УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Гомельская городская многопрофильная гимназия № 14 ”

Влияние жёсткости воды на пенообразование и устойчивость пены

2005 год

**Содержание**

1. Введение

2. Теоретическая часть

2.1 Пены

2.2 Поверхностно-активные вещества

2.3 Поверхностное натяжение

3. Практическая часть

3.1 Методика проведения исследования

3.2 Описание исследования и выполнение

3.3 Обработка результатов исследования и выводы

3.3.1 Использование анионактивного ПАВ

3.3.2 Использование катионактивного ПАВ

3.3.3 Использование неионактивного ПАВ

3.3.4 Сравнение устойчивости пены, образованного ПАВ

разного вида

Выводы

Литература

1. ВВЕДЕНИЕ

Издавна люди с увлечением наблюдали, как появляется пена. Они считали её тайным, интересным. Тогда ещё не знали её состав, но были уверены в её особенности, её необыкновенность, так как не все вещества могли образовывать пену. Это была загадка, чудо природы. А в наше время нельзя удивить образованием пены.

Люди заметили, что не всегда образуется одинаково устойчивая пена. От чего зависит её устойчивость? Может от воды (растворителя)? Тогда чем отличается природная вода, взятая с разных источников? Что за вещества в ней растворены? Теперь каждый школьник знает, что природная вода может смягчать растворённые соли магния и кальция. Такая вода называется жёсткой. В наше время много говорится о вредности жёсткой воды для быта человека. А у нас появился вопрос: как влияет жёсткость воды на процесс пенообразования и устойчивости пены?

Целью нашей работы является экспериментальное исследование влияния жёсткости воды на пенообразование и устойчивость пены.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 ПЕНЫ

Пены - ячеистые дисперсные системы, представляющие собой совокупность пузырьков газа (пара), разделённых тонкими прослойками жидкости. Пены по размеру пузырьков относятся к грубодисперсным системам. Общий объём заключённого в них газа может в сотни раз превосходить объём дисперсионной среды – жидкости, находящейся в прослойках. Отношение объёма пены к объёму жидкой фазы называют Кратностью пены. При формировании высокократных пен пузырьки превращаются в многогранные ячейки, а жидкие прослойки – в плёнки толщиной несколько сотен, иногда несколько десятков нм. Такие плёнки образуют пространственный каркас, обладающий некоторой упругостью и прочностью. Поэтому пены имеют свойства структурированных систем. Одна из основных характеристик пены - устойчивость, определяемая по времени уменьшения на 50% объёма или высоты слоя пены, изменению её дисперсности и др. методами.

Образование пены, или вспенивание, происходит при диспергировании газа в жидкой среде и во время выделения новой газовой фазы в объёме жидкости. Возникновение устойчивых высокодисперсных пен обусловлено присутствием в жидкости стабилизаторов пены, или пенообразователей. Эти вещества облегчают вспенивание и затрудняют отток жидкости из пенных плёнок, препятствуя коалесценции (слиянию) пузырьков. В водных средах особенно эффективны мыла, мылоподобные поверхностно-активные вещества и некоторые растворимые полимеры, образующие на границе жидкости с газом слои с явно выраженными структурно-механическими свойствами. Увеличение вязкости дисперсионной среды повышает устойчивость пены. Чистые жидкости с низкой вязкостью не образуют пены.

Для разрушения пены или предупреждения их образования используют противопенные вещества, или пеногасители. Эффективные пеногасители – поверхностно-активные вещества, вытесняющие с поверхности жидкости пенообразователи, но сами не способные обеспечить стабилизацию пены (спирты, эфиры, алкиламины). Иногда пены разрушают воздействием высоких температур, механическим путём или просто «отстаиванием».

2.2 ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Поверхностно-активные вещества – вещества, способные накапливаться (сгущаться) на поверхности соприкосновения двух тел, называемой поверхностью раздела фаз, или межфазной поверхностью. На межфазной поверхности поверхностно-активные вещества образуют слой повышенной концентрации – адсорбционный слой.

Любое вещество в виде компонента жидкого раствора или газа (пара) при соответствующих условиях может проявить поверхностную активность, т.е. адсорбироваться под действием межмолекулярных сил на той или иной поверхности, понижая её свободную энергию. Однако поверхностно- активными обычно называются лишь те вещества, адсорбция которых из растворов уже при весьма малых концентрациях (десятые и сотые доли %) приводит к резкому снижению поверхностного натяжения.

Типичные поверхностно-активные вещества – органические соединения дифильного строения, т.е. содержащие в молекуле атомные группы, сильно различающиеся по интенсивности взаимодействия с окружающей средой.

По типу гидрофильных групп поверхностно-активные вещества делят на ионные, или ионогенные, и неионные, или неионогенные. Ионные Поверхностно-активные вещества распадаются в воде на ионы, одни из которых обладают адсорбционной (поверхностной) активностью, другие (противоионы) – адсорбционно неактивны. Если адсорбционно активны анионы, поверхностно-активные вещества называют анионными, или анионоактивными, в противоположном случае – катионными, или катионоактивными. Анионные поверхностно-активные вещества – органические кислоты и их соли, катионные – основания, обычно амины различной степени замещения, и их соли. Некоторые поверхностно-активные вещества содержат и кислотные, и основные группы. В зависимости от условий они проявляют свойства или анионных, или катионных поверхностно-активных веществ, поэтому их называют амфотерными, или амфолитными.

2.3 ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ

Для образования пены необходимо уменьшить поверхностное натяжение воды. Как известно, эта величина для воды является довольно большой. Что же такое поверхностное натяжение воды?

Поверхностное натяжение – это важнейшая характеристика поверхности раздела фаз. Оно зависит от рода жидкости и от её температуры: с повышением температуры оно уменьшается. Так называемые поверхностно-активные вещества (мыло) также уменьшают поверхностное натяжение. В случае жидкостей поверхностное натяжение рассматривают как силу, которая сокращает поверхность до минимума. А образование пены - это явление, которое противоречит силе поверхностного натяжения, потому что в этой ситуации поверхность тела (воды) увеличивается. Следовательно, для образования пены необходимо уменьшить поверхностное натяжение, используя при этом поверхностно-активные вещества.

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

*Тема исследования*: влияние жёсткости воды на пенообразование и устойчивость пены.

*Цель исследования*: экспериментально рассмотреть влияние жёсткости воды на пенообразование и устойчивость пены.

Для более полного и точного ответа мы решили провести опыты при использовании поверхностно-активных веществ разного вида (анионактивных, катионактивных, неионактивных).

3.1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для исследования мы выбрали конические колбы одинаково объёма с расчётом, что бы даже при сильном вспенивании они были заполнены не более чем на ½ объёма. Для точности эксперимента необходимо брать равные объёмы воды и к ним добавлять равные объёмы ПАВ. Для большей лёгкости и точности исследования в качестве измерителя объёма мы взяли медицинский шприц на 2 и 10 мл, а время – часы. Все измерения должны проводиться при одинаковой температуре всех веществ. Данное условие легко достигается, когда за постоянную температуру принята комнатная и все вещества продолжительное время будут находиться при этой температуре. Для исследования использовали ПАВ одинаковой концентрации. Мы использовали промысловые ПАВ, которые входят в состав обычных веществ.

3.2 ОПИСАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЕ

Оборудование: конические колбы (50 мл), шприцы (2 мл и 10 мл), стеклянная палочка, линейка, часы с секундной стрелкой, образцы воды: дистилированая, кипячёная, водопроводная, вода с добавлением кальций-сульфата и натрий-карбоната; образцы ПАВ разного вида (растворы мыла, ополаскиватель белья и желатин).

*Ход исследования:*

1. Отмерить по 20 мл каждого из предложенных видов воды и налить их в колбы.
2. К равным объёмам воды добавить по 2 мл раствора поверхностно-активного вещества, встряхнуть.
3. Определить наблюдаемый эффект.
4. Измерить высоту пены и время исчезновение половины её объёма.

3.3 ОБРАБОТКА ИТОГОВ ОПЫТА И ВЫВОДЫ

Для опыта использовались ПАВ разных типов. В ходе опыта внимание обращалось на сравнение высоты, объёма пены и время её полураспада, а также на наличие в пенах осадка.

3.3.1 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНИОНАКТИВНЫХ ПАВ

В качестве анионактивных ПАВ было взято мыло. При растворении в воде оно образует отрицательно активные ионы:

C17H35COONa С17H35-COO + Na+

Был приготовлен раствор мыла, 2 мл которого были добавлены ко всем видам воды. Полученные результаты занесены в таблицу 1.

Таблица 1. Влияние жёсткости воды на пенообразование и устойчивость пены для анионактивного ПАВ (мыла).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Вода | | | | |
| Дистиллированная | Кипячёная | Водопроводная | с добавлением кальций сульфата | с добавлением натрий карбоната |
| H, мм | 32 | 26 | 21 | 12 | 8 |
| t 1 2, мин | 43 | 33 | 25 | 10 | 6 |

В образцах воды с добавлением кальций - сульфата и натрий – карбоната пузырьки пены имеют большие размеры, чем у дистиллированной, кипячёной и водопроводной воды.

Объём пены отличается. В очень жесткой воде образуются хлопья белого цвета.

По данным таблицы 1 были построены графические зависимости высоты пены и времени полураспада пены от жёсткости воды для анионактивного ПАВ, расположив виды по мере увеличения жёсткости, или общему количеству ионов:



Как видно, с ростом жёсткости воды объём полученной пены резко уменьшается. Причиной этого является химическая связь ПАВ с ионами, которые присутствуют в воде. Так как ПАВ имеет анионактивный характер, то в растворе происходит взаимодействие анионов ПАВ и катионов кальция и магния:

2An- + Ca2+ → An2Са↓

2An- + Mg2+→ An2Mg↓

На устойчивость пены, как видим влияет жесткость воды. С увеличением количества ионов кальция и магния пена исчезает с большей скоростью. Мы думаем, что это может быть связано с тем, что ПАВ постепенно поглощается (сорбируется) осадком, полученным при соединении активных ионов с катионами кальция и магния. Чем большее количество осадка, тем скорее сорбируется ПАВ.

В случае образца воды с избытком натрий-карбоната выпадение осадка можно объяснить наличием в растворе ( воде) большого количества ионов, которые мешают вспениванию. Они диффузируют к ПАВ и сорбируются ими, ускоряя отток воды с пенных плёнок, значит, облегчают слияние пузырьков.

Итоги данной части исследований показали, что жёсткость воды довольно сильно влияет на пенообразование и устойчивость пены при использовании анионоактивного ПАВ. Значит, чем больше в воде находится ионов, тем меньше объём образованной пены и ниже её устойчивость.

3.3.2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАТИОНАКТИВНИХ ПАВ

В качестве катионактивних ПАВ был взят ополаскиватель для белья, который включал вещества из группы тетраалкиламмоний-хлоридов. Эти вещества относятся к классу четвертичных амонийных солей. При растворении в воде образуются дополнительные активные ионы.

R

R` N + Cl-

R`` R```

Полученные в ходе опыта результаты занесены в таблицу 2

Таблица 2. Влияние жёсткости воды на пенообразование и устойчивость пены для катионактивных ПАВ (тетраалкиламмоний-хлорид).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Вода | | | | |
| Дистиллированная | Кипячёная | Водопроводная | C добавлением  кальций-  сульфата | с добавлением  натрий-  карбоната |
| h, мм | 11 | 8 | 6 | 2 | 2 |
| t 1 2, мин | 29 | 20 | 15 | 9\* | 12\* |

\* Время полного распада пены.

Во всех случаях пена не очень большого объёма. С добавлением кальций - сульфата и натрий – карбоната образуются хлопья.

В образцах воды с добавлением кальций - сульфата и натрий – карбоната пузырьки пены имеют немного большие размеры, чем у дистиллированной, кипячёной и водопроводной воды.

Результаты этой части опыта показали, что жёсткость воды действует на пенообразование и устойчивость пены для катионактивных ПАВ. При увеличении жёсткость воды устойчивость такой пены уменьшается.

По данным таблицы 2 были построены графические зависимости пены и времени полураспада пены от жёсткости воды для катионоактивного ПАВ, расположив виды воды по мере увеличения жёсткости, или общего количества ионов:



Значит, ионы, которые находятся в растворе, взаимодействуя с пеной, поляризуют стенки пенных плёнок и заставляют их соединяться. Причём, чем большее количество ионов в растворе, тем это взаимодействие ощущается сильней. Возможно, тут имеет место создания сложных систем между ПАВ и ионами в растворе.

3.3.3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АМФОТЕРНЫХ ПАВ

В качестве амфотерных ПАВ был взят желатин. При растворении в воде он не образует ионов.

Полученные результаты занесены в таблицу 3.

Таблица 3. Влияние жёсткости воды на пенообразование и устойчивость пены для амфотерных ПАВ (желатина).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Вода | | | | |
| Дистиллированная | Кипячёная | Водопроводная | с добавлением кальций-сульфата | с добавлением  натрий-  карбоната |
| h, мм | 6 | 6 | 5 | 2 | 2 |
| t 1 2, мин | 35 | 35 | 29 | 22\* | 22\* |

\* Время полного распада пены.

В образцах воды с добавлением кальций - сульфата и натрий – карбоната образуется малый объём пены и мутные растворы. Значит, часть ПАВ была затрачена на взаимодействие с ионами, которые находились в воде.

Во всех случаях образовалась пена небольшого объёма, но более устойчивая чем в предыдущих опытах. При рассматривании устойчивости пены необходимо учитывать, что в образцах воды с добавлением кальций – сульфата и натрий – карбоната образуется маленький объём пены.

Кроме данных таблицы 3 была построена графичные зависимости высоты пены и время полураспада пены от жёсткости воды для амфотерных ПАВ.



3.3.4 СРАВНЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПЕНЫ, ОБРАЗОВАННОЙ ПАВ РАЗНЫХ ВИДОВ

В идеальных условиях время полураспада пены является функцией её высоты. И, конечно, зависит от пенообразующего вещества. Значит, если бы жёсткость воды не влияла на пенообразование и устойчивость пены, время полураспада имело прямую зависимость от её высоты, или объёма. Отсюда вытекает, что в таком случае для одного вида ПАВ рассмотреть часть времени полураспада пены на число её высоты (t1\2 / h) должна быть величиной постоянной. Но, когда были построены графические зависимости t1\2 / h от жёсткости воды, стало видно, что с ростом жёсткости воды устойчивость пены изменяется.



Наибольшая устойчивость пены образуют неионактивные ПАВ. И для его же устойчивость пены в наименьшей ступени зависит от жесткости воды.

ВЫВОДЫ

1. Объём образованной пены зависит от жёсткости воды и особенности пенообразователя – ПАВ.

2. Устойчивость пены зависит от таких факторов, как жёсткость воды и заряда активного иона ПАВ.

3. С ростом жёсткости воды объём и устойчивость пены уменьшается.

4. Для анионактивных и катионактивных ПАВ зависимость устойчивости пены от жёсткости воды выражено более сильно.

5. Устойчивость пены меньше зависит от жёсткости воды для неионактивных ПАВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большая советская энциклопедия, том 19. – М.: Сов. Энциклопедия, 1975,- 337с.

2. Большая советская энциклопедия, том 20. – М.: Сов. Энциклопедия, 1975,- 74 – 75с.

3. Потапов В.М., Татаринчик С.Н. Органическая химия – М.: Химия, 1989 – 226-229с.

4. Шварц А. Поверхностно–активные вещества и моющие средства.

5. Энциклопедический словарь юного физика / сост. В.А. Крицман, В.В. Станцо. – М.: Педагогика, 1982,- 217с.