

ЭМУЛЬГАТОРЫ ОБРАТНЫХ ЭМУЛЬСИЙ НА ОСНОВЕ МОНОЭТАНОЛАМИДОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Е. И. Черных, А. С. Шестаков, Т. Н. Пояркова, К. В. Илюшина, А. В. Фалалеев

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
Поступила в редакцию 11.01.2016 г.*

Аннотация. Получены моноэтаноламиды жирных кислот и их смеси на основе жирных кислот растительных масел. Определены значения поверхностной активности полученных ПАВ. Определена способность к стабилизации обратных эмульсий моноэтаноламидов жирных кислот и их смесей на основе жирных кислот растительных масел. Установлена зависимость стабильности обратных эмульсий от содержания углеводородной фазы и эмульгатора.

Ключевые слова. Обратные эмульсии, эмульгаторы, стабильность эмульсий, моноэтаноламиды, амидирование.

Abstract. The monoethanolamides of fatty acids and mixtures thereof based on fatty acids of vegetable oils were obtained. The values of surface activity of these surfactants were obtained. The ability of monoethanolamides of fatty acids and mixtures thereof based on fatty acids of vegetable oils to stabilize reverse emulsions were obtained. The dependence of the stability of inverse emulsions on the content of the hydrocarbon phase and the emulsifier was determined.

Keywords. Invert emulsions, emulsifiers, stability of emulsions, monoethanolamides, amidation.

Эмульсия - дисперсная система, состоящая из микроскопических капель жидкости (дисперсной фазы), распределенных в другой жидкости (дисперсионной среде). В нормальных эмульсиях, также известных как эмульсии масла в воде, капли масла представляют прерывную (дисперсную) фазу. Обратные эмульсии - это капли воды в масле. В настоящее время существуют два основных направления использования обратных эмульсий: приготовление буровых растворов на углеводородной основе [1,2] и создание эмульсионных взрывчатых веществ [3,4].

Для стабилизации обратных эмульсий используют поверхностно-активные вещества (ПАВ) с высокой растворимостью в фазе масла. К числу

таких ПАВ относятся алкилоламиды, которые являются продуктами конденсации триглицеридов, жирных кислот и метиловых эфиров жирных кислот с моноэтаноламином (МЭА) и диэтаноламином (ДЭА). Объектом нашего исследования явились моноэтаноламиды жирных кислот, входящих в состав подсолнечного, соевого и кокосового масел.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Спектры ЯМР ^1H регистрировали на приборе Bruker DRX-500(500 МГц) при 20-30 °С в $\text{DMSO}-d_6$, химические сдвиги даны в единицах м.д. (δ) по отношению к ТМС. ИК спектры получены методом нарушенного внутреннего полного отражения на приборе Bruker Vertex 70. Хроматографический анализ полученных соединений осуществлен на хроматографе Agilent 7890В с

масс-детектированием. В качестве детектора масс применен времяпролетный детектор Agilent 5977A.

Синтез моноэтаноламидов с использованием жирных кислот

Общая методика получения метиловых эфиров жирных кислот.

Растворяли 0,05 моль жирной кислоты в 40 мл метанола, прибавляли 1,5 мл концентрированной серной кислоты, полученную смесь кипятили с обратным холодильником в течение 5 часов. После охлаждения реакционной смеси отгоняли оставшийся метанол на роторном испарителе. Полученную смесь отмывали дистиллированной водой от серной кислоты до нейтральной реакции и дважды экстрагировали полученный эфир диэтиловым эфиром. Полученный экстракт выдерживали в течение суток над хлоридом кальция, отфильтровывали и отгоняли диэтиловый эфир на роторном испарителе.

Метиловый эфир пальмитиновой кислоты, 97%. ИК спектр, ν , см^{-1} : 2918 (CH), 2851 (CH), 1742 (C=O).

Метиловый эфир стеариновой кислоты, 82%. ИК спектр, ν , см^{-1} : 2937 (CH), 2916 (CH), 2849 (CH), 1738 (C=O).

Метиловый эфир миристиновой кислоты, 97%. ИК спектр, ν , см^{-1} : 2938 (CH), 2917 (CH), 2850 (CH), 1740 (C=O).

Общая методика получения моноэтаноламидов жирных кислот.

Смесь 5 г метилового эфира жирной кислоты и 1,05-1,3 мл моноэтаноламина, содержащего 5% алкоголята натрия (0,08 г металлического натрия добавляли к 15,5 мл моноэтаноламина и охлаждали после окончания выделения водорода) медленно нагревали в круглодонной колбе в течение 30-40 мин до окончания выделения метанола, вставляли обратный холодильник и нагревали при температуре 130-150 °С в течение 3-х часов. После охлаждения извлекали полученный продукт.

Моноэтаноламид пальмитиновой кислоты (МЭАПК), 90%. $T_{\text{пл}}$ 86 °С (98 °С [5]).

ИК спектр, ν , см^{-1} : 3292 (NH), 3192 (OH), 2953 (CH), 2916 (CH), 2848 (CH), 1639 (амид I), 1555 (амид II), 1308 (амид III), 1047 (C-OH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 0.85 (3H, т, $J = 7.0$, CH_3); 1.18-1.29 (24 H, м, $(\text{CH}_2)_{12}$), 1.46 (2H, м, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}$); 2.04 (2H, т, $J = 7.5$, CH_2CO); 3.09 (2H, к, $J = 6.0$, CH_2NH); 3.36 (2H, т, $J = 6.0$, CH_2OH), 4.63 (1H, с, OH); 7.72 (1H, т, $J = 6.0$, NH).

Моноэтаноламид стеариновой кислоты (МЭАСК), 88%. $T_{\text{пл}}$ 103 °С.

ИК спектр, ν , см^{-1} : 3296 (NH), 3211 (OH), 2954 (CH), 2916 (CH), 2848 (CH), 1641 (амид I), 1558 (амид II), 1309 (амид III), 1047 (C-OH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 0.85 (3H, т, $J = 7.0$, CH_3); 1.18-1.29 (28 H, м, $(\text{CH}_2)_{14}$), 1.46 (2H, м, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}$); 2.04 (2H, т, $J = 7.5$, CH_2CO); 3.09 (2H, к, $J = 6.0$, CH_2NH); 3.36 (2H, м, CH_2OH), 4.63 (1H, с, OH); 7.72 (1H, т, $J = 6.0$, NH).

Моноэтаноламид миристиновой кислоты (МЭАМК), 78%. $T_{\text{пл}}$ 90 °С.

ИК спектр, ν , см^{-1} : 3292 (NH), 3192 (OH), 2953 (CH), 2916 (CH), 2848 (CH), 1639 (амид I), 1555 (амид II), 1308 (амид III), 1047 (C-OH).

Синтез моноэтаноламидов с использованием растительных масел (триглицеридов)

Смешивали 15 мл моноэтаноламина, содержащего 5% алкоголята натрия (получение см. выше) с 55 г растительного масла. Смесь нагревали при перемешивании в стакане (100 - 150 °С) в течение 7-10 мин до полной гомогенизации. Затвердевшую после охлаждения смесь использовали для дальнейших исследований.

Моноэтаноламиды жирных кислот подсолнечного масла (МЭАПМ). Белое кристаллическое вещество. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3294 (NH), 3192 (перегиб OH), 2956 (CH), 2916 (CH), 2848 (CH), 1641 (амид I), 1558 (амид II), 1308 (амид III), 1053 (C-OH).

Моноэтаноламиды жирных кислот соевого масла (МЭАСМ). Бледно – желтое кристаллическое вещество. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3292 (NH), 3192 (перегиб OH), 2955 (CH), 2918 (CH), 2848 (CH), 1641 (амид I), 1556 (амид II), 1309 (амид III), 1055 (C-OH).

Моноэтаноламиды жирных кислот кокосового масла (МЭАКМ). Белое кристаллическое вещество. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3292 (NH), 3192 (перегиб OH), 2956 (CH), 2918 (CH), 2848 (CH), 1639 (амид I), 1556 (амид II), 1307 (амид III), 1045 (C-OH).

Для определения аминного числа полученных моноэтаноламидов, был использован метод безводного кислотно-основного титрования. В качестве титранта слабого основания, которым является моноэтаноламин, была использована соляная кислота. Навеску образца, помещали в коническую колбу, растворяли при нагревании в 30 см^3 изопропанола и оттитровывали приготовленным 0,1 М раствором соляной кислоты в присутствии 3 – 4 капель бромфенолового синего. Моментом окончания титрования считается появление

устойчивой желтой окраски.

Определение коллоидно-химических характеристик полученных ПАВ

Определение поверхностного натяжения эмульгаторов проводили полустатическим сталагмометрическим методом [6]. Коллоидно-химические характеристики определяли из зависимости величины поверхностного натяжения от концентрации ПАВ и изотермы адсорбции [7].

Приготовление обратных эмульсий и испытание на стабильность

Эмульсии готовили при температуре окружающей среды (22–25°C). С помощью пипетки в стакан отмеряли расчетное количество углеводородной фазы – дизельного топлива. Стакан помещали на весы и добавляли необходимое количество эмульгатора. Перемешивая, растворяли эмульгатор в дизельном топливе. С помощью мерного цилиндра отмеряли необходимое количество водной фазы – воды водопроводной средней жесткости.

Эмульгирование проводили при непрерывном перемешивании эмульсии мешалкой ИКА Eurostar 40 digital, частота вращения вала 850–1000 об/мин. Водную фазу сначала добавляли с помощью делительной воронки со скоростью 1–5 мл/мин добиваясь получения однородной эмульсии. После того как был добавлен объем водной фазы примерно равный объему углеводородной фазы, скорость добавления водной фазы увеличивали вдвое.

Стаканы с эмульсией накрывали крышкой и оставляли при комнатной температуре. Момент разрушения эмульсии определяли визуально. Считали, что эмульсия разрушена, когда из нее выделилось более половины водной фазы [7]. Такая эмульсия, как правило, уже не может быть эмульгирована обратно. Стабильность эмульсии оценивали по времени, прошедшему с момента приготовления эмульсии до момента ее разрушения. Испытания проводили на трех параллельных образцах. За окончательный результат принимали среднее значение стабильности трех образцов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Конечной целью исследования являлись алкилоамиды жирных кислот, полученные из различных растительных масел. Использование триглицеридов, а не индивидуальных жирных кислот приводит к значительному удешевлению получаемых ПАВ. Тем не менее, в этом случае образуется смесь алкилоамидов, что существенно затрудня-

ет идентификацию образующихся продуктов. Мы остановились на отработке условий получения и доказательства структуры получаемых ПАВ с использованием индивидуальных жирных кислот: пальмитиновой, стеариновой и миристиновой.

Так как растительные масла являются сложными эфирами, нами предварительно были получены метиловые эфиры этих кислот стандартным методом [9] с использованием метанола в условиях кислотного катализа. Анализ полученных продуктов методом ИК-спектроскопии показал наличие характерных полос поглощения 2850–2940 см⁻¹, соответствующих валентным колебаниям С–Н в составе алкильного фрагмента, и характерной для карбонильной группы в составе сложного эфира сильной полосы поглощения 1740 см⁻¹.

Метилпальмитат и метилстеарат, кроме того, были подвергнуты анализу методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. Как оказалось, метилпальмитат составляет 70% в полученном образце, 20% приходится на долю метилстеарата и 7% на долю метилмиристата. По-видимому с этим связана заниженная, по сравнению с литературными данными [5], температура плавления полученного образца. Метилстеарат, в свою очередь, содержит 87% основного вещества, основными примесными соединениями являются метилпальмитат (8%) и метиларахинат (2.6%). Таким образом, степень чистоты исходных жирных кислот была явно недостаточной для получения индивидуальных соединений, однако, так как все примесные эфиры были производными насыщенных жирных кислот, на конечные выводы относительно реакционной способности это не повлияло.

Таким образом, были получены относительно чистые образцы сложных эфиров насыщенных жирных кислот. Которые предстояло превратить в алкилоамиды. Как показывает анализ литературных данных, амидирование протекает в присутствии основных катализаторов [10–12]. Мы остановились на методе, который заключался в получении амидов в массе в отсутствие растворителя с использованием 5% аминоэтилата натрия, который получали непосредственно перед реакцией растворением навески натрия в определенном объеме моноэтаноламина. Такой способ исключает присутствие воды в реакционной массе и способствует образованию амида, сводя к минимуму возможную побочную реакцию образования эфира. В результате с выходом 80–90% были получены соответствующие моноэтаноламиды жирных кислот (схема 1).

Структура полученных соединений была доказана методами ИК-спектроскопии и ЯМР ^1H . Так в ИК-спектре моноэтаноламида пальмитиновой кислоты присутствуют характерные полосы поглощения NH (3292 см^{-1}) и OH (3192 см^{-1} с перегибом) групп, валентных колебаний C-H алкильного фрагмента ($2953, 2916, 2848\text{ см}^{-1}$), полосы поглощения амид I, амид II и амид III ($1639, 1555$ и 1308 см^{-1} соответственно) и полоса поглощения 1047 см^{-1} соответствующая валентным колебаниям C-O в составе гидроксильной группы. Спектр ЯМР ^1H содержит сигналы групп NH (7.72 м.д.) и OH (4.63 м.д.), характерные триплет и квадруплет для протонов аминоэтанольной группы ($J = 6.0$, квадруплет соответствует группе CH_2NH , что подтверждается расщеплением сигнала амидного протона), триплеты ($J = 7.0$) для протонов связанных с концевыми атомами углерода углеводородного фрагмента и мультиплет протонов при C-14. Такой же вид имеет и спектр ЯМР ^1H моноэтаноламида стеариновой кислоты.

Методика синтеза моноэтаноламидов, разработанная для индивидуальных жирных кислот, была применена к триглицеридам жирных кислот: подсолнечному, кокосовому и соевому маслам. Алкилоламиды получали нагреванием реакционной массы в стакане в течение 10 мин (схема 2). Реакция завершается образованием плотной бесцветной массы, которая была использована в дальнейших исследованиях. Перекристаллизация

приводит к нарушению исходного состава алкилоламидов, т.к. теряется часть амидов ненасыщенных кислот.

Состав образовавшегося продукта был определен методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. Содержание моноэтаноламидов в продукте, полученном на основе подсолнечного масла (МЭАПМ), было установлено непосредственным вводом раствора продукта в испаритель хроматографа. Время анализа в этом случае превышало 45 минут. Смесь моноэтаноламидов, полученная на основе соевого (МЭАСМ) и кокосового масла (МЭАКМ), была подвергнута силилированию обработкой триметилхлорсиланом, что позволило перевести спирты в соответствующие триметилсилильные эфиры, гораздо более летучие в условиях хроматографического анализа. Время анализа в этом случае не превышало 22 мин. Состав смесей представлен в таблице 1.

Как следует из хроматографических данных, полученная смесь включает помимо самих моноэтаноламидов глицерин и примеси диэтаноламида. Содержание примесных соединений, содержащих аминогруппу было определено методом кислотно-основного титрования. Значение аминного числа показывает, что содержание соединений, содержащих аминогруппу (в пересчете на диэтаноламин) не превышает 8%, что находится в соответствии с хроматографическими данными.

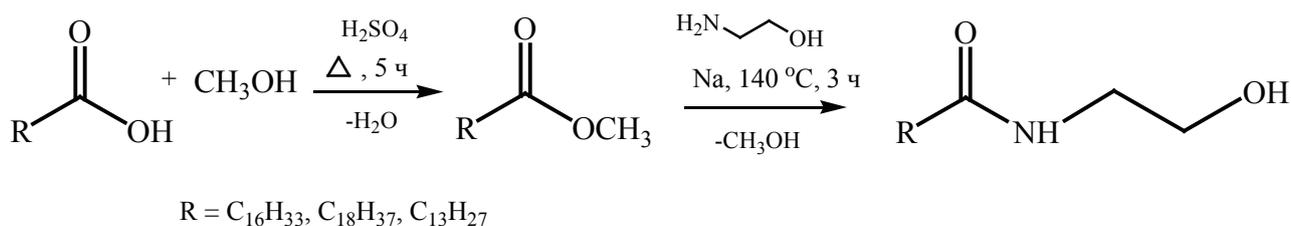


Схема 1. Синтез моноэтаноламидов жирных кислот

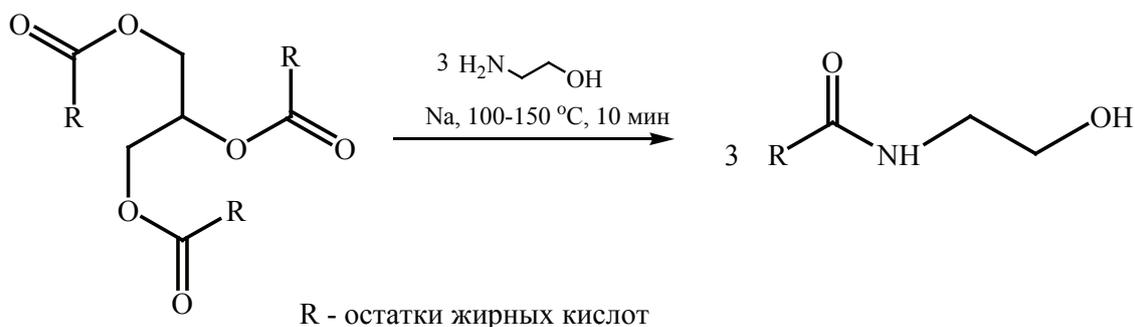


Схема 2. Синтез моноэтаноламидов жирных кислот растительных масел

Таблица 1.

Состав смеси (%) моноэтаноламидов (МЭА), полученных на основе подсолнечного, соевого и кокосового масел

	МЭА пальмитиновой кислоты	МЭА стеариновой кислоты	МЭА олеиновой кислоты	МЭА линолевой кислоты	МЭА мирисстиновой кислоты	МЭА лауриновой кислоты	МЭА декановой кислоты	МЭА каприловой кислоты
МЭАПМ	22	23	18	36	-	--	-	-
МЭАСМ	15	11	34	40	-	-	-	-
МЭАКМ	5	1	-	-	22	59	4	6

Для полученных смесей моноэтаноламидов с использованием стагмометрического метода были сняты изотермы поверхностного натяжения (рис. 1). Моноэтаноламиды жирных кислот (МЭАПК, МЭАСК и МЭАМК) в воде не растворялись и получить изотермы поверхностного натяжения для них оказалось невозможно. По виду изотерм, полученных для смесей моноэтаноламидов, можно сделать вывод о том, что полученные ПАВ являются мицеллообразующими, что является положительным фактором в любых областях применения ПАВ. Зависимость поверхностного натяжения (σ) от концентрации ПАВ позволяет оценить критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ, значение после которого σ остается неизменной) и поверхностную активность ($G = \lim_{c \rightarrow 0} (d\sigma/dc)$).

Взаимосвязь между поверхностным натяжением и адсорбцией позволяет получить адсорбционные характеристики ПАВ на основе анализа кривых зависимости поверхностного натяжения ПАВ от их концентрации [7]. Для этого строили изотерму ленгмюровской адсорбции (рис. 2) и находили значение предельной адсорбции (A_∞). Зная величину предельной адсорбции, находили толщину адсорбционного слоя (h), значение молекулярной площадки (S_m) и адсорбционный потенциал (W). Адсорбционный потенциал – величина работы адсорбции, отнесенная к 1 молю адсорбированного вещества. Другими словами это работа, которую совершает система при обратимом изотермическом процессе переноса растворенного вещества из объема раствора в поверхностный слой. Адсорбционные характеристики представлены в таблице 2.

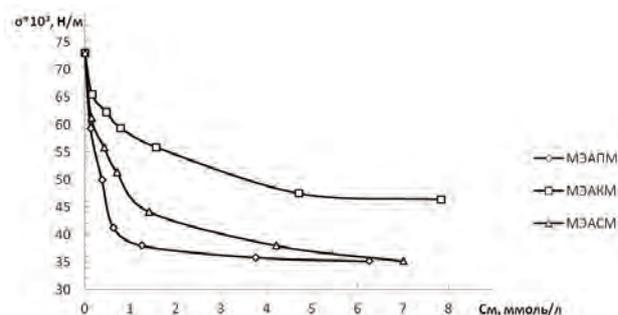


Рис. 1. Изотермы поверхностного натяжения моноэтаноламидов

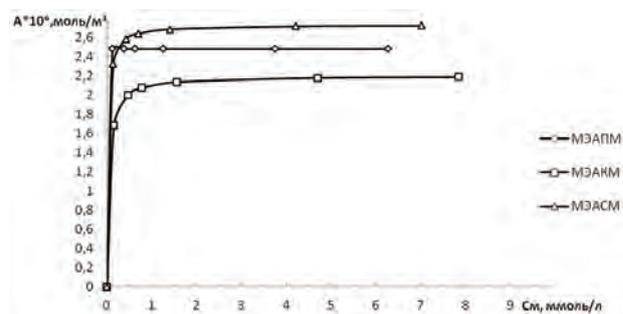


Рис. 2. Изотермы адсорбции моноэтаноламидов

Значения поверхностных активностей довольно большие, по сравнению с типичными ПАВ, что характеризует полученные образцы как эффективные эмульгаторы. Наибольшую поверхностную активность, как видно из рис. 1 и данных таблицы 2 имеет МЭАПМ. Следует отметить, что МЭАКМ является аналогом продукта «Коламид К», который производится в промышленных масштабах НПО «НИИПАВ», г. Волгодонск [13].

Таблица 2.

Адсорбционные характеристики образцов МЭАПМ, МЭАКМ, МЭАСМ.

Образец	ККМ · 10 ³ , моль/л	G · 10 ² , Дж·м/моль	A _∞ · 10 ⁵ , моль/м ²	S _m , нм ²	h, нм	W · 10 ⁻⁴ , Дж/моль
МЭАПМ	0.8	8.11	2.48	0.67	1.00	2.55
МЭАСМ	1.0	3.20	2.73	0.61	0.94	2.34
МЭАКМ	2.0	1.02	2.2	0.76	0.78	2.11

Нами были проведены испытания на стабильность обратных эмульсий, полученных с применением синтезированных эмульгаторов. В качестве углеводородной фазы использовали дизельное топливо, в качестве водной фазы – обычную водопроводную воду. Испытания проводили при комнатной температуре (23-25°C). Результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4.

Стабильность эмульсий, полученных с применением синтезированных эмульгаторов

Эмульгатор	Стабильность, ч
МЭАПМ	2034.00
МЭАСМ	1696.00
МЭАКМ	97.00
МЭАПК	0.17
МЭАСК	0.02
МЭАМК	1.50

Примечание. Содержание углеводородной фазы 10% (об.), содержание эмульгатора 1%.

Полученные результаты находятся в хорошем соответствии с ранее полученными данными о поверхностной активности. Действительно, МЭАКМ существенно проигрывает по эмульгирующей способности МЭАСМ и МЭАПМ, показавших лучшую поверхностную активность. По-видимому, эмульгирующая способность, как и поверхностная активность, связаны со структурой используемых ПАВ. Так моноэтаноламиды пальмитиновой, стеариновой и миристиновой кислот, содержащие жесткие прямолинейные углеводородные радикалы, оказываются крайне плохими эмульгаторами. В состав МЭАКМ также входят в основном моноэтаноламиды насыщенных жирных кислот. С другой стороны, МЭАПМ и МЭАСМ, в составе которых преобладают моноэтаноламиды ненасыщенных олеиновой и линолевой кислот, проявляют хорошую эмульгирующую активность.

Стабильность получаемых обратных эмульсий зависит от ряда факторов. Мы исследовали влияние на стабильность содержания углеводородной фазы. Полученная зависимость приведена на рис. 3.

Кривая «время – содержание углеводородной фазы» имеет максимум в области 10–15%, с увеличением содержания углеводородной фазы стабильность эмульсий плавно снижается. Закономерности появления углеводородной фазы в эмульсиях в целом соответствуют наблюдаемым ранее для моноэтаноламидов таллового масла [8].

Также нами было проведено исследование влияния концентрации эмульгатора на стабиль-

ность эмульсий. Полученные данные представлены на рис. 4.

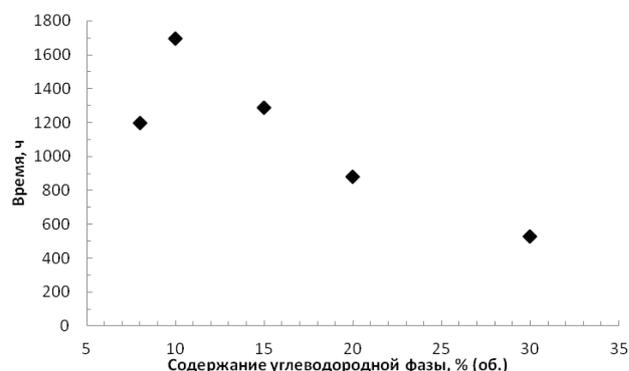


Рис. 3. Зависимость стабильности обратных эмульсий от содержания углеводородной фазы. Эмульгатор – МЭАСМ, содержание эмульгатора 1%

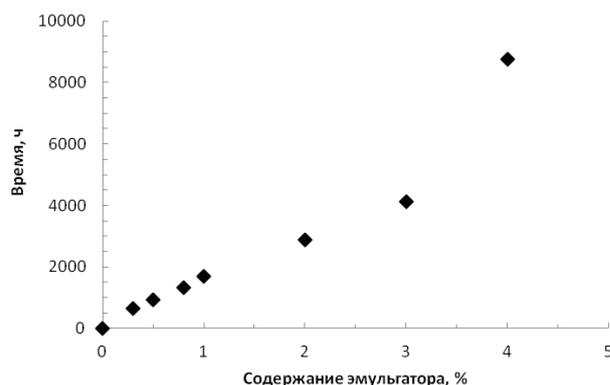


Рис. 4. Зависимость стабильности обратных эмульсий от содержания эмульгатора. Эмульгатор – МЭАСМ, объемная доля углеводородной фазы 10%

На участке 0–3% эмульгатора наблюдается плавное увеличение стабильности обратной эмульсии, связанное, в первую очередь, с насыщением границы раздела фаз молекулами эмульгатора. Затем стабильность эмульсии заметно возрастает. При переходе от 3% эмульгатора к 4% стабильность возрастает более чем в 2 раза.

Одним из объяснений резкого возрастания стабильности эмульсий при высоких концентрациях эмульгатора является увеличение вязкости дисперсионной среды за счет растворенного в ней избыточного количества эмульгатора. Вероятно также, что при таких количествах эмульгатора в системе происходят изменения, связанные с образованием новых фаз [14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обработка растительных масел моноэтаноламидом натрия является быстрым и эффективным способом получения ПАВ, основным веществом которых являются алкилоламыды жирных кислот. Стабильность обратных эмульсий, получаемых с использованием подобных эмульгаторов, измеряется месяцами. Время жизни обратных эмульсий, стабилизированных подобными эмульгаторами, может быть увеличена подбором объемного соотношения фаз и концентрации эмульгатора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов Г.А. Применение обратных эмульсий в нефтедобыче / Г.А. Орлов, М.Ш. Кендис, В.Н.Глущенко. — М.: Недра, 1991. — 224 с.
2. Глущенко В.Н. Обратные эмульсии и суспензии в нефтегазовой промышленности / В.Н. Глущенко. — М.: Интерконтакт Наука, 2008. — 785 с.
3. Дубнов Л.В. Промышленные взрывчатые вещества / Л.В. Дубнов, Н.С. Бахаревиц, А.И. Романов. — М.: Недра, 1988. — 358 с.
4. Кутузов Б.Н. Перспективы замены тротилсодержащих промышленных ВВ на бестротилловые для горных предприятий // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2011. — № 10. — С. 63–68.
5. A novel technique for the preparation of secondary fatty amides. III. Alkanolamides, diamides and aralkylamides / S.H. Fearheller [et al.] // J. Am. Oil Chem. Soc. — 1994. — Vol. 71, № 8. — P. 863-865.
6. Пояркова Т.Н. Коллоидная химия. Учебное пособие / Т.Н. Пояркова. — Воронеж. ВГУ. — 2009. — 10 с.
7. Вережников В.Н. Практикум по коллоидной химии поверхностно активных веществ / В.Н. Вережников. — Воронеж: ВГУ, 1984. — 222 с.
8. Яновский В.А. Синтез и исследование свойств эмульгаторов обратных эмульсий на основе производных кислот дистиллята таллового масла и этаноламинов/ В.А. Яновский, Р.А. Чуркин, М.О. Андропов, Н.И. Косова // Вестник Томского государственного университета. — 2013. — № 370. — С. 194–199.
9. Титце Л. Препаративная органическая химия. Реакции и синтезы в практикуме органической химии и научно-исследовательской лаборатории / Л. Титце, Т. Айхер; пер. с нем. — М.: Мир, 1999. — 704 с.
10. Kolancilar N. Preparation of Laurel Oil Alkanolamide from Laurel Oil / N. Kolancilar // J. Am. Oil Chem. Soc. — 2004. — Vol. 81, № 6. — P. 597-598.
11. Способ получения алкилоламов: пат. RU2451666 (C1) Россия: МПК C07C231/02; C07C233/17 / Чебаксарова Л.В., Худолеева Е.С., Гурбанова Л.В.; заявитель и патентообладатель ООО НПО «НИИПАВ». — № RU2011106103; заявл. 8.02.2011; опубл. 27.05.2012. — 6 с.
12. Карпеева И.Э. Синтез амидов жирных кислот подсолнечного масла / И.Э. Карпеева, А.В. Зорина, Х.С. Шихалиев // Вестник Воронежского университета. Сер.: Химия. Биология. Физика. — 2013 — №2. — С.39-41.
13. <http://niipav.ru/monoetanolamid-kokosovogo-masla-cheshuirovannyu>
14. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К. Холмберг [и др.]; пер. с англ. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. — 528 с.

*Воронежский государственный университет
Черных Е. И., студентка кафедры высокомолекулярных соединений и коллоидов
E-mail: elenaigorevna@mail.ru*

*Шестаков А. С., д.х.н., заведующий кафедрой высокомолекулярных соединений и коллоидов
E-mail: schas@yandex.ru*

*Пояркова Т. Н., к.х.н., доцент кафедры высокомолекулярных соединений и коллоидов
E-mail: tpojar@yandex.ru*

*Voronezh State University
Chernykh E. I., the student of High Molecular Compounds and Colloids department
E-mail: elenaigorevna@mail.ru*

*Shestakov A. S., Dr. Sci. Chem., the Head of High Molecular Compounds and Colloids department
E-mail: schas@yandex.ru*

*Poyarkova T. N., Ph.D., the associate professor of High Molecular Compounds and Colloids department
E-mail: tpojar@yandex.ru*

Черных Е. И., Шестаков А. С., Пояркова Т. Н., Илюшина К. В., Фалалеев А. В.

*Илюшина К. В., студентка кафедры высоко-
молекулярных соединений и коллоидов
E-mail: ilyushina.ksyu@yandex.ru*

*Фалалеев А. В., к.х.н., старший научный со-
трудник кафедры органической химии
E-mail: my_job@smtp.ru*

*Ilyushina X. V., the student of High Molecular
Compounds and Colloids department
E-mail: ilyushina.ksyu@yandex.ru*

*Falaleev A. V., Ph.D., the senior researcher of
Organic chemistry department
E-mail: my_job@smtp.ru*