ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЕНОГАСИТЕЛЯ В ПРОЦЕССАХ ПЕНООБРАЗОВАНИЯ И ПЕНОГАШЕНИЯ ПРИ АБСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКЕ КИСЛЫХ ГАЗОВ

Махмудов Мухтор Жамолович
д.х.н., профессор кафедры "Переработка нефти" Бухарского государственного технического университета
Рамазонов Бахром Гафурович
д.ф.т.н., доцент кафедры Химическая технология Бухарского государственного технического университета
E-mail: b.ramazanov75@mail.ru

Аннотация. Цель статьи заключается в обсуждении процесса пенообразования при абсорбционной очистке кислых газов, возникающее при абсорбционной очистке кислых газов в абсорберах, а также рассмотрены причины вспенивания растворов, эффективность и зависимость пенообразования от состава продукта, а также профилактика вышеперечисленных процессов, способы подавления образующейся пены, выбор пеногасителя, изучение механизма его действия. В статье также рассматривается зависимость эффективности пеногасителя от концентрации пенообразующих веществ и соответствующие выводы по влиянию концентрации пеногасителя.

Ключевые слова: очистка кислых газов, пенообразование, подавление пены, устойчивость пены, поверхностно-активное вещество, пеногашение, абсорбер, десорбер, гетерогенное пеногашение.

Annotatsiya. Ushbu maqolada absorberlarda nordon gazlarni yuttirish jarayonida sodir bo`ladigan ko'piklanish, shuningdek, ko'pikli eritmalar paydo bo'lishining sabablari, ko'piklanish samaradorligining mahsulot tarkibiga bog'liqligi, yuqorida aytib o'tilgan jarayonlarning oldini olish, ko'pik hosil bo'lishini bostirish usullari, ko'pikni tozalash vositalarini tanlash va ularning ta'sir qilish mexanizmi o'rganiladi. Maqolada, shuningdek, ko`pikso`ndirgichning samaradorligi va ko'pik hosil qiluvchi moddalar kontsentratsiyasi o'rtasidagi bog'liqlik ko'rib chiqiladi va ko`pikso`ndirgich konsentratsiyasining ta'siri bo'yicha xulosalar chiqariladi.

Kalit so'zlar: kislotali gazlarni tozalash, ko'piklanish, ko'pikni bostirish, ko'pikning barqarorligi, sirt faol moddasi, ko'pikni yo'qotish, changni yutish, desorber, heterojen ko'pikni yo'qotish.

Abstract. The purpose of the article is to discuss the foaming process during absorption cleaning of acid gases, which occurs during absorption cleaning of acid gases in absorbers, and also considers the causes of foaming of solutions, the

ISSN 3030-3907

effectiveness and dependence of foaming on the composition of the product, as well as prevention of the above processes, methods for suppressing the resulting foam, the choice of an antifoam, and the study of the mechanism of its action. The article also considers the dependence of the effectiveness of the antifoam on the concentration of foaming substances and the corresponding conclusions on the effect of the concentration of the antifoam.

Key words: acid gas purification, foaming, foam suppression, foam stability, surfactant, foam suppression, absorber, desorber, heterogeneous foam suppression.

Введение.

Пенообразование наблюдается во многих производственных секторах нефтегазохимической промышленности, и это явление вызывает серьезные проблемы в технологическом процессе или приводит к ухудшению качества получаемых продуктов [1]. Пенообразование обычно наблюдается в установках очистки и осушки газов во многих случаях. Оно образуется при абсорбционной очистке газов от кислых компонентов с использованием аминов или при осушке газов от влаги с использованием гликолей. Эти абсорбционные процессы являются двумя различными по своей функции и сути процессами, а из-за различий в используемых в них реагентах и химическом составе природных и нефтяных газов условия проведения процессов, факторы, влияющие на образование пены, и образующаяся пена также различны.

Методы исследования. Для предотвращения пенообразования в процессах очистки газа применяются различные методы. Традиционные технологические решения (снижение воздухововлечения, изменение состава и pH растворов), используемые в производстве, как правило, недостаточны [2], поэтому на современных нефтегазохимических заводах для предотвращения пенообразования могут применяться различные физические (прежде всего механические) и химические методы [3].

Механический метод подавления пены, используемый в промышленности, включает в себя различное вращательное оборудование (смесители, диски, центрифуги, сепараторы, импеллеры и т. д.). При этом разрушение пены происходит под воздействием критических напряжений в воздухе, паре или жидкости и за счет деформации пленки или ускорения процессов синерезиса пены. Рациональная классификация этих методов разрушения пены и технические расчеты механических пеногасителей подробно изложены в научных работах [4].

Физические методы, используемые для предотвращения или уничтожения пены в производственных процессах, включают тепловое

ISSN 3030-3907

воздействие (нагревание, обработка паром, замораживание), акустические волны, электрический ток (в основном ультразвуковая обработка), вибрацию и перемешивание, создание высокого капиллярного давления в пене и другие подобные методы [5]. В настоящее время в мировой химической технологии, нефтегазовой промышленности наиболее распространенным методом пеногашения является химический метод, заключающийся в добавлении в пену пенообразующих растворов или специальных пеногасителей. В качестве пеногасителей используют масла, различные жиры, жирные спирты, амины и кислоты, сложные эфиры, фосфорорганические соединения (в частности, третичный бутилфосфат), неионогенные поверхностно-активные вещества с низким показателем гидрофильно-липофильного равновесия, кремний-органические соединения, твердые гидрофобные частицы и другие вещества [6].

Обсуждение результатов. Очистка природных газов от кислых компонентов аминами является одним из важных этапов работ в этой области. Вспенивание растворов аминов – одна из серьезных проблем при эксплуатации установок очистки газа. Вспенивание приводит к нарушению режима работы установок, ухудшению качества очищенного газа и, как следствие этого к необходимости снижения производительности установок по газу. При вспенивании возрастают потери дорогостоящих аминов в результате уноса газом [7,8]. Вспенивание возникает как правило в абсорберах с высокими нагрузками по газу и раствору. Признаком вспенивания является увеличение объема пены на контактных тарелках, резкое увеличение перепада давления в аппарате, появление значительного уровня жидкости в сепараторах очищенного и кислого газов в абсорбере и в десорберах. Основной причиной вспенивания являются примеси, поступающие вместе с сырым газом и попадающие в абсорбент жидкие углеводороды, механические примеси, ингибиторы коррозии, различные ПАВ и др. Этот недостаток во многих случаях можно устранить добавлением противопенных добавок или извлечением пенообразующих компонентов. В большинстве случаев в качестве противопенных добавок применяют силиконы или высококипящие спирты , такие как олеиловый спирт, октилфеноксиэтанол.

Эффективность пеногасителей в предотвращении пенообразования резко снижается с ростом концентрации пенообразующих веществ. Однако, как отмечалось выше, многие вещества, эффективные в устранении пены при высоких концентрациях поверхностно-активных веществ, полностью или частично теряют эту способность при попадании в раствор. Эти изменения

ISSN 3030-3907

способности устранять пену, часто весьма существенные, могут быть результатом различных физико-химических процессов.

Рассмотренные механизмы процесса гашения пены позволяют объяснить влияние различных концентраций на предотвращение пенообразования и устранение пены при добавлении пеногасителей. Рассмотрим наиболее типичные случаи изменения способности устранять пену при изменении состава пенообразователя и способов применения пеногасителей. При разработке пенных составов для тушения пожаров, возникающих при горении жидкостей, смешиваемых с водой, проводятся эксперименты по ликвидации пены этими «агрессивными» жидкостями путем нанесения пены на поверхность жидкости. Скорость такой контактной ликвидации пены весьма высока, при этом эти жидкости содержат относительно большое количество добавок. Наличие в водных растворах 5-10% поверхностно-активных веществ несколько снижает устойчивость пены. Существенное снижение устойчивости наблюдается лишь при увеличении концентрации жидкости до 20-30%. Причина существенной разницы во взаимодействии этих жидкостей с пеной и способности к пеногашению при добавлении в водный раствор в полученных данных заключается в том, что при взаимодействии пены с такими жидкостями на поверхности воды при гетерогенном гашении пены образуются неустойчивые асимметричные пленки из-за полной потери поверхностной активности пенообразователя – спирта (эфира, ацетона). При добавлении таких растворителей в воду их низкая поверхностная активность из-за поверхностной активности на границе раздела жидкость-газ, что устойчивость пены не меняется при очень высоких концентрациях до тех пор, пока сильное изменение состава смеси (растворителя) не остановит пенообразование. При этом пена становится полностью нестабильной.

ISSN 3030-3907

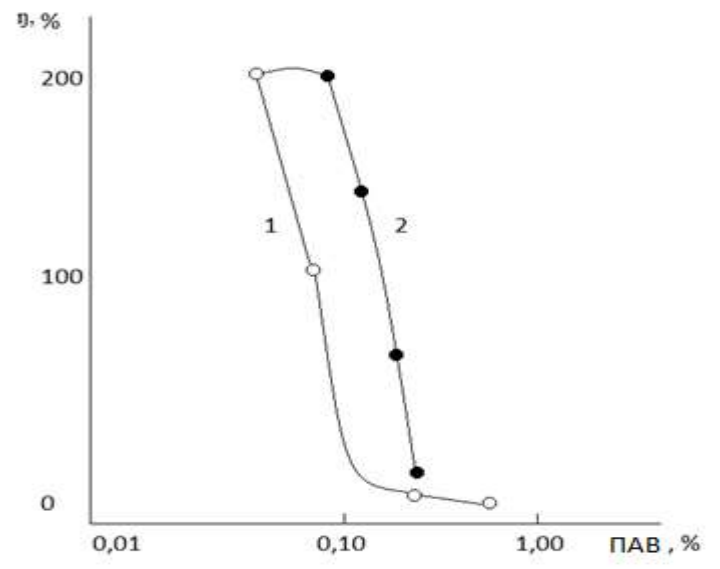


Рис. 1. Эффективность пеногашения (η) в зависимости от концентрации пеногасителя: 1% раствор ДДСNa, 1% раствор додецилхлорида аммония

Другим характерным примером является использование в качестве пеногасителей малорастворимых диэтиловых присадок (например, амилового, гексилового, гептилового и других спиртов). В системах, содержащих пеногасители в молекулярной или капельной форме, с повышением концентрации пенообразователя увеличивается время жизнеспособности пены, уменьшается время ее образования заданного объема (или увеличивается количество пеногасителя) (рис. 1), что необходимо для предотвращения появления черных пятен на пенных пленках и, соответственно, полного предотвращения пенообразования (рис. 2). Для низкомолекулярных дифильных пеногасителей (спирты, кислоты, эфиры и т.п.) потеря эффективности обусловлена в основном растворимостью пеногасителя в большом объеме и, соответственно, снижением термодинамической активности (для растворенной фракции) и количества капель, а также меньшей начальной концентрацией пеногасителя, что видно на рисунке 2.

ISSN 3030-3907

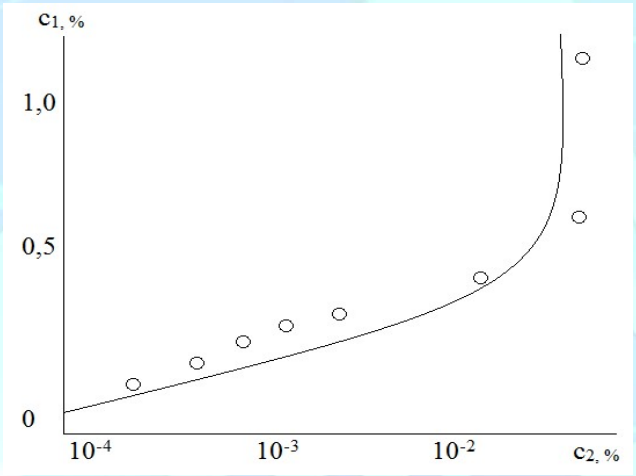


Рис. 2. Зависимость концентрации гептилового спирта (с1), необходимой для предотвращения пенообразования, от концентрации пенообразователя ОП-10

Другой причиной снижения пеногасящей способности может быть увеличение устойчивости асимметричных пленок при высоких концентрациях ПАВ за счет увеличения адсорбции на границе раздела фаз.

Другой важной причиной снижения пеногасящей способности с ростом концентрации ионных пенообразователей является образование зарядов на каплях, особенно при использовании неполярных (например, силоксановых) пеногасителей. Это явление подробно изучено во многих научных работах.

Заключение. Утончение многослойных пленок происходит не непрерывно, а с дискретным разделением (расслоением) слоев толщиной, равной (или большей) толщине двух слоев ПАВ, при определенном количестве растворимого масла, изотерма, соответственно, имеет осциллирующий характер. В неводных, неполярных растворах очень устойчивые пены обычно получаются только в присутствии жидких кристаллов. В таких системах вода и некоторые другие фазы могут быть эффективными антивспенивателями. Механизм действия таких антивспенивателей неизвестен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Али А.А., Рогалев М.С., Магарил Р.З. Энерго- и ресурсосбережение при абсорбционной осушке природного газа гликолями // Труды ВИТ по экологии и окружающей среде. – 2014. – Т. 190. – С. 867-878.

2. Nielsen CK et al. Антимикробный эффект инкапсулированного в эмульсию изоэвгенола против биопленок пищевых патогенов и бактерий порчи // Международный журнал пищевой микробиологии. – 2017. – Т. 242. – С. 7-12.

ISSN 3030-3907

3. Рикельме Н., Зунига Р.Н., Арансибия К. Физическая стабильность наноэмульсий со смесями эмульгаторов: замена твина 80 на сапонин квиллайи //Lwt. – 2019. – Т. 111. – С. 760-766.
4. Bhadani A. et al. Sustainable oleic and stearic acid based biodegradable surfactants //RSC advances. – 2017. – Т. 7. – №. 17. – С. 10433-10442.
5. Кланг В. и др. Разработка наноэмульсий на основе стеарата сахарозы и оптимизация с помощью γ-циклодекстрина// Европейский журнал фармацевтики и биофармацевтики. – 2011. – Т. 79. – №. 1. – С. 58-67.
6. Али А.А., Рогалев М.С., Магарил Р.З. Способ повышения эффективности процесса осушки природного и попутного нефтяного газа гликолями. Влияние давления. Сообщение 1 // Известия вуза. Нефть и газ, 2012. – № 3. – С. 97–100.
7. Коуль А.Л., Ризенфельд Ф.С. Очистка газа. – М.: Недра. 1968. 392 с.
8. Мишин В.М., Афанасьев А.И. Оператор по переработке сернистого природного газа. – М.: Недра. 1987. -132 с.

ISSN 3030-3907