РАЗДЕЛ V. ХИМИЯ

Вилкова Н.Г.¹, Мишина С.И.², Гришина С.С.², Агафонова Е.С.²

Исследование растяжения пен, стабилизированных органомодифицированными частицами людокса

¹Пензенский государственный университет архитектуры и строительства²Пензенский государственный университет

(Россия, Пенза)

doi: 10.18411/lj-06-2021-75

Аннотация

Исследована устойчивость пен, стабилизированных частицами кремнезема марки Ludox HS-40, модифицированного катионным (цетилтриметиламмоний бромид) и анионным (додецилсульфат натрия) ПАВ, к механическим разовым и циклическим деформациям.

Ключевые слова: система Пикеринга, пена, Ludox, катионный ПАВ, анионный ПАВ, устойчивость.

Abstract

The stability of foams stabilized by Ludox HS-40 silica particles modified with cationic (cetyltrimethylammonium bromide) and anionic (sodium dodecyl sulfate) surfactants to mechanical one-time and cyclic deformations was studied.

Keywords: Pickering system, foam, Ludox, cationic surfactant, anionic surfactant, stability.

Пены играют важную роль в повседневной жизни и во многих технологических процессах. Твердые пены (пены с твердой дисперсионной средой) применяются в качестве звукоизоляционных и строительных материалов (пеностекло, пенобетон и др.).

Как типичные лиофобные системы пены термодинамически неустойчивы. Причина этого кроется в избытке свободной поверхностной энергии на межфазной поверхности. Поэтому для получения устойчивых в течение длительного промежутка времени пен их необходимо стабилизировать. Такими стабилизаторами могут быть ПАВ, ВМС, твердые частицы или их смеси.

Способность тонкоизмельченных порошков первых веществ стабилизировать эмульсии известна ещё с начала 20-го века. Первые исследования твердых эмульгаторов описаны Пикерингом. Отсюда и название эмульсий, стабилизированных твердыми частицами – «эмульсии Пикеринга». А вот стабилизация пен твердыми частицами начала исследоваться значительно позже, только с начала 21 века. И оказалось, что одним из наиболее удачных способов стабилизации таких систем – это использование твердых частиц в смеси с подходящим ПАВ, способным адсорбироваться на поверхности твердых частиц [1, 2]. В этом случае ПАВ выполняет две роли: во – первых, модифицирует поверхность частиц (это очень важно, если частицы гидрофильные), и во – вторых, выступает пенообразователем. В результате удастся получить объемную и долго живущую (в течение нескольких месяцев) пену. Такие пены могут использоваться при производстве керамики, во флотационных процессах, в косметических и фармацевтических препаратах, в пожарном деле. С другой стороны, пены, стабилизированные твердыми частицами способны образовываться в сточных водах. Поэтому в одних случаях повышение устойчивости, в

том числе к механическим воздействиям, а в других, напротив, разрушение таких пен или, другими словами, изучение влияния разрушающих аспектов на устойчивость таких пен, имеет большое практическое значение. С точки зрения уменьшения загрязнения биосферы ПАВ, пены, стабилизированные твердыми частицами, также представляет интерес, позволяя снизить количество органических ПАВ в применяемых пенах. И несмотря на множество работ, посвященных этой теме, пены, стабилизированные твердыми частицами, гораздо менее изучены, чем эмульсии Пикеринга или чем пены, стабилизированные ПАВ.

Важным свойством, которое может найти практическое применение, является сжатие или расширение пен. Сжатие определенного объема пены происходит под действием избыточного (по сравнению с атмосферным) перепада давления, а расширение – под действием разрежения. Сжимаемость пены определяется сжимаемостью газа. При сжатии объем газа может уменьшаться сильно и стать сопоставимым с объемом жидкости. А при растяжении объем пены может увеличиваться в зависимости от исходной кратности до тех пор, пока давление в каналах Плато не достигнет критического значения [3, 4]. В работе Шароварникова было исследовано растяжение столба пены [5]. Модуль упругости определяли по амплитуде колебаний, которые вызывались этим растяжением. Его расчеты дали значение модуля, равного 50–100 Па, которые на три десятичных порядка ниже, чем сжимаемость газа. Это говорит о том, что колебания по длине столба пены происходили без изменения объема пены. Силой, которая регулировала колебания, являлась динамическая упругость пленок.

Целью данной работы является исследование устойчивости к растяжению пен, стабилизированных органомодифицированными частицами людокса.

В ходе нашего исследования были получены устойчивые в гравитационном поле пены, стабилизированные частицами кремнезема марки Ludox HS-40, модифицированного катионным (цетилтриметиламмоний бромид, СТМАВ) или анионным (додецилсульфат натрия, LSS) ПАВ. Полученные пены подвергали разовым и циклическим деформациям. На первом этапе деформациям были подвержены пены, стабилизированные LSS и 20% людоксом. При самой малой концентрации ПАВ ($0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л) процесс сопровождался диффузионным укрупнением пузырьков. Увеличение давления до 83 кПа хотя и приводило к увеличению пенного слоя, однако пена теряла устойчивость и через несколько секунд высота слоя уменьшилась (рисунок 1: на рисунке ΔV – изменение объема пены в результате растяжения, P – приложенный перепад давлений). Создание атмосферного давления приводило к полному разрушению дисперсной системы. Подобные результаты были получены при той же концентрации кремнезема (20%) и увеличении содержания LSS до $0,5 \cdot 10^{-2}$ моль/л.

Рис. 1. График зависимости изменения объема пены, стабилизированной LSS с концентрацией $0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л и 20% Ludox, от приложенного давления.

Рис. 2. График зависимости изменения объема пены, стабилизированной LSS с концентрацией $0,5 \cdot 10^{-1}$ моль/л и 20% Ludox, от приложенного давления

Значительное увеличение высоты пены при ее растяжении наблюдали при увеличении концентрации LSS в 10 раз (рисунок 2). Установлено, что устойчивость пен, полученных из суспензии LSS + 20% Ludox, к циклическим деформациям и сохранению упругих свойств тонких слоев значительно возрастает при повышении концентрации ПАВ.

Также были исследованы пены, стабилизированные катионным ПАВ СТМАВ и 20% людоксом (рисунок 3). После второго повышения давления до атмосферного произошло разрушение пены.

Рис. 3. График зависимости изменения объема пены, стабилизированной СТМАВ с концентрацией $0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л и 20% Ludox, от приложенного давления

В результате исследования суспензии, состоящей из 20% Ludox и при меньшей концентрации СТМАВ ($0,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л), пенообразования не произошло.

При увеличении концентрации ПАВ в 10 и 100 раз (20% Ludox + $0,5 \cdot 10^{-2}$ моль/л СТМАВ) и (20% Ludox + $0,5 \cdot 10^{-1}$ моль/л СТМАВ) наблюдали образование пены-геля.

Отметим, что постепенное повышение концентрации катионного ПАВ до 0,05 моль/л при неизменной концентрации кремнезема приводило к образованию геля в дисперсионной среде пены. Такие пены хорошо растягиваются в первом цикле при действии разрежения. Повышение давления до атмосферного не приводило к разрушению такой пены. Однако дальнейшие циклические деформации способствовали уменьшению высоты пенного слоя и полному его разрушению. Гелеобразование в дисперсионной среде может приводить к сохранению высоты слоя при кратковременных деформациях.

Таким образом, устойчивость пен, полученных из суспензии состава 20% Ludox + LSS, к циклическим деформациям и сохранению упругих свойств тонких слоев значительно возрастает при повышении концентрации ПАВ.

1. Gonzenbach U.T., Studart A.R., Tervoort E., Gauchkler L.J. Ultrastable particle-stabilized foams // *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* – 2006. – V.45. – P. 3526-3530.
2. Kruglyakov P.M., Elaneva S.I., Vilkova N.G., Karakashev S.I. About mechanism of foam stabilization by solid particles// *Advances in Colloid and Interface Science.* – 2011 – № 165. – P. 108–116.
3. Петрянов-Соколов, И.В. Коллоидная химия и научно – технический прогресс. – М., 1988. – 120 с.
4. Exerowa, D. Foam and foam films. Theory, experiment, application Elsevier / D Exerowa, P.M. Kruglyakov – Amsterdam: Elsevir, 1998. – 773 p.
5. Шароварников А.Ф. Противопожарные пены: Состав, свойства, применение. – М.: Знак, 2000. – 464 с.

Зарапина И.В., Осетров А.Ю., Носова К.Ю., Зайцева О.И.

Исследование эффективности защиты от коррозии стальных изделий пленками на основе минерального и синтетического отработанных моторных масел

*Тамбовский государственный технический университет
(Россия, Тамбов)*

doi: 10.18411/lj-06-2021-76

Аннотация

Исследована эффективность покрытий на базе отработавших нефтяных моторных масел для защиты от коррозии на стали в нейтральном растворе электролита. Показано, что синтетическое отработанное моторное масло обладает большим защитным эффектом.

Ключевые слова: сталь, пленка, отработанное масло, коррозия.

Abstract

The effectiveness of coatings based on spent petroleum engine oils for corrosion protection on steel in a neutral electrolyte solution is investigated. It is shown that synthetic used engine oil has a great protective effect.

Keywords: steel, film, oilwaste, corrosion.

По оценкам специалистов в литосферу и гидросферу сбрасывается до 84% всех отработанных масел [1]. Такой большой объем загрязнений представляет большую опасность для окружающей среды. В отличие от нефти и других нефтепродуктов, отработанные масла при попадании в окружающую среду еще в меньшей степени обезвреживаются естественным путем (окисление, фотохимические реакции,