

Г.В. Чернега, С.А. Похмелкина

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОКСИЭТИЛИРОВАННЫХ СПИРТОВ КАК СТАБИЛИЗАТОРОВ ЭМУЛЬСИЙ ПЕРВОГО РОДА

Запорожский государственный медицинский университет

**Ключові слова:** емульсія, поверхневий натяг, стабілізатор, адсорбція, гідрофільно-ліпофільний баланс.

**Ключевые слова:** эмульсия, поверхностное натяжение, стабилизатор, адсорбция, гидрофильно-липофильный баланс.

**Key words:** emulsion, surface tension, stabilizer, adsorption, hydrophilic-lipophilic balance.

У роботі вивчено фізико-хімічні характеристики оксидетильованих спиртів аліфатичного ряду від гексилового до нонілового. Методом Ребіндера визначено поверхневу активність. Розраховано гідрофільно-ліпофільний баланс, площа молекули в адсорбційному шарі, величина адсорбції і роботи. Виявлено ПАВ, що надають найбільш значну стабілізуючу дію на емульсії першого роду (олія у воді).

В работе изучены физико-химические характеристики оксидетильованих спиртов алифатического ряда от гексилового до нонилового. Методом Ребіндера определена поверхностная активность. Рассчитаны гидрофильно-липофильный баланс, площадь молекулы в адсорбционном слое, величина адсорбции и работы. Вывявлены ПАВ, оказывающие наиболее значительное стабилизирующее действие на эмульсии первого рода (масло в воде).

The physical and chemical characteristics of the oxiethylated alcohols of the aliphatic series from hexil to nonylic were studied. The surface activity was defined by means of Rebinder's method. The hydrophilic – lipophilic balance, the area of the molecule in an absorption layer; the values of the absorption and work were calculated. The surface active agents, making the greatest stabilizing effect to the emulsions of the first category (oil in water) were detected.

Темпы развития современной парфюмерии как за рубежом, так и в нашей стране высоки. Отличительной особенностью развития косметического производства в Украине является широкое исследование природного сырья, экстрактов и настоев лекарственных трав [1,2].

В ассортименте отечественной парфюмерной промышленности достаточно большое место отводится препаратам, основой которых составляют эмульсии [3,4]. В связи с этим, вопросу изучения свойств эмульсий отводится значительная роль.

Важнейшим свойством эмульсий, имеющим практическое значение, является их стабильность, зависящая, наряду с другими факторами, от присутствия в них поверхностно-активного вещества (ПАВ). Среди последних большими преимуществами обладают неионогенные поверхностно-активные вещества (Н-ПАВ), в следствии универсальности, высокой эффективности действия и практической безвредности.

Значительные трудности в изучении эмульсий связаны с отсутствием достаточно обоснованных методов определения эмульгирующей способности ПАВ. При этом, одни из них, характеризуя устойчивость эмульсии, не дают представления об эмульгирующих свойствах, другие ссылаются на такие параметры эмульгирующей способности ПАВ, которые не являются достаточно объективными, поскольку зависят от метода получения эмульсий и других факторов [5].

Более объективной и независимой от условий эксперимента следует признать характеристику – поверхность раздела фаз, создаваемая данным ПАВ.

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определение основных физико-химических характеристик поверхностно-активных веществ на примере оксидетильованих алифатических спиртов.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследований стали оксидетильованные спирты алифатического ряда от гексилового до нонилового с различной степенью этилирования (Е). Указанные

поверхностно-активные вещества (ПАВ) применяли в качестве стабилизаторов концентрированных эмульсий. Концентрированные эмульсии гептана с исследуемыми ПАВ получали, исходя из 1 мл 15% водного раствора. О стабильности полученных эмульсий судили по данным дисперсионного анализа. Поверхностное натяжение водных растворов изучали методом Ребіндера [6].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основании значений поверхностного натяжения водных растворов, оксидетильованих алифатических спиртов рассчитывали следующие физико-химические характеристики: значение адсорбции ПАВ – Г; работу адсорбции – А. Площадь одной молекулы в поверхностном слое – S, для каждого ПАВ теоретически рассчитывалось значение его гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ) по приближенной формуле Дэвиса. Полученные величины представлены в таблице 1.

Как видно из данных таблицы 1, для всех изученных спиртов значения ГЛБ больше 10, что указывает на высокую гидрофильность вещества и выраженный эмульгирующий эффект. Для многих из них выражение ГЛБ выше 14, что свидетельствует о возможной солубилизирующей способности ПАВ. Максимальное значение ГЛБ характерны для оксидетильованих октиловых и цетиловых спиртов. При этом ГЛБ увеличивается с ростом степени оксидетильования, т. е. увеличения гидрофильности веществ.

Что касается поверхностного натяжения водных растворов, то его величина уменьшается, а, следовательно, поверхностная активность растет от оксидетильованного гексилового до октилового спирта, а затем вновь увеличивается к нониловому спирту. Величина поверхностного натяжения растет и с увеличением степени оксидетильования спиртов, поэтому в качестве эмульгаторов рациональнее применять менее этилированные спирты с более выраженной поверхностной активностью.



Значения ГЛБ для оксэтилированных спиртов

ПАВ	о – э гексил				о – э гептил				о – э октил			о – э нонил		
	0,3	4,0	4,4	6,0	3,5	4,6	6,0	7,0	4,6	6,4	8,0	4,5	5,25	9,0
Е														
ГЛБ	12,0	12,7	13,6	14,4	11,4	12,7	13,9	14,5	11,5	13,7	14,9	14,6	12,3	14,6

Значение величины максимального объема дисперсной фазы и максимальной поверхности стабилизирующего слоя достаточно высоки, что указывает на высокую эмульгирующую способность исследуемых веществ. Концентрацией ПАВ в объеме эмульсии можно пренебречь. На это указывает то, что максимальная поверхность стабилизирующего слоя практически не зависит от поверхностной активности веществ.

Важнейшим свойством, характеризующим эффективность эмульгаторов, является также устойчивость защитных слоев, создаваемых им, т. е. как прочно он стабилизирует эмульсии. В предельно концентрированных эмульсиях особое значение имеет предотвращение коалесценции, как основного фактора нарушения устойчивости эмульсии. В качестве характеристики прослойки между каплями эмульсии можно использовать величину критической толщины защитного слоя, которая для большинства изученных веществ лежит в пределах 0,005–0,010 мкм при максимальном объеме дисперсной фазы 30–100\*10<sup>-6</sup> м максимальной поверхности стабилизирующего слоя 160–230 мкм<sup>2</sup>, что и указывает на высокую стабилизирующую эффективность ПАВ.

Площадь молекулы в поверхностном слое рассчитываем по формуле:

$$S = \Gamma * N,$$

где N – число Авогадро,

$\Gamma$  – предельная адсорбция при  $\theta = 1$ .

Величина поверхности, приходящейся на одну молекулу ПАВ в поверхностном слое, для оксэтилированных алифатических спиртов составляет от 0,159 до 1,27\*10<sup>-6</sup> м<sup>2</sup> и, согласно имеющимся данным специализированной литературы [7], обеспечивает высокую стабильность приготовленных концентрированных эмульсий.

Далее, согласно теории эмульсий, ПАВ, находящиеся на поверхности раздела, не должны легко уходить ни в одну из фаз, с тем, чтобы при сближении 2 капель молекулы ПАВ могли предотвратить их слияние. В качестве упрощенной характеристики ПАВ как стабилизаторов эмульсий чаще используют величину работы адсорбции. Сопоставление данных работ адсорбции с другими физико-химическими параметрами оксэтилированных алифатических спиртов (табл. 2) указывает на то, что наиболее сильно проявляются стабилизирующих свойства тех спиртов, работа адсорбции которых выше.

Однако, знание работы адсорбции недостаточно для полной характеристики эмульгирующей способности ПАВ, поскольку этот параметр позволяет лишь выяснить, может ли в принципе данное ПАВ быть стабилизатором эмульсии, т. е. достаточно ли крепко молекулы ПАВ удерживаются на поверхности раздела. Более важно выяснить, при какой концентрации ПАВ на поверхности будет достигнута такая адсорбция, при которой в результате сближения 2 капель дисперсной фазы молекулы стабилизатора не скользили по

Таблица 2

Физико-химические параметры оксэтилированных алифатических спиртов

ПАВ	Е	A*10 <sup>-7</sup> кал/см <sup>2</sup>	$\Gamma^*10^{-14}$ г-моль/м <sup>2</sup>	S* 10 <sup>-6</sup> м <sup>2</sup>
о-э-гексил	3,0	5,8	10,4	0,159
	4,0	4,1	7,2	0,229
	4,9	2,3	4,1	0,402
	6,0	3,9	6,9	0,239
о-э-гептил	3,5	3,2	5,7	0,288
	4,6	2,1	3,7	0,446
	6,0	2,2	3,8	0,435
	7,0	2,2	3,7	0,446
о-э-октил	4,0	2,0	3,5	0,469
	6,4	1,4	2,5	0,360
	8,0	1,2	2,2	0,750
о-э-нонил	4,5	1,4	2,5	0,360
	5,25	1,2	2,1	0,786
	9,0	1,1	2,0	0,825

поверхности. Молекулы ПАВ не будут перемещаться по поверхности при тесном расположении, когда отношение Г/Г м при мономолекулярной адсорбции в пределе будет стремиться к единице.

## ВЫВОДЫ

1. Для концентрированных эмульсий практически все молекулы ПАВ переходят на поверхность раздела, образуя защитный слой.
2. С ростом степени оксэтилирования увеличивается гидрофильность веществ.
3. В качестве эмульгаторов рациональнее применять менее этилированные спирты.
4. Наиболее сильное стабилизирующее действие оказывают те ПАВ, работа адсорбции которых выше.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бацура А.Г. Косметические средства для ухода за кожей: БАВ и вспомогательные вещества / А.Г. Бацура // Провизор. – 2004. – №12. – С. 18–21
2. Ульяна Т.В. Дослідження елементарного складу / Т.В. Ульяна, А.М. Ковальова, О.В. Горяга // Запорізький медичний журнал. – 2008. – Т.1, №2. – С. 142–146.
3. Каспаров Г.Н. Основы производства парфюмерии и косметики / Г.Н. Каспаров – М.: «Агропром-издат», 1988. – 287 с.
4. Фойтель Косметика, косметические препараты и теоретические основы современной практической косметики / Фойтель.– К., 1990 – 335 с.
5. Бацура О.Г. Практичний посібник з косметології та ароматології / О.Г.Бацура, В.Ф. Черних, С.М. Галушко та ін. – Х.: Прапор, НФАУ, 1999 – 352 с.
6. Чернега Г.В. Модельная интерпретация адсорбционного поведения эфиров салициловой кислоты / Г.В. Чернега, С.А. Похмелкина // Запорізький медичний журнал. – 2008. – Т. 46, №1. – С. 142–145.
7. Евстратова К.И. Физическая и коллоидная химия / К.И. Евстратова, Н.А. Кутина, Е.Е. Малахова. – М.: Высшая школа, 1991. – 426 с.

## Сведения об авторах:

Чернега Г.В., к. хим. н., доцент каф. физколлоидной химии ЗГМУ.

Похмелкина С.А., к. хим. н., доцент каф. физколлоидной химии ЗГМУ.

## Адрес для переписки:

Похмелкина Светлана Александровна. 69035, г. Запорожье, пр. Маяковского, 26, ЗГМУ, каф. физколлоидной химии. Тел.: (0612) 33-61-97.