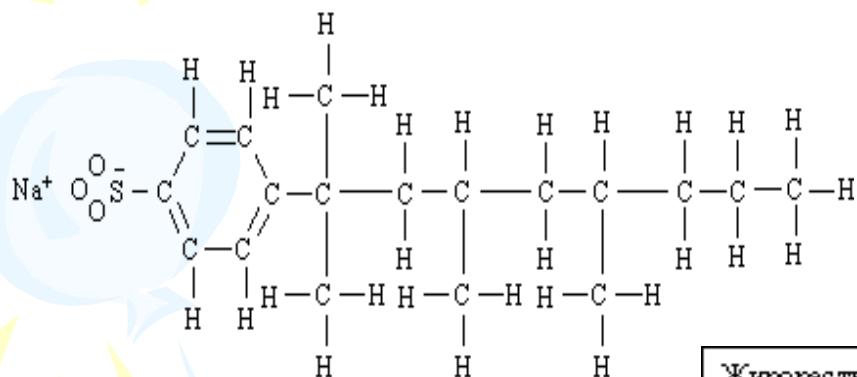


# Свойства неионных ПАВ

- Этот вид ПАВ привносит моему средству мягкость, безопасность, экологичность (биоразлагаемость неионных тензидов составляет 100%). Они стабилизируют мыльную пену, обладают мягкими свойствами загустителя, оказывают брадикиназное и полирующее действие, реставрируя наружные слои эпидермиса и волос, способствуют активизации действия лечебных добавок очищающего препарата.

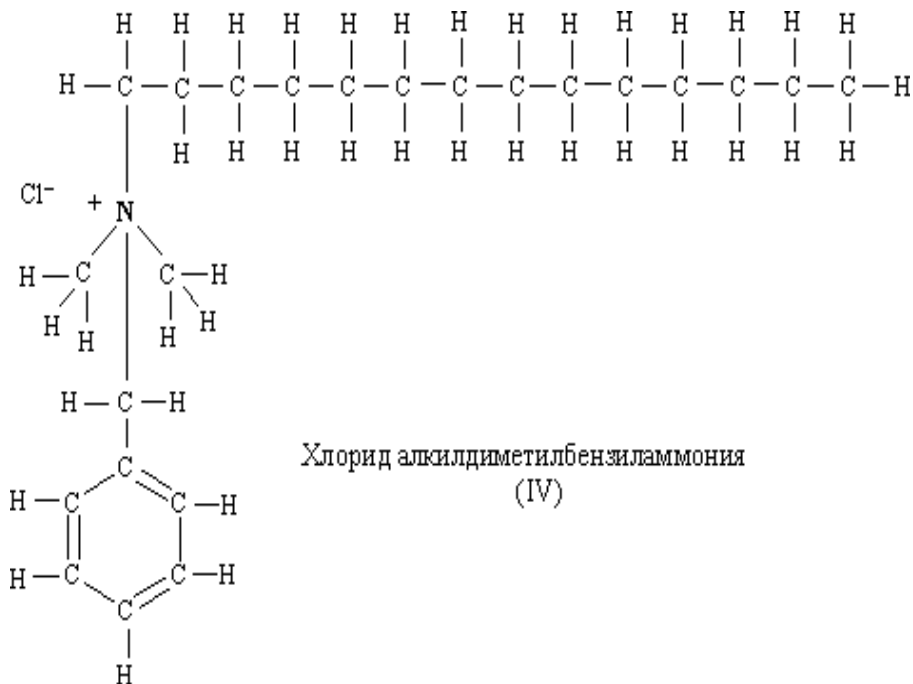


Стеарат натрия  
(I)

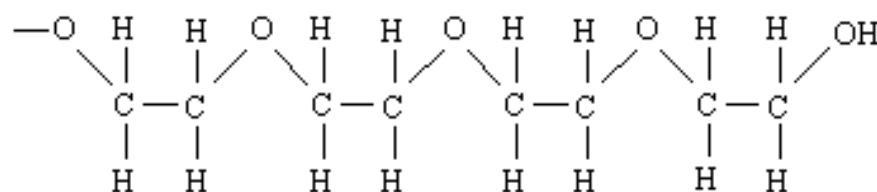


Алкилбензолсульфонат натрия  
(II)

Жирорастворимая группа



Хлорид алкилдиметилбензиламмония  
(IV)



Неионный детергент  
(V)

Мыло, т.е. стеарат натрия (I), сходные с ним вещества, а также алкилбензолсульфонат натрия (II) ведут себя подобным же образом: они образуют положительно заряженные ионы натрия, но их отрицательные ионы, в отличие от хлорид-иона, состоят примерно из пятидесяти атомов.

# Характеристика ПАВ, используемых в СМС:

- **1) обладают в 10 раз большей моющей способностью, чем мыла, т.к. кислотный остаток серной кислоты лучше сорбируется частицами загрязнения,**
- **2) не боятся жесткой и даже морской воды, т.к. кальциевые соли алкилсерной кислоты растворимы в воде.**



# Синтетические моющие средства (СМС)

Синтетические моющие средства – это натриевые соли кислых сложных эфиров высших спиртов серной кислоты:

- $R-CH_2-OH + H-O-SO_2-OH \Rightarrow R-CH_2-O-SO_2-OH + H_2O$
- $R-CH_2-O-SO_2-OH + NaOH \Rightarrow R-CH_2-O-SO_2-ONa + H_2O$

Примеры СМС: мыло, моющее средство для посуды, шампунь и т.д.



- В качестве моющих веществ используют анионоактивные, катионоактивные, амфотерные (амфолитные) и неионогенные поверхностно-активные вещества (ПАВ), имеющие сродство к жировым поверхностям и к воде. Специальные вещества в составе синтетических моющих средств предохраняют ткани от повторного оседания грязи — резорбции. В современных СМС используют ПАВ, которые имеют степень биоразложения не менее 90%, тогда они не загрязняют окружающую среду.



- Основа многих синтетических моющих средств - анионные ПАВ, напр. алкилбен-золсульфонаты (преим. линейные, обладающие хорошей биоразлагаемостью), алкилсульфаты, алкилэтоксисульфаты, мыла, алкансульфонаты,  $\alpha$ -олефинсульфонаты натрия.
- В связи с общемировой тенденцией к снижению т-ры стирки и использованию синтетических моющих средств с ферментами и катионными смягчителями-антистатиками повысилась роль неионогенных ПАВ-оксиэтилированных спиртов, оксиэтилированных алкилфенолов, оксиэтилированных алкиламинов. В качестве вспомогат. ПАВ, усиливающих тот или иной эффект и смягчающих нежелательное дерматологич. действие, в синтетические моющие средства могут вводиться в небольших кол-вах алкил- и алкилэтоксифосфаты, таураты, сульфосукцинаты, соли  $\alpha$ -сульфокарбоновых к-т, эфиры карбоксилатов, оксиалкиламиды жирных кислот и их этоксилаты, N-оксиды третичных аминов, блоксополимеры алкиленоксидов, амфогерные производные аминокислот, имидазолина и бетаина. Нек-рое распространение (особенно в США) получили синтетические моющие средства на базе анионных и(или) неионогенных ПАВ с добавками катионных ПАВ или полимеров, способные в процессе полоскания вследствие адсорбции на волокнах снижать электростатич. заряд и усадку ткани, а также улучшать ее гриф. Примеры таких катионных ПАВ-диалкилдиметиламмонийхлорид, 1-(2-алкиламидоэтил)-2-алкил-3-метилимидазолинийметилсульфат, катионное производное гидроксиэтилцеллюлозы. Оп-тим. моющим действием при 25-35 °С обычно обладают ПАВ с алкильной цепью C12-C14, с ростом т-ры стирки оптимум отмечается у гомологов C14-C16.

- Хорошее моющее действие анионных и неионогенных ПАВ обычно достигается в щелочной области pH и в присут. разл. электролитов. Практически все порошкообразные синтетические моющие средства содержат минер. соли, из к-рых наиб. применяются фосфаты: триполисфосфат Na, тринатрийфосфат, тетракалийпирофосфат и др., способные образовывать комплексы с поливалентными катионами. В жидких рецептурах преим. используют тринатрийфосфат, триполифосфат K и хлорированный тринатрийфосфат (в дезинфицирующих моющих ср-вах для посуды), в фермент-содержащих - небольшое кол-во солей Ca или Mg. Полностью или частично ф-цию фосфатов в синтетических моющих средствах могут выполнять комплексоны - Na-соли нитрилотриуксусной к-ты (трилон А) и этилендиаминтетра-уксусной к-ты (трилон Б), соли этилендифосфоновой и лимонной к-т (см. Комплексоны), а также цеолиты. Использование эффективных заменителей фосфатов в синтетических моющих средствах весьма актуально в связи с загрязнением водоемов биогенными элементами. Кол-во комплексообразователей в синтетических моющих средствах составляет до 40% по массе.
- В качестве электролитов-активаторов моющего действия в стиральные порошки вводят  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (или жидкое стекло). Последние два (в кол-ве до 10% по массе) обеспечивают щелочную среду;  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , кроме того, ингибирует коррозирующее действие моющей композиции.

- Жидкие синтетические моющие средства могут, кроме того, содержать до 10-15% по массе орг. р-рителей (низшие спирты, гликоли, их эфиры, алканоламины) и гидротропов, к-рые снижают точки помутнения р-ров и улучшают совместимость компонентов.
- Жидкие композиции с высоким содержанием растворенных или суспендир. электролитов служат для интенсивной машинной стирки, как правило, с регулируемым пенообразовани-ем, достигающимся введением мыла, силиконового пеног асителя и(или) специально подобранного неионогенно-го ПАВ, напр. оксиэтилированных и оксипропилированных спиртов. Жидкие синтетические моющие средства с низким содержанием электролитов используют для ручной стирки тонких тканей; они хорошо пенятся и в зависимости от назначения дополнительно могут включать антистатики, водорастворимые полимеры, консерванты и др. компоненты.

СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СМС, % по массе

Компоненты	Порошкообразные СМС						Жидкие СМС	
	«Лотос»	«Ока»	«Эра»	«Мальш»	«Биос»	«Нептун»	«Рось»	«Экстра»
ПАВ (всего)	18	15	15	20	15	18	35	24
алкилбензолсульфонаты	18	8	8	—	8	4	15	8-12
алкилсульфаты	—	—	—	—	—	12	—	до 6
алкилсульфонаты	—	—	—	—	—	—	—	до 13
неионогенные ПАВ	—	до 3	3	до 5	3	—	20	до 3
мыло	—	4	4	15	4	2	—	—
Комплексообразователи								
триполифосфат Na	40	40	35	35	40	40	—	—
триполифосфат K	—	—	—	—	—	—	3,5	3,5
Щелочные электролиты								
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	3	4	7	8	5	3	—	—
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	—	—	10	20	10	—	—	—
Отбеливатели хим. пероксиды Na	—	—	15	—	—	8	—	—
Отбеливатели оптич.	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1
Антиресорбент карбоксиметилцеллюлоза	0,9	1,0	1,2	0,9	1,0	1,0	—	—
Фермент протеаза	—	2,0	—	—	2,0	—	—	—
Стабилизаторы	—	—	0,3	—	—	—	—	—
Парфюм. отдушки	0,1-0,2	0,2	—	—	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1	0,1
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> и вода*								
								вода, растворитель-до 100

\* До 10%.