

УДК 544.77:661.185

Ж. В. Бондаренко, доцент (БГТУ); Г. Г. Эмелло, доцент (БГТУ); В. Н. Артюх, студент (БГТУ)

### ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕН НА ОСНОВЕ ПРЕПАРАТОВ ТЕХАРОН K12G И GENAPOL LRO

Технические препараты Техарон K12G и Genapol LRO представляют собой коллоидные поверхностно-активные вещества на основе алкилсульфатов натрия. На приборе Росс – Майлса получены пены из водных растворов препаратов с концентрациями 0,02–50,00 г/л при температуре 22°C. Изучены: пенообразующая способность, свойства пен и кинетика их устойчивости. Установлено, что препарат Genapol LRO обладает большей способностью к пенообразованию. Показано, что это связано с его более высокими поверхностно-активными свойствами. Доказана принципиальная возможность использования исследованных препаратов в качестве пенообразователей при получении гигиенических моющих средств. Установлено, что концентрация препарата Genapol LRO должна составлять не менее 0,1 г/л, а препарата Техарон K12G – не менее 0,6 г/л.

Technical specimens Texaron K12G and Genapol LRO are colloidal surfactants based on the sodium alkylsulfates. The foams from aqueous solutions of specimens with concentration of 0,02–50,00 gram per liter at 22°C using Ross – Miles apparatus were obtained. The foam-forming ability of surfactants, properties of the foams and kinetics of their stability have been studied. It is found that Genapol LRO possesses the higher foam-forming ability due to its higher surfactant properties. The principle ability of investigated specimens using as foam-formers for hygienic cleaning agent producing is proved. It is established that concentration of Genapol LRO ought be more than 0,1 gram per liter and Texaron K12G more than 0,6 gram per liter.

**Введение.** В настоящее время поверхностно-активные вещества (ПАВ) широко используют в различных отраслях промышленности. Их применяют в качестве пенообразователей, флотореагентов, стабилизаторов, антистатиков и др. [1]. Среди косметических товаров значительная доля принадлежит средствам, которые должны обладать пенообразующими свойствами – шампуни, гели для душа, пены для ванны и др. Для получения таких средств используют технические препараты на основе ПАВ.

Целью работы явилось исследование пен, полученных на основе технических препаратов Техарон K12G и Genapol LRO, применяемых на предприятиях по производству косметических средств.

**Материалы и методы.** Препарат Техарон K12G представляет собой лаурилсульфат натрия, препарат Genapol LRO – смесь диэтоксилаурилсульфата и диэтоксимирилсульфата натрия. Их основные показатели приведены в таблице.

Растворы исследуемых препаратов готовили с использованием дистиллированной воды для исключения влияния солей жесткости на пенообразующие свойства ПАВ. Концентрация растворов исследуемых препаратов находилась в интервале 0,02–50,00 г/л. Получение пен осуществляли на приборе Росс – Майлса при температуре 22°C по методике, описанной в [2].

**Основная часть.** Пенообразующую способность характеризовали пенным числом, которое определяли по высоте столба пены в мм, измеренной через 30 с после истечения раствора препарата из пипетки прибора Росс – Майлса.

На рис. 1 показана зависимость пенного числа от вида препарата и концентрации рас-

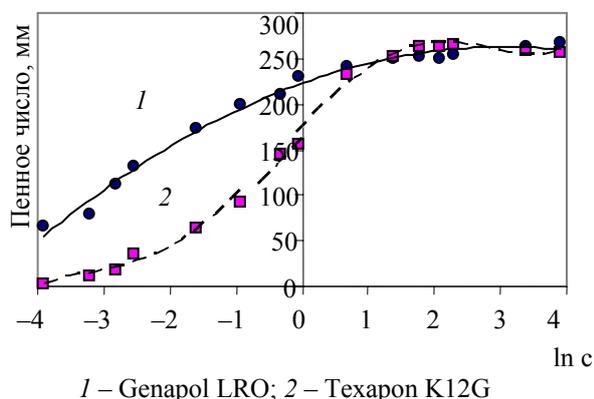
творя. Как видно из представленных данных, в области малых концентраций растворов 0,02–0,06 г/л ( $\ln c$  от  $-4,0$  до  $-2,8$ ) препарат Техарон K12G практически не обладает пенообразующей способностью. В области концентраций 0,06–4,00 г/л пенное число растет с увеличением содержания ПАВ, но при этом более высокая пенообразующая способность у препарата Genapol LRO. При концентрации более 4,00 г/л ( $\ln c = 1,39$ ) пенное число исследуемых препаратов максимально, практически постоянно и сопоставимо для обоих препаратов.

#### Основные показатели препаратов ПАВ

Наименование показателя	Значение показателя для препарата	
	Техарон K12G	Genapol LRO
Концентрация, %	100	70
Внешний вид	Гранулы светло-кремового цвета	Вязкая жидкость с перламутровым оттенком
pH 1%-ного водного раствора	10,1	8,7
ПАВ, %	97,9	69,5
Хлорид натрия, %	0,6	0,1
Сульфат натрия, %	0,5	0,2
Несульфатные компоненты, %	1,0	0,2
Молярная масса, г/моль	288	384

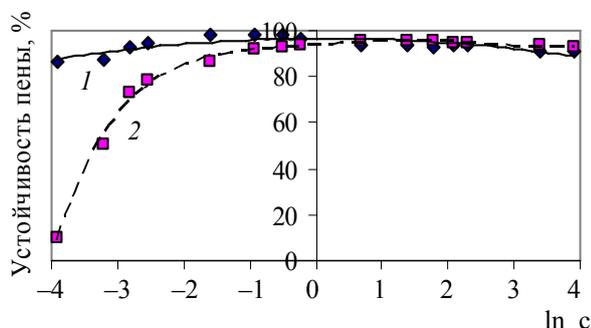
На рис. 2 представлена зависимость устойчивости пен растворов препаратов от вида препарата и концентрации. Устойчивость пен определяли

как отношение высоты столба пены через 5 мин к пенному числу и выражали в процентах.



1 – Genapol LRO; 2 – Техарон K12G

Рис. 1. Зависимость пенного числа от вида препарата и концентрации раствора



1 – Genapol LRO; 2 – Техарон K12G

Рис. 2. Зависимость устойчивости пен от вида препарата и концентрации раствора

Как видно из представленных на рис. 2 данных, препарат Genapol LRO образует очень устойчивые пены (86–99%) в области всех изученных концентраций. Устойчивость пен из растворов препарата Техарон K12G в области малых концентраций незначительна (например, при концентрации 0,02 г/л составляет 10%). С увеличением концентрации препарата Техарон K12G до 0,2 г/л ( $\ln c = -1,61$ ) данный показатель резко возрастает (до 86%), а при дальнейшем повышении концентрации образуются пены, которые по устойчивости сопоставимы с пенами, полученными с использованием препарата Genapol LRO.

Для объяснения полученных закономерностей рассмотрим механизм образования пены [3]. В условиях эксперимента пена получается при падении раствора препарата с высоты на поверхность такого же раствора. При этом воздушная фаза попадает в объем раствора в виде отдельных пузырьков. Молекулы ПАВ располагаются на границе раздела фаз, ориентируясь определенным образом: полярной частью в полярную фазу раствора, а неполярным углеводо-

родным радикалом – в пузырек воздуха. После выхода сферического пузырька воздуха на поверхность раствора он не разрушается, т. к. этому препятствует оболочка из двойного слоя молекул ПАВ, стабилизирующая пузырек (рис. 3).

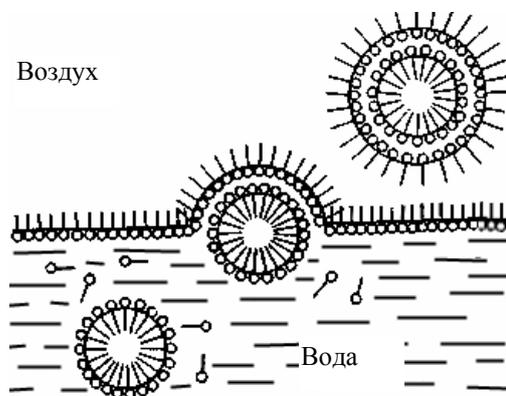


Рис. 3. Схема образования пены в условиях эксперимента

Множество пузырьков на поверхности образует пену, в которой сферическая форма пузырьков может преобразовываться в более сложную полиэдрическую форму.

Очевидно, что пенообразующая способность и устойчивость пен определяются поверхностно-активными свойствами ПАВ на границе раздела воздух – раствор ПАВ. Поэтому были получены изотермы поверхностного натяжения водных растворов препаратов с концентрациями 0,02–50,00 г/л при температуре 22°C. Установлено, что препарат Genapol LRO обладает более высокими поверхностно-активными свойствами, чем препарат Техарон K12G (поверхностные активности препаратов составляют соответственно  $4,7 \cdot 10^{-7}$  и  $2,0 \cdot 10^{-7}$  Гиббсов).

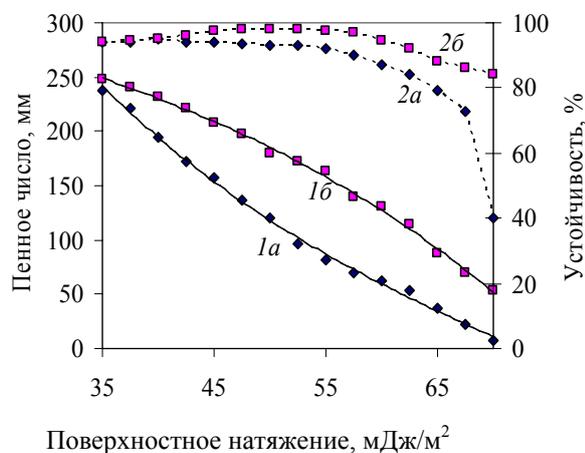
На рис. 4 представлена зависимость пенного числа и устойчивости пены от поверхностного натяжения водных растворов препаратов.

Установлено, что с уменьшением поверхностного натяжения возрастает способность ПАВ к пенообразованию. При одинаковом поверхностном натяжении на границе раздела раствор – воздух пенное число выше у пен, образованных с использованием препарата Genapol LRO, что свидетельствует о влиянии на данный показатель природы ПАВ, отличающихся поверхностно-активными свойствами.

Из рис. 4 видно, что при значении поверхностного натяжения менее 60 мДж/м<sup>2</sup> устойчивость пен составляет более 80% независимо от природы ПАВ.

В соответствии с СТБ 1675-2006 [4] гигиенические моющие средства должны удовлетворять следующим требованиям: пенное число (в зависимости от вида средства) не менее 100–

145 мм, устойчивость пены – не менее 80%. Сравнительный анализ рис. 1 и 2 свидетельствует, что данные показатели достигаются при концентрации ПАВ не менее 0,6 г/л (Техарон К12G) и 0,1 г/л (Genapol LRO).



*a* – Техарон К12G; *б* – Genapol LRO  
 Рис. 4. Зависимость пенного числа (1) и устойчивости пен (2) от поверхностного натяжения растворов

Исследована кинетика устойчивости пен, полученных из растворов препаратов с концентрациями 0,02–0,80 г/л. Результаты исследования представлены на рис. 5.

Из рис. 5 видно, что с течением времени (до 5,0 мин) происходит существенное понижение высоты столба пены (более интенсивно для препарата Техарон К12G). Дальнейшее понижение высоты столба пены с течением времени незначительно. Через 15 мин в исследованных системах достигается состояние равновесия.

Определена кратность пен, полученных с использованием препаратов Genapol LRO и Техарон К12G. Кратность пены определяли как отношение объема пены к объему жидкости, пошедшей на ее образование. На рис. 6 представлены кинетические кривые кратности пен.

Установлено, что пены, полученные с использованием препаратов Genapol LRO (концентрация 0,2–0,8 г/л) и Техарон К12G (концентрация 0,8 г/л), являются высокочрезмерными («сухими»). Пены, полученные с использованием препарата Техарон К12G с концентрацией 0,2–0,6 г/л, являются низкочрезмерными («влажными»). Кратность «сухих» пен зависит от времени: в течение 5 мин существования пены она возрастает, а при дальнейшем увеличении времени практически не изменяется. Кратность «влажных» пен с течением времени практически не изменяется.

На кратность пен влияет концентрация водных растворов препаратов: с повышением концентрации кратность пен увеличивается. При

одинаковой концентрации раствора и времени кратность выше у пен, образованных с использованием препарата Genapol LRO.

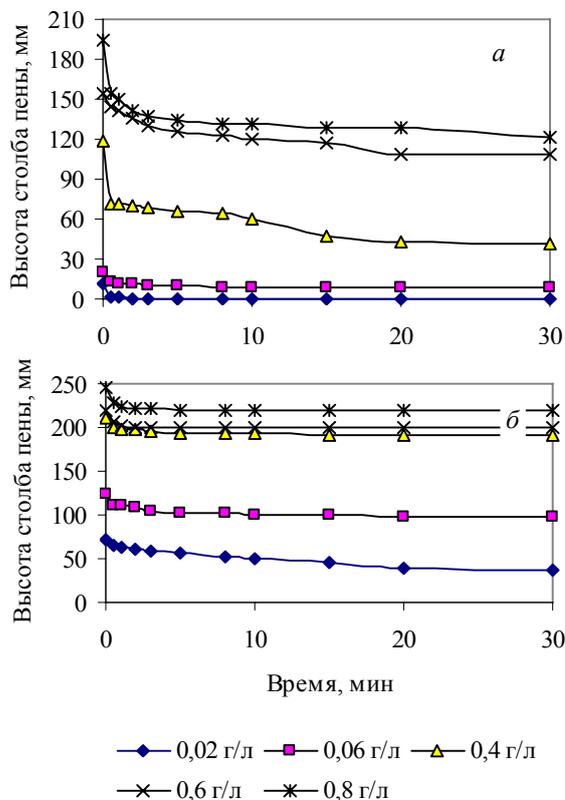


Рис. 5. Кинетика устойчивости пен, полученных с использованием препаратов Техарон К12G (*a*) и Genapol LRO (*б*), в зависимости от концентрации

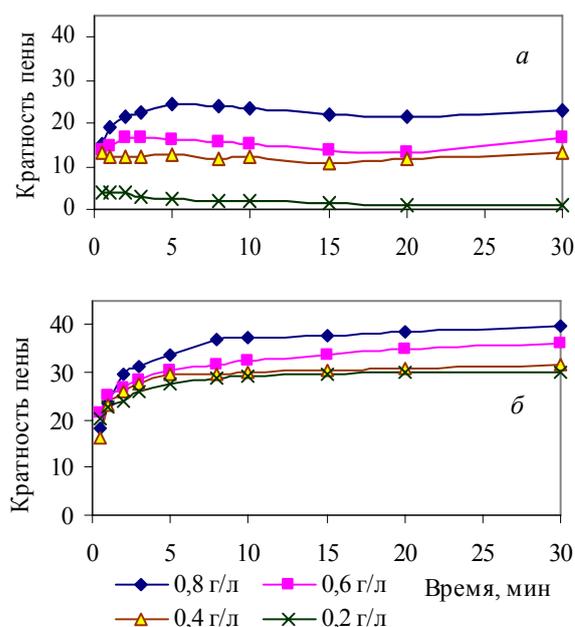


Рис. 6. Кинетические кривые кратности пен, полученных с использованием препаратов Техарон К12G (*a*) и Genapol LRO (*б*), в зависимости от концентрации

**Заключение.** Изучены: пенообразующая способность, свойства и кинетика устойчивости пен, полученных из водных растворов препаратов Техарон K12G и Geparol LRO. Показана их взаимосвязь с поверхностно-активными свойствами исследованных препаратов.

#### Литература

1. Ланге, К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / К. Р. Ланге; под ред. Л. П. Зайченко. – СПб.: Профессия, 2005. – 240 с.

2. Средства моющие синтетические. Метод определения пенообразующей способности: ГОСТ 22567.1-77. – Введ. 02.06.77; продл. 29.06.84. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 7 с.

3. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – М.: Химия, 1988. – 464 с.

4. Изделия косметические гигиенические моющие. Общие требования: СТБ 1675-2006. – Введ. 01.07.2007. – Минск, 2007. – 6 с.

*Поступила 26.03.2010*