

Поверхностно-активные вещества и их роль

ИГУ БПФ 04213ДБ Черкасов
Данила
2017 г.

План

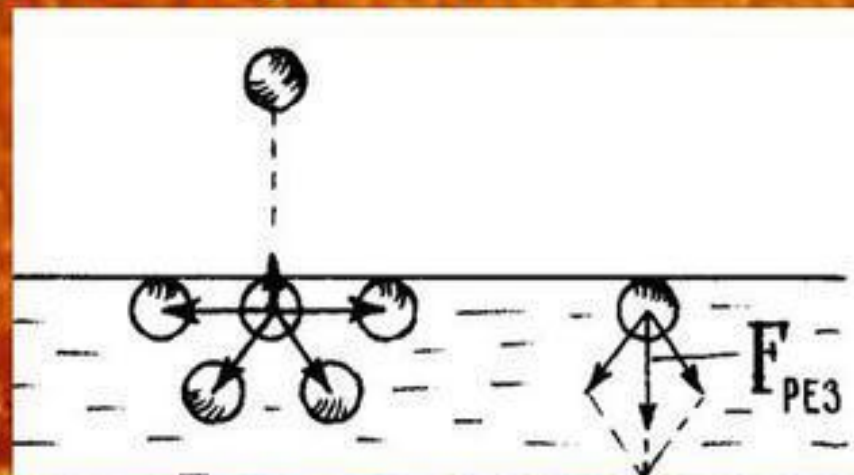
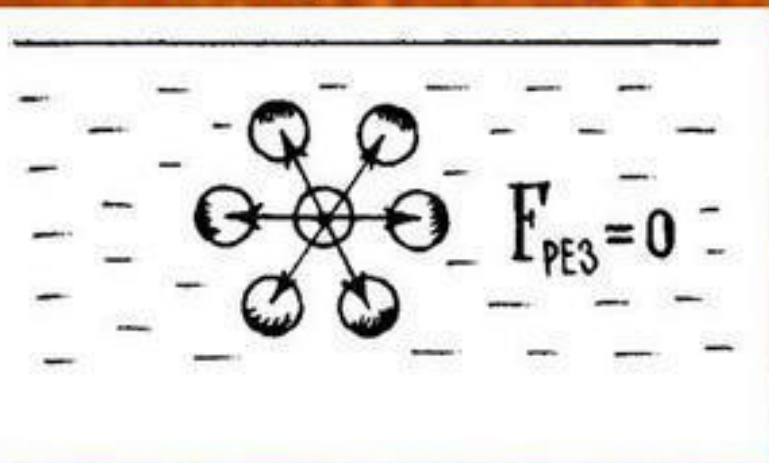
- Ключевые определения
- Поверхностное натяжение
- Значение поверхностного натяжения
- Поверхностно-активные вещества
- Пояснение
- Классификация ПАВ
- Использование ПАВ
- Действие на организм
- Действие на окружающую среду
- Вывод
- Источники

Ключевые определения

- Поверхностно-активные вещества – это химические соединения, способные накапливаться на поверхности соприкосновения двух тел или двух термодинамических фаз (называемых поверхностью раздела фаз), и вызывающие снижение поверхностного натяжения веществ, образующих эти фазы.
- Поверхностное натяжение — термодинамическая характеристика поверхности раздела двух находящихся в равновесии фаз, определяемая работой обратимого изотермокинетического образования единицы площади этой поверхности раздела при условии, что температура, объём системы и химические потенциалы всех компонентов в обеих фазах остаются постоянными.

Происхождение

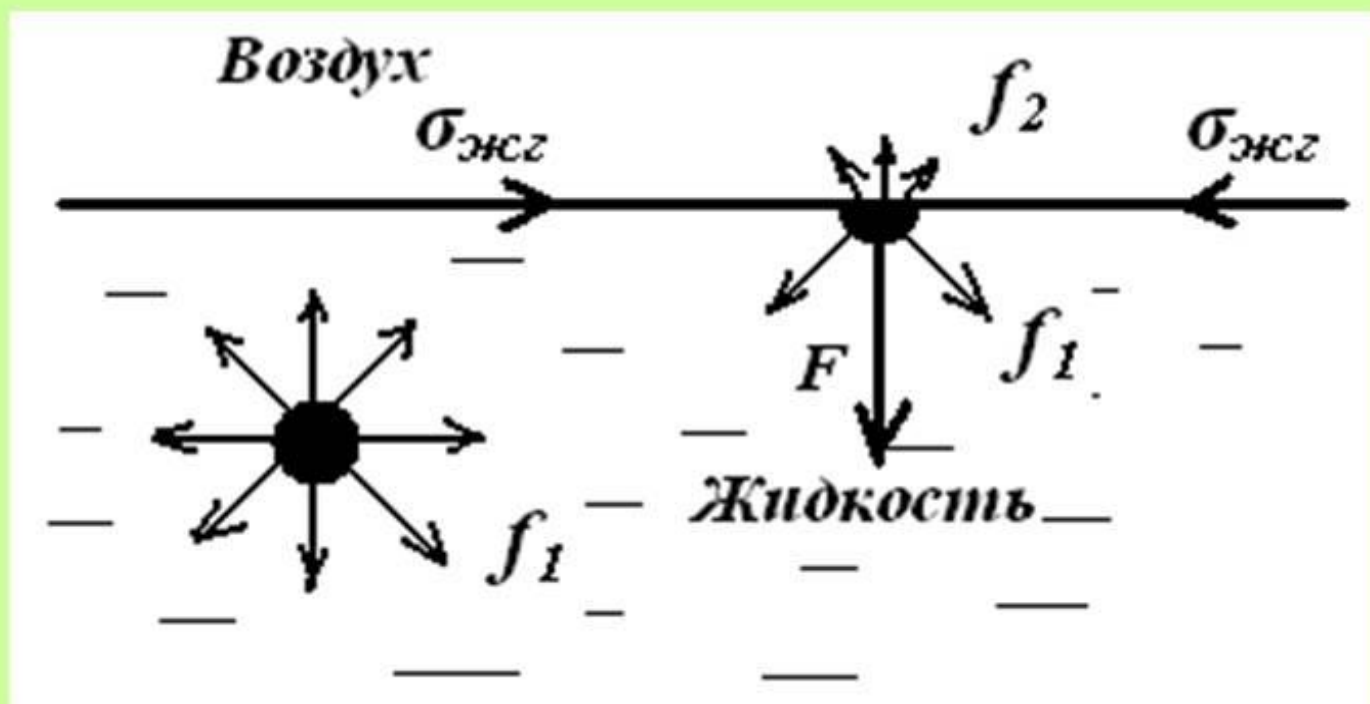
Молекулы внутри жидкости притягиваются соседними молекулами со всех сторон, поэтому молекулярные силы здесь скомпенсированы.



Молекулы, расположенные на поверхности жидкости, притягиваются соседними молекулами в основном внутрь жидкости, так как плотность водяных паров, находящихся над жидкостью, несравнимо меньше плотности самой жидкости.

Поверхностное натяжение

Физический смысл поверхностного натяжения



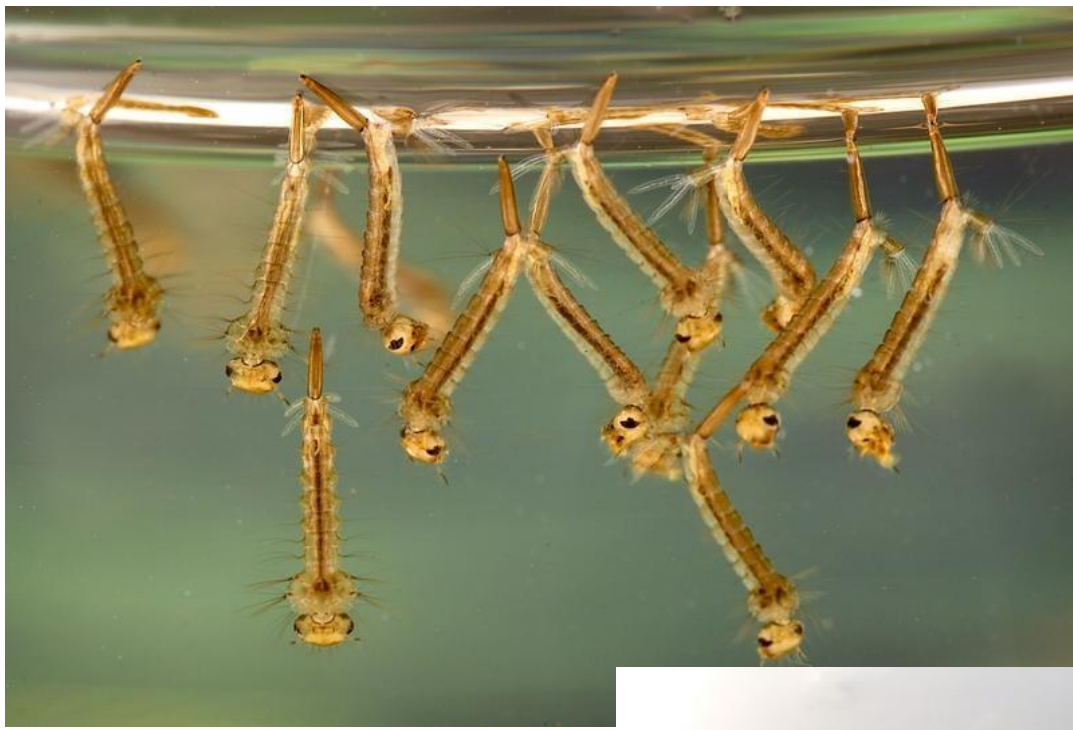
$$f_1 - f_2 = F; \quad \frac{F}{s} = p_M$$

p_M – внутримолекулярное давление

- Самым низким поверхностным натяжением обладают спирты и растворители. Это, в свою очередь, определяет их активность, т.е. способность взаимодействовать с другими веществами. Если бы вода имела низкое поверхностное натяжение, она бы улетучилась или испарилась. При выливании воды из сосуда с широким горлом на поверхности воды на мгновение образуется выпуклость и определенное время она удерживается силами межмолекулярного сцепления. Потом происходит разрыв "верхней пленки" и жидкость выливается. Зрительно поверхностное натяжение можно представить следующим образом: если медленно наливать в чашку чай до краев, то какое-то время он не будет выливаться через край и в проходящем свете можно увидеть, что над поверхностью жидкости образовалась тончайшая пленка, которая не дает чаю выливаться. Она набухает по мере доливания, и только при, как говорится, "последней капле" жидкость выливается через край.
- Поверхностное натяжение можно измерить. Единицей измерения является дин/см². Водопроводная вода имеет поверхностное натяжение около 73 дин/см², внутри- и внеклеточная жидкость около 43 дин/см².

Значение поверхностного натяжения

- Определяет свойства (например, летучесть) жидкости
- Без поверхностного натяжения невозможно было бы писать шариковой ручкой. Паста бы моментально растекалась по бумаге
- Играет существенную роль в жизни всех живых существ (перемещение водомерок по поверхности воды, подвешивание личинок комаров за поверхность воды, определение формы клетки, почвенного баланса и т.д.)



Поверхностно активные вещества

- Поверхностно-активные вещества – это химические соединения, способные накапливаться на поверхности соприкосновения двух тел или двух термодинамических фаз (называемых поверхностью раздела фаз), и вызывающие снижение поверхностного натяжения веществ, образующих эти фазы.
- На межфазной поверхности Поверхностно-активные вещества образуют слой повышенной концентрации — адсорбционный слой.
- Строго говоря, очень многие вещества при соответствующих условиях могут проявить поверхностную активность, т. е. адсорбироваться под действием межмолекулярных сил на той или иной поверхности, понижая её свободную энергию.
- Однако поверхностно-активными обычно называются лишь те вещества, присутствие которых в растворах уже при весьма малых концентрациях (десятые и сотые доли %) приводит к резкому снижению поверхностного натяжения вещества этих растворов.

Поверхностно-активные вещества

- Как правило, такие вещества имеют дифильное строение молекул.
- Слово дифильный можно перевести как «двояколюбящий» (от *philéo* — люблю). Или, выражаясь по-русски, дифильными можно назвать молекулы, имеющие сродство к веществам с разной природой.
- Например, вода и масло почти не взаимодействуют друг с другом. Если их смешать в одной ёмкости, то такая смесь через некоторое время расслоится. Вода, как более тяжёлая, окажется внизу ёмкости, а масло соберётся в верхней её части.
- Расслоение происходит потому, что масло и вода относятся к разным средам. Между молекулами этих сред действуют принципиально разные силы. Молекулы воды взаимодействуют друг с другом при помощи ориентационных сил, а молекулы масла – при помощи дисперсионных сил. Таким образом, при встрече вода и масло проявляют друг к другу безразличие.
- В молекулах дифильных веществ одновременно присутствуют как полярные (гидрофильные) группы, так и неполярные (гидрофобные).

Дифильное строение молекулы ПАВ



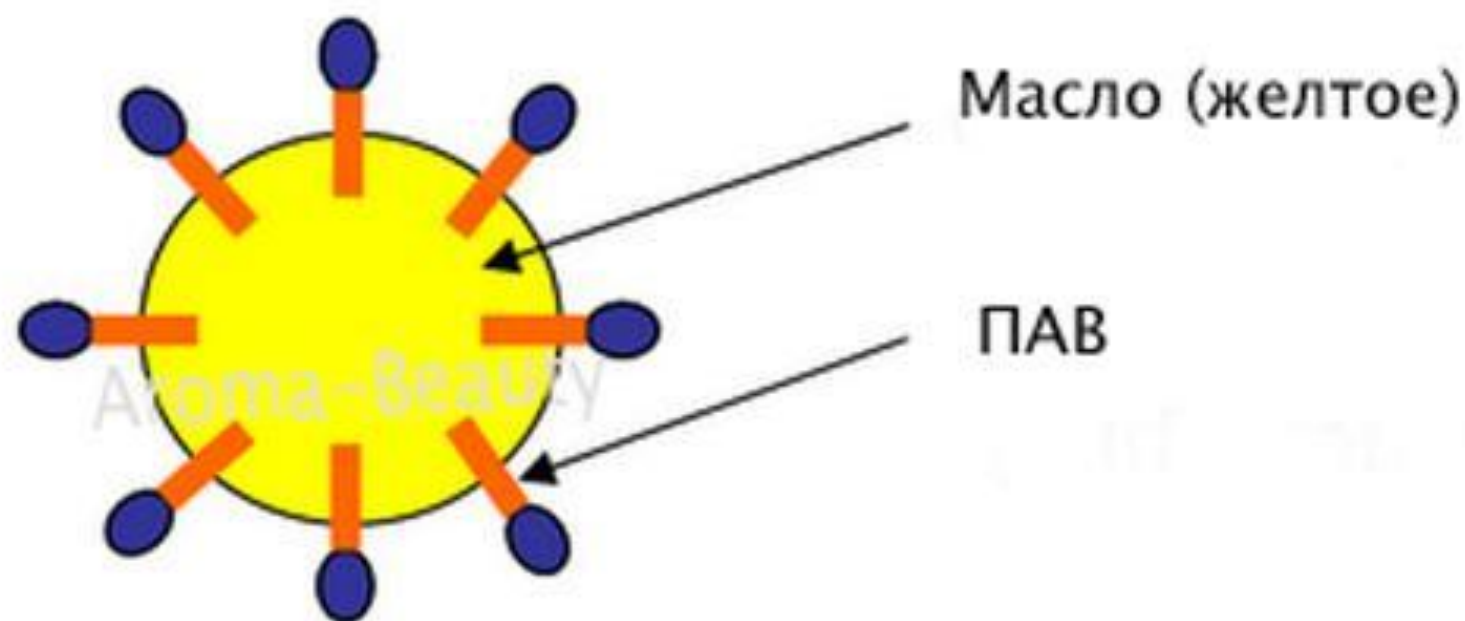
Голова

Полярная часть
(гидрофильная)

Хвост

неполярная часть
(гидрофобная)

Мицелла



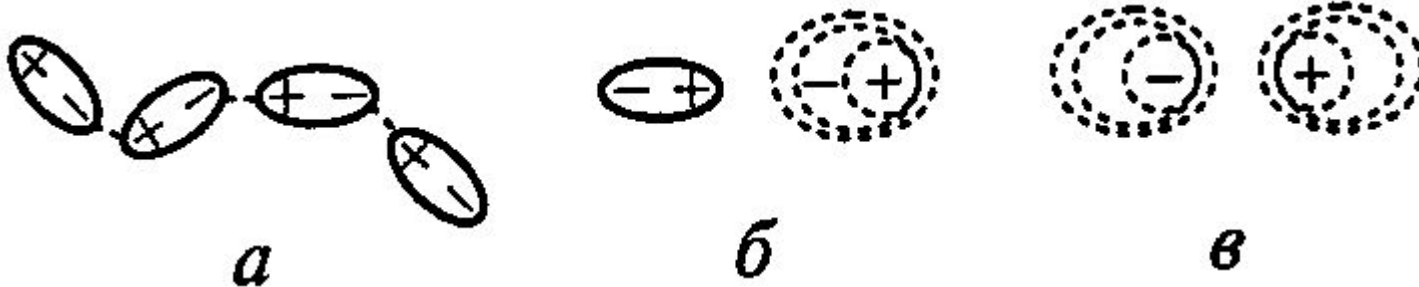
Мицеллы позволяют маслу растворяться в воде.

Поверхностно-активные вещества

- Примером полярных групп могут служить $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{NO}_2$, $-\text{NH}_2$, $-\text{CN}$, $-\text{OSO}_3$ и т.д. неполярной частью молекулы обычно являются углеродные радикалы.
- К ПАВам относятся карбоновые кислоты, их соли, спирты, амины, сульфокислоты и другие вещества.
- Самым распространённым примером веществ с дифильной структурой являются мыла – натриевые и калиевые соли высших жирных кислот.

Пояснение по некоторым моментам

- Ориентационное взаимодействие возникает при сближении двух полярных молекул, имеющих постоянный дипольный момент, например HCl ($\mu=1,05 \text{ D}$), SO_2 ($\mu=1,63 \text{ D}$) в жидком и твердом состоянии. Оно тем значительнее, чем больше дипольный момент молекул и меньше расстояние между ними.
- Индукционное взаимодействие возникает между полярной и неполярной молекулами, при условии, что неполярная молекула способна поляризоваться под действием полярной молекулы, например, в растворе I_2 в спирте. Индукционный эффект возрастает с увеличением поляризуемости молекулы.
- Дисперсионное взаимодействие возникает между неполярными молекулами. В неполярных молекулах распределение электронной плотности симметрично и дипольный момент отсутствует. Тем не менее, электронные облака постоянно колеблются относительно ядер, образуя временные или мгновенные диполи. Мгновенный диполь одной молекулы индуцирует мгновенный диполь в другой молекуле. Дипольные моменты обеих молекул направлены в одну сторону, что вызывает притяжение молекул. Дисперсионные взаимодействия присутствуют в молекулах неполярных и полярных веществ. Переход газов (O_2 , H_2 , N_2 и др.) в жидкое состояние обусловлен этими взаимодействиями.



Классификация по характеру ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

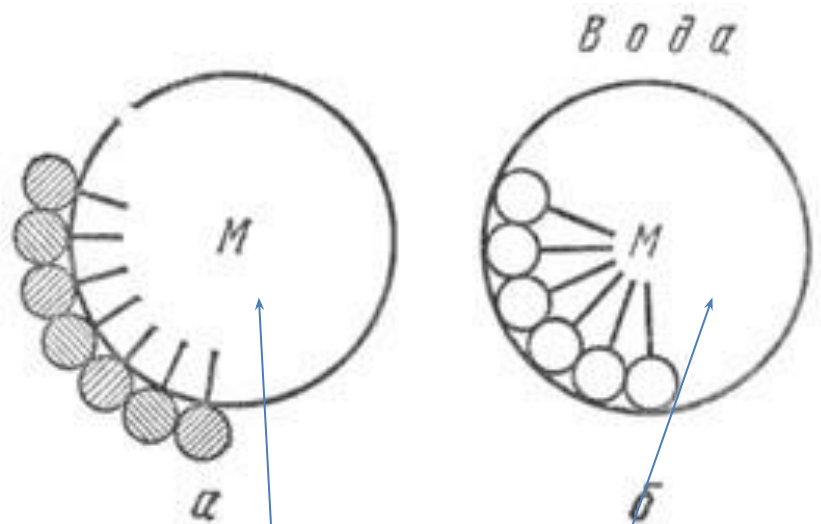
- **Моющие средства** - вещества или смеси веществ, применяемые в водных растворах для очистки (отмывки) поверхности твёрдых тел от загрязнений.
- **Смачиватели** – вещества, вызывающие пептизацию или диспергирование, т.е. измельчение твёрдых тел на мелкие частички или жидкой фазы на мелкие капельки. Смачивание – первая фаза моющего действия, когда загрязнение распадается на отдельные частички или капельки и впоследствии обвалакивается ПАВом (солюблизируется), и удаляется водой.
- **Солюблизаторы** – вещества, помогающие повысить растворение частиц другого вещества, слабо растворимого в данной жидкой среде. Молекулы солюблизатора обвалакивают плохо растворимую в данной среде частичку и образуют вокруг неё, так называемую мицеллу. Сама мицелла имеет сродство к среде растворителя и поэтому растворяется в нём, обеспечивая растворение изначально нерастворимой в нём частицы.
- **Эмульгаторы** - вещества, обеспечивающие стабилизацию эмульсий из несмешивающихся жидкостей.
- **Смачивание, солюблизация, эмульгирование** – все эти процессы являются стадиями моющего действия. Любой ПАВ, в той или иной степени, одновременно является и смачивателем, и солюблизатором, и эмульгатором, и моющим веществом. Но при этом, разные ПАВы проявляют разную эффективность на разных стадиях моющего действия. По этой причине они могут быть классифицированы на смачиватели, солюблизаторы, эмульгаторы и моющие средства.

Классификация по типу гидрофильных групп

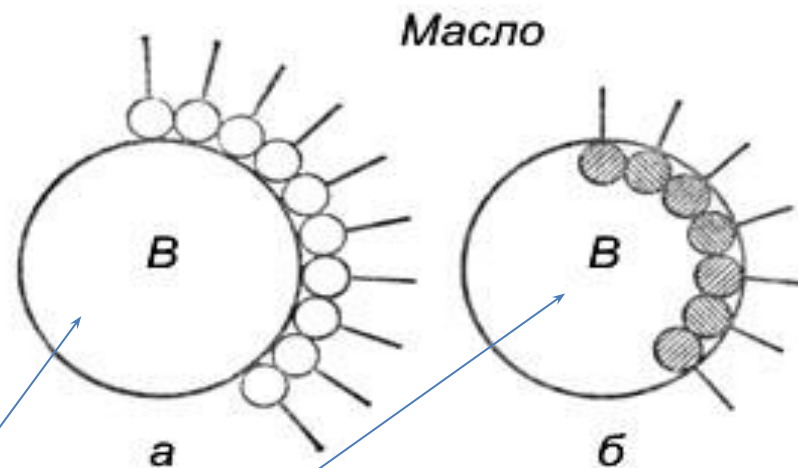
- **Амфотерные** ПАВ содержат в своём составе одновременно две функциональные группы, одна из которых имеет кислый, другая – основной характер. В зависимости от среды, в которой они находятся, амфотерные ПАВы могут принимать или отдавать протон и проявлять, таким образом, либо анионную либо катионную активность. К амфотерным ПАВ относят чаще всего соединения, содержащие одновременно:
Карбоксильную и аминогруппу $RN+HR1COO^-$;
Сульфозэфирную и аминогруппу $RN+HR1OSO_3^-$;
Сульфонатную и аминогруппу $RN+HR1SO_3^-$.
- **Анионные** ПАВы диссоциируют, образуя отрицательно заряженные органические анионы. Наиболее распространены натриевые и калиевые соли жирных кислот. Их называют мылами. Натриевые соли имеют твёрдую консистенцию, калиевые – жидкую.
- **Катионные** ПАВы при диссоциации образуют положительно заряженные поверхностно-активные органические катионы. Катионные ПАВы — основания, обычно амины различной степени замещения, и их соли.
- **Неионные** ПАВ представляют собой высокомолекулярные соединения, которые в водном растворе не образуют ионов. Растворимость этих ПАВ в воде обусловлена наличием в молекуле неионогенных групп – эфирных или гидроксильных (чаще всего полиэтиленгликолевый остаток).

Классификация ПАВ по длине гидрофобной цепи

- **Гидрофильные** эмульгаторы необходимы для стабилизации эмульсий типа «масло в воде». При добавлении гидрофильного эмульгатора в такую эмульсию вокруг капельки масла образуется сплошной слой эмульгатора, сообщаящий ей некоторую гидрофильность и повышающий её устойчивость.
- **Гидрофобные** эмульгаторы стабилизируют эмульсии типа «вода в масле». Их молекула, находящаяся большей своей частью в дисперсионной среде (масле), удерживается на поверхности капелек воды своей гидрофильной группировкой



Эмульсия типа м/в (масло в воде)



Эмульсия типа в/м (вода в масле)

Гидрофильный эмульгатор
Гидрофобный эмульгатор

Использование ПАВ

- **Мировое производство** ПАВ составляет 2-3 кг на душу населения в год. Примерно 50% производимых ПАВ используется для бытовой химии (моющие и чистящие средства, косметика), остальное - в промышленности и сельском хозяйстве.
- **Применение ПАВ** определяется их поверхностной активностью, структурой адсорбционных слоев и объемными св-вами р-ров. ПАВ обеих групп (истинно р-римые и коллоидные) используют в качестве диспергаторов при измельчении твердых тел, бурении твердых пород (понижители твердости), для улучшения смазочного действия, понижения трения и износа, интенсивности нефтеотдачи пластов и т. д. Др. важный аспект использования ПАВ - формирование и разрушение пен, эмульсий, микроэмульсий. Широкое применение ПАВ находят для регулирования структурообразования и устойчивости дисперсных систем с жидкой дисперсионной средой (водной и органической). Широко используются мицеллярные системы, образуемые ПАВ как в водной, так и в неводной среде, для которых важны не поверхностная активность ПАВ и не св-ва их адсорбц. слоев, а объемные св-ва: резко выраженные аномалии вязкости с повышением концентрации ПАВ вплоть до образования, напр. в водной среде, кристаллизационных структур твердого мыла или твердо-образных структур (в пластичных смазках на основе нефтяных масел).

Использование ПАВ

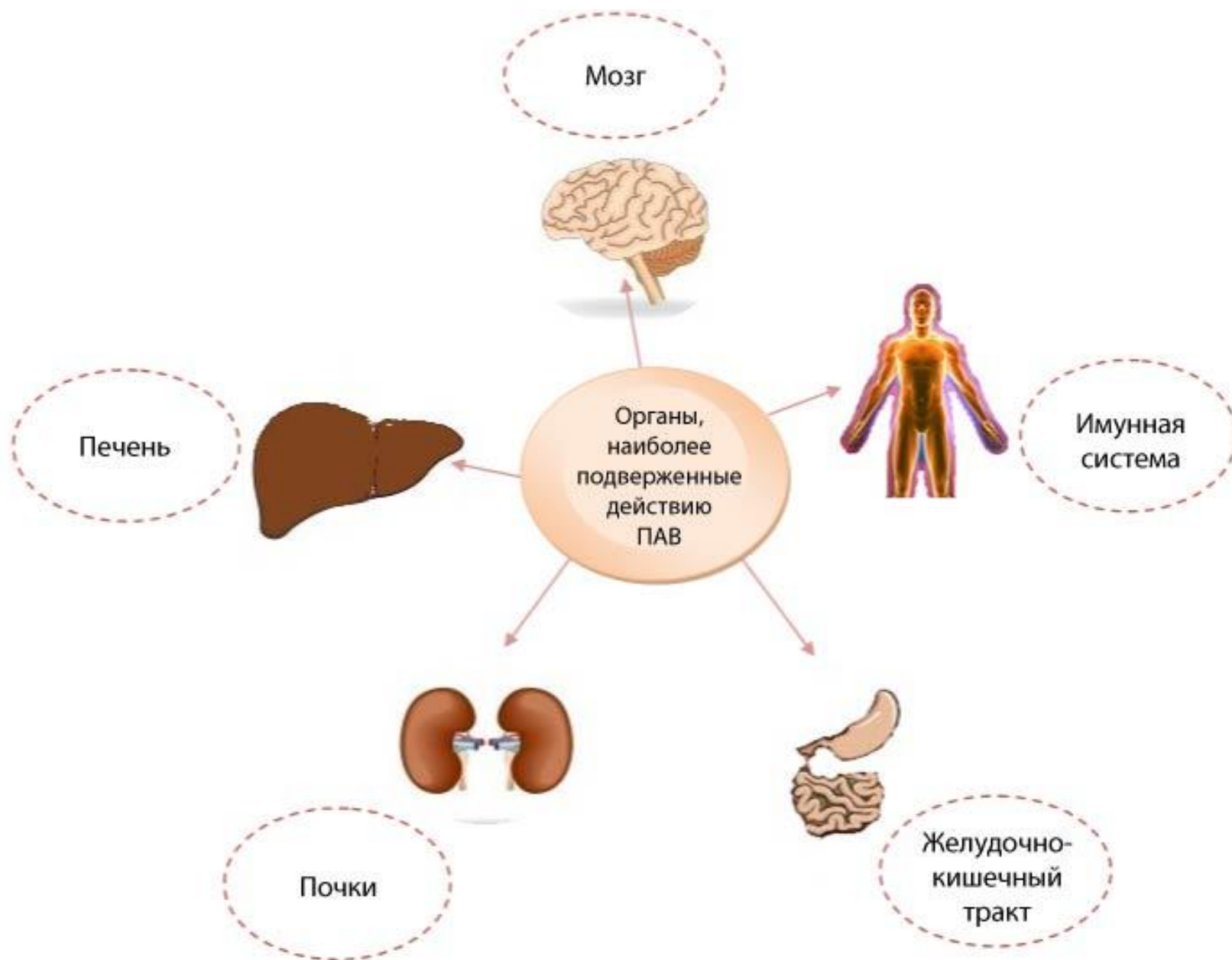
- Снижение токсичности и разрушения биохимического состава нефти можно достичь, используя эмульгаторы и ПАВ. Нефть переходит в эмульсию и быстрее распадается.

Некоторые примеры использования ПАВ для очистки воды от нефтепродуктов.

- Поглощение нефтепродуктов адсорбентами: оксид алюминия, алюмосиликаты.
- Для адсорбции часто берут измельченный активированный уголь мелкой фракции. Его наносят равномерным слоем на пятно, что препятствует его увеличению. Смешавшаяся с водой нефть прилипает к частичкам угля и легко удаляется. Смесь угля и нефти хорошо горит, что облегчает дальнейшую утилизацию.
- Используют пенополиуретан с высокой степенью поглощения. Он вбирает в себя в 20 раз больше нефтепродуктов, чем собственный вес.
- Выливают на нефтяное пятно жидкий парафин. При затвердении он впитывает в себя нефтепродукты и легко удаляется механическим путем.
- В борьбе с нефтяными пятнами эффективен ферримагнитный порошок ФЕР-3 из оксида железа. Пленка приобретает магнитные свойства и собирается специальной ловушкой.

Действие на организм

- Подавляющее количество ПАВ при использовании имеет непосредственный контакт с кожей, поэтому следует обращать внимание на их дерматологическое действие.
- Известно, что мыла при длительном контакте вызывают раздражение кожи, причём это явление более характерно для натриевых солей C8 – C10 насыщенных жирных кислот в сравнении с их высшими гомологами.
- Алкилсульфаты с длиной жирной цепи менее C12 и алкиларилсульфонаты раздражают кожу сильнее, чем мыла.
- Сульфозэтерифицированные масла и сульфозэфиры, а также продукты конденсации высших жирных кислот и белков не вызывают заметного раздражения кожи, поэтому многие очищающие и моющие композиции включают соединения этих типов.
- По убыви раздражающего действия на кожу человека ПАВы можно расположить в следующий ряд:
- Катионные > анионные > неионные.



Действие на организм

- Внутреннее введение растворов ПАВ сопровождается гемолизом (разрушением) эритроцитов. При этом оболочка эритроцитов разрушается или становится проницаемой для гемоглобина, который выходит из них в окружающую среду. Гемолитическое действие ряда гомологов жирных сульфатов и алкилдиметилбензиламмония хлорида проявляется при концентрациях, более низких по сравнению с критической концентрацией мицеллообразования. Гемолиз, вызываемый ПАВ, задерживается в присутствии холестерина и фосфолипидов.
- Введённые в ток крови ПАВы взаимодействуют не только с эритроцитами, но и с другими составными её частями. Так, полиоксиэтиленовый эфир алкилфенола в очень высокой степени повышает фагоцитозное действие лейкоцитов, а сульфонаты лигнина действуют как антикоагулянты.

Действие на окружающую среду

- ПАВ сильно загрязняют водоемы, в том числе синтетические моющие средства (СМС), широко применяемые в быту и промышленности. Присутствие СМС в воде придает ей неприятный вкус и запах. В загрязненных реках с быстрым течением образуется пена. Концентрация СМС в воде в 1 мг/л вызывает гибель микроскопических планктонных организмов, 3 мг/л – гибель дафний и циклопов, 5 мг/л – заморы рыбы. СМС замедляют естественное самоочищение водоемов, действуя угнетающе на многие биохимические процессы.
- При значительном накоплении ПАВ в донных отложениях в аэробных условиях происходит окисление микрофлорой донного ила. В случае анаэробных условий, ПАВ, могут накапливаться в донных отложениях и становиться источником вторичного загрязнения водоема. При биохимическом окислении ПАВ, образуются различные промежуточные продукты распада: спирты, альдегиды, органические кислоты и др. В результате распада ПАВ, содержащих бензольное кольцо, образуются фенолы.
- Попадая в водоемы и водотоки, СПАВ оказывают значительное влияние на их физико-биологическое состояние, ухудшая кислородный режим и органолептические свойства, и сохраняются там долгое время, так как разлагаются очень медленно. Отрицательным, с гигиенической точки зрения, свойством ПАВ является их высокая пенообразующая способность. Хотя ПАВ не являются высокотоксичными веществами, имеются сведения о косвенном их воздействии на гидробионтов. При концентрациях 5-15 мг/дм³ рыбы теряют слизистый покров, при более высоких концентрациях может наблюдаться кровотечение жабр.

Подходы в защите окружающей среды

- По данным ряда исследователей, для защиты окружающей среды при производстве и употреблении моющих средств наиболее рациональным путём является замена алкилбензолсульфонатов алкилсульфатами и алкилсульфонатами, а также применение натуральных жирных кислот и их производных, кукурузного крахмала и других, биоразлагаемость которых является стопроцентной.
- Наличие моющих средств в сточных водах вызывает обильное пенообразование за счёт остаточных ПАВ, фосфатов и других компонентов моющих средств, что затрудняет биологическую очистку.
- Но существует и другой подход, заключающийся в том, что введение в действие эффективных методов очистки сточных вод экономически целесообразнее, чем замена плохо разлагающихся компонентов моющих средств другими, менее эффективными в моющем действии.

Вывод

- Поверхностно-активные вещества играют важную роль как и в природе, так и в функционировании человеческого общества. И наша задача состоит в том, чтобы эффективно контролировать их использование, дабы они помогали нам, но при этом не вредили нам самим и природному балансу.

ИСТОЧНИКИ

- <http://алхимия-красоты.рф/views/alchemy/theory/chemistry/colloid-chemistry/surfactants.php>
- https://ru.wikipedia.org/wiki/Поверхностное_натяжение
- <http://900igr.net/datas/fizika/Poverkhnostnye-javlenija/0002-002-Poverkhnostnoe-natjazhenie.jpg>
- <http://www.myshared.ru/slide/1055407/>
- <http://www.coral-club34.ru/вода-и-ее-значение/поверхностное-натяжение.html>
- http://zoozel.ru/gallery/images/1477535_vodomerki-kartinki.jpg
- <http://animalsfoto.com/photo/b7/b710f6d38b2c57feb8636984fe9896c7.jpg>
- <http://lib.convdocs.org/docs/index-244821.html?page=7>
- <http://chemtest-online.ru/Picture/pav.jpg>
- <http://www.aroma-beauty.ru/upload/medialibrary/e05/e05ed2e7d9152a4dbaf5c5db85a13a13.jpg>
- <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3420.html>
- <http://vse-o-vode.ru/zagryaznenie/ochistka-vody-ot-nefteproduktov/>
- <http://geum.ru/next/art-388566.php>
- <http://biofile.ru/bio/4677.html>
- <http://ecolub.com.ua/stati/chem-opasnu-pav>

- СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!