

МИЦЕЛЛООБРАЗОВАНИЕ НЕИОНОГЕННОГО ПАВ TWEEN-80 В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

TWEEN-80 (полисорбат 80) – это неионогенное поверхностно-активное вещество (ПАВ), которое широко применяется в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности. Он прекрасно растворяется в воде, стабилизирует образование пены (может использоваться как пенообразователь в водных средах или пеногаситель в масляных), а также смягчает и увлажняет кожу. В косметической промышленности используется способность вещества делать эфирные и жирные масла водорастворимыми. Стоит немного добавить TWEEN-80 к маслу, как смесь можно смыть простой водой. При этом все полезные свойства масел в смеси сохраняются. TWEEN-80 применяется в кремах, шампунях, освежителях воздуха, скрабах, пенках, гидрофильных маслах, масках для лица и волос, спреях для тела и в других продуктах, в которых требуется связать отдушки, эфирные или жирные масла с водой. В пищевой промышленности

TWEEN-80 зарегистрирован как пищевая добавка E 433. Она применяется для растворения в жирах ароматизаторов, в качестве эмульгатора и загустителя, образователя пены (для продуктов с высокой кислотностью) и пеногасителя (в производстве жиров). Полисорбат 80 можно встретить в составе кексов и йогуртов, мороженого, маргарина и сливочного масла, сливок и жиров для выпечки, жевательной резинки.

В связи с широкой применимостью данного ПАВ актуальным и востребованным представляется исследование свойств TWEEN-80, в том числе и критической концентрации мицеллообразования (ККМ), поскольку при достижении ККМ коллоидные ПАВ становятся способными к солубилизации (растворению в мицеллах коллоидных (мицеллярных) растворов ПАВ веществ, которые нерастворимы в жидкости, представляющей собой дисперсионную среду коллоидного раствора [1]).

Поверхностно-активное вещество TWEEN-80 – это сорбиталь O-20, сорбитанполиоксиэтиленмоноолеат с молярной массой 1296 г/моль. В структуру его молекулы входит пятичленное кольцо, в вершине которого находится атом кислорода, и к которому, помимо

остатка олеиновой кислоты, присоединены две полярные цепочки $(C_2H_4O)_n$ и $(C_2H_4O)_m$, где $n+m=20$. TWEEN-80 представляет собой вязкую маслянистую жидкость, имеющую цвет от светло-желтого до янтарного, плотность $1,06-1,10 \text{ г/см}^3$, вязкость $0,24-0,26 \text{ Па}\cdot\text{с}$, температуру воспламенения 340°C [2].

Цель настоящей работы – различными методами определить критическую концентрацию мицеллообразования TWEEN-80.

В области ККМ резко изменяются физико-химические свойства растворов коллоидных ПАВ. Поэтому методы определения ККМ основаны на регистрации точки (области) перегиба на кривой «физико-химическое свойство – концентрация ПАВ» (оптическая плотность, поверхностное натяжение, удельная или эквивалентная электропроводность и т.д.) [2]. Поскольку TWEEN-80 является неионогенным ПАВ, определить ККМ по излому на концентрационной зависимости электропроводности невозможно. Поэтому нами были выбраны следующие методы: рефрактометрический, турбидиметрический и определение ККМ по излому на концентрационной зависимости поверхностного натяжения растворов ПАВ.

Для достижения поставленной цели методом последовательных разбавлений на основе дистиллированной воды были приготовлены растворы TWEEN-80 с концентрациями от $9,98 \cdot 10^{-5}$ до 80 г/л , измерен их показатель преломления, оптическая плотность, коэффициент пропускания и поверхностное натяжение. TWEEN-80 взвешивали при помощи весов лабораторных электронных RADVAG AS 200/C/2/N.

Величину коэффициента преломления определяли при помощи рефрактометра ИРФ-454 БМ. ККМ, определенная по двум сериям растворов, составила $0,40$ и $0,77 \text{ г/л}$ (рисунок 1) ($3,09 \cdot 10^{-4}$ и $5,94 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$).

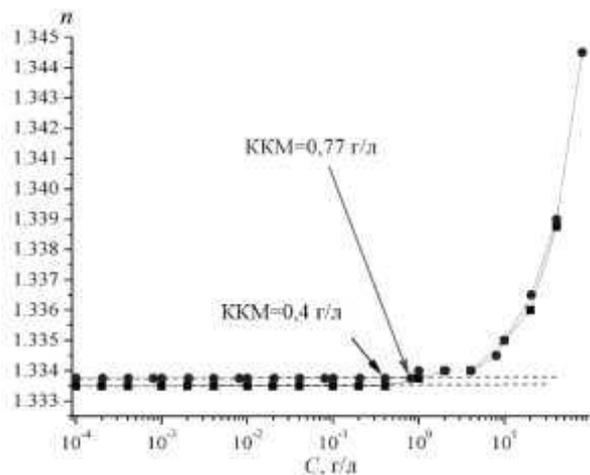


Рисунок 1 – Определение ККМ рефрактометрическим методом по двум сериям растворов TWEEN-80

Турбидиметрический метод анализа основан на измерении интенсивности света, прошедшего через систему, при условии, что интенсивность падающего светового потока ослабляется в результате его рассеяния дисперсной системой [3]. До достижения ККМ

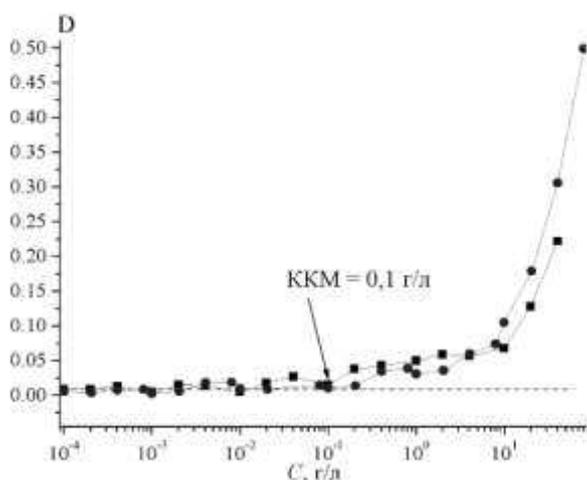


Рисунок 2 – Определение ККМ турбидиметрическим методом по двум сериям растворов TWEEN–80

раствор является истинным и свет не рассеивает. Поскольку раствор не окрашен, то и поглощения света не происходит и оптическая плотность близка к нулю (коэффициент пропускания $\tau \approx 100\%$). При появлении мицелл система становится дисперсной и начинает рассеивать свет, поэтому оптическая плотность растет, а коэффициент пропускания падает. Поскольку интенсивнее всего рассеивается свет с

наименьшей длиной волны [3], для определения ККМ было выбрано излучение с $\lambda = 400$ нм. Оптическую плотность и коэффициент пропускания определяли с помощью фотометра КФК–3–01 «ЗОМЗ» на кювете, толщиной 50,110 мм. ККМ, определенная по двум сериям растворов, составила 0,10 г/л ($7,71 \cdot 10^{-5}$ моль/л) (рисунок 2), что близко к значениям ККМ, полученным автором [4] по излому на зависимости поверхностного натяжения, измеренного тензиометрическим методом, от концентрации ($9,6 \cdot 10^{-5}$ моль/л). ККМ, определенная по концентрации, при которой начинается падение коэффициента пропускания, составила 0,09 г/л ($6,94 \cdot 10^{-5}$ моль/л).

Поверхностное натяжение определяли сталагмометрическим методом [3]. Для экспериментального определения ККМ часто используют изотерму поверхностного натяжения в координатах $\sigma = f(\ln C)$. При достижении ККМ поверхностное натяжение перестает зависеть от концентрации раствора ПАВ и на зависимости появляется излом. Проекция на ось абсцисс дает значение $\ln(\text{ККМ})$, из которого рассчитывают величину критической концентрации мицеллообразования. ККМ, определенная по излому на концентрационной зависимости поверхностного натяжения (рисунок 3), составила 1,06 г/л, что соответствует молярной концентрации $0,818 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Это значение близко к значению ККМ, полученному авторами [5] тем же методом ($1,55 \cdot 10^{-3}$ моль/л). Плотность растворов определяли при помощи денсиметров КЛП.

Таким образом, в настоящей работе тремя методами определена критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) неионогенно-

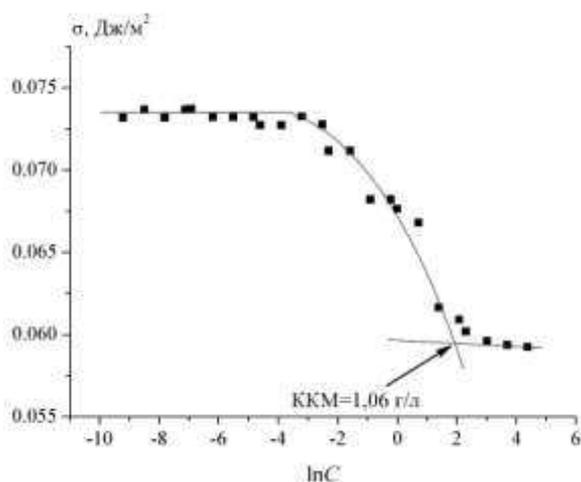


Рисунок 3 – Определение ККМ по концентрационной зависимости поверхностного натяжения водных растворов TWEEN–80

го коллоидного ПАВ TWEEN–80, составившая $6,94 \cdot 10^{-5} - 8,18 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Указанное расхождение в результатах определения ККМ различными методами связано с точностью этих методов и часто наблюдается при определении ККМ различных коллоидных ПАВ.

Работа выполнена на лабораторном оборудовании УО «Белорусский государственный технологический университет».

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Клындюк А.И. Поверхностные явления и дисперсные системы: учеб. пособие для студентов химико-технологических специальностей. Мн: БГТУ, 2011.
- 2.Химическая энциклопедия в 5 т. Т.4 М.: «Большая российская энциклопедия», 1995.
- 3.Поверхностные явления и дисперсные системы. Лабораторный практикум для студентов химико-технологических специальностей./ А.А. Шершавина, Л.Я. Крисько, Г.Г. Эмелло, Т.А. Шичкова, А.И. Клындюк. Мн.: БГТУ, 2005.
- 4.Иванова, И.И. Мицеллообразование и поверхностные свойства водных растворов бинарных смесей ТВИН-80 и бромида цетилтриметиламмония / И.И. Иванова // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2. Химия.– 2012. – Т.53, №1.– С. 44–49.
- 5.Эмелло, Г.Г. Коллоидно-химические свойства технических препаратов ПАВ, используемых в косметической промышленности / Г.Г. Эмелло, Ж.В. Бондаренко, Е.В. Грукалова // Труды БГТУ. – 2012.– №4. Химия, технология органических веществ и биотехнология.– С. 20–24.