

низкой температуре. Получение высоких давлений требует использования компрессора, а получение низких температур требует использования источников холода, например, холодильной машины или детандера. Чем больше давление, создаваемое компрессором, тем больше мощность привода компрессора и его стоимость. Чем ниже потребная температура газовой смеси, тем большая мощность и стоимость источника холода.

Сочетание компрессора и холодильной машины можно выбрать, исходя из условия минимальной стоимости компрессорно-холодильного агрегата.

2. Конденсация компонентов ПВС возможна путем ее охлаждения или сжатия, или путем сжатия, а затем охлаждения сжатой ПВС.
3. При появлении конденсата одного из компонентов происходит абсорбция паров других компонентов в этом конденсате.
4. Давление насыщенного пара над жидким конденсатом мало зависит от температуры жидкого бензина, при которой была получена ПВС.
5. При сжатии и охлаждении ПВС можно выбрать степень сжатия компрессора и температуру охлаждения ПВС, при которых обеспечивается заданная концентрация паров бензина в выбрасываемой смеси.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Константинов Н.Н. Борьба с потерями от испарения нефтепродуктов / Константинов Н.Н. – М.: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1961. – 260с.
2. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Варгафтик Н.Б. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1972. – 720с.
3. Греков В.Ф. Конденсация паров бензина с помощью компрессорной станции / А.А.Пьянков, А.А.Овсиевский // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2005. – №2(2). – С.30-33.

УДК 621.01.216

КЛИМОВ Р.А., к.т.н., доцент

Днепродзержинский государственный технический университет

### ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ПРОЦЕССОВ ГОМОЕНИЗАЦИИ ЭМУЛЬСИОННЫХ СРЕД

**Введение.** Все существующие методики расчетов предполагают нахождение режимных характеристик процессов диспергирования, эмульгирования или гомогенизации. Существуют различные методы получения эмульсий и их дальнейшей обработки. Перспективной является роторно-пульсационная обработка дисперсных систем в роторно-пульсационных аппаратах и пульсационных диспергаторах ударного типа [1-7]. В данном типе аппаратов реализуется комплекс сложных гидродинамических и теплофизических явлений, таких как высокоградиентные течения в зазорах между вращающимися и неподвижными элементами, интенсивные процессы турбулизации потока, явления кавитации и др. В роторных теплообменных аппаратах возникают импульсные явления локального вскипания обрабатываемой среды. Для этих аппаратов важным является определение относительных скоростей вращения элементов, оптимальных зазоров между этими элементами для различных типов обрабатываемых сред.

Наиболее сложным и трудноопределимым является учет процессов десорбции поверхностно-активных веществ с поверхности дисперсной фазы эмульсии. Слой поверхностно-активного вещества (ПАВ) составляет основное механическое и термическое сопротивление процессам тепломассообмена между фазами, поэтому для интенсификации этих процессов необходимо деформировать и впоследствии разрушить данный слой, реализовать процесс дробления дисперсной фазы, а после этого на новой поверхности раздела фаз восстановить нанослой ПАВ. Из-за недостаточного изучения и теоретического описания процессов десорбции ПАВ ими в большинстве случаев пренебрегают, считая, что межфазное натяжение на рассматриваемых границах раздела практически не изменяется, несмотря на уменьшение массы ПАВ на контактирующих поверхностях.

**Постановка задачи.** Практически каждый метод расчета процессов дробления частиц дисперсной фазы эмульсии сводится к рассмотрению основных типов неустойчивости, вызванных скоростью либо ускорением потока. Как следует из критериальных уравнений Бонда и Вебера, при соответствующих критических числах данных критериев уровень динамического воздействия, определяемый ускорением потока  $P_g = \rho_l g R$  или его скоростью  $P_w = 0.5 \rho_l w^2$ , определится зависимостью

$$P_{g,w} \propto \frac{\sigma}{R}, \quad (1)$$

где  $\rho_l$  – плотность потока в котором находится дисперсная фаза;

$g$  – ускорение (замедление) границы раздела фаз несущей и дисперсной сред;

$R$  – радиус частицы дисперсной фазы;

$\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения границы раздела фаз.

Из уравнения (1) следует, что уровень динамического воздействия прямо пропорционально зависит от значения коэффициента межфазного натяжения и обратно пропорционально – от радиуса рассматриваемой частицы. Соответственно, с увеличением  $\sigma$  растет и необходимый уровень динамической силы. С увеличением же радиуса  $R$  капли уровень динамического воздействия  $P_{g,w}$ , необходимого для процесса дробления, уменьшается.

Анализируя зависимость максимального размера дисперсий от удельной затраченной мощности  $N$ , необходимой для осуществления процессов дробления, в [1] получено уравнение, которое описывает данный процесс

$$\lg d = 2.1 - 0.41 \cdot \lg N. \quad (2)$$

Так, например, чтобы уменьшить дисперсность включения на порядок (т.е. в 10 раз), необходимо увеличить затрачиваемую энергию в  $\approx 275$  раз.

В данной работе для дробления частиц дисперсной фазы предлагается использовать резкий сброс давления и вызванное этим резкое закипание термолабильной части эмульсии (воды). При этом механические перемешивающие устройства не используются, а в самом процессе дробления участвуют частицы различных размеров, которые создают разные динамические силы, приводящие к дроблению более крупных частиц силами, действующими от мелких частиц при их закипании.

Допустим, после технологической зоны производства имеется какой-либо объем смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), которая представляет собой эмульсию. Целью является получение наиболее однородного распределения частиц по размерам. Для этого необходимо определить режимные параметры, при которых процесс дробления крупных включений будет проходить наиболее оптимально.

**Результаты работы.** Первым шагом для расчета является определение характерных размеров частиц дисперсной фазы и их распределение по размерам. Для этого необходимо рассмотреть несколько произвольных срезов различных частей объема эмульсии. Здесь могут применяться оптические методы, основанные на: измерении размера частиц с помощью микроскопа, с помощью фотографий, изображение которых проектируется на градуированный экран; измерении отражательной или поглощательной способности эмульсий. Также можно применять метод центрифугирования и счетчик Коултера [8]. Наибольшее распространение получили оптические методы измерения размера частиц с помощью микроскопа совместно с видеокамерой и компьютерным обеспечением [1].

После того, как получены размеры капель дисперсной фазы, можно построить гистограмму распределения капель по размерам, которая является самым простым методом представления данных частоты распределения по размерам [8]. С помощью микроскопии можно также определить среднее расстояние между поверхностями соседних капель.

Характерное значение коэффициента межфазного натяжения будем считать первоначально известным и определенным еще перед началом использования данной СОЖ в производстве.

Выделяя необходимый уровень значения размера частиц, которые не должны присутствовать в эмульсии после процесса измельчения (например, должны быть частицы с радиусом, не превышающим  $R_{ef}$ ), важным является определение характерного размера соседних частиц, которые находятся возле выделенных для рассмотрения. Причем, их радиус должен быть меньше, чем радиус  $R_{ef}$ .

Будем считать, что параметром выбора размера соседней частицы, которая вносит наибольший вклад в разрушение рассматриваемой, будет соотношение

$$\psi = R \cdot h \rightarrow \min . \quad (3)$$

Таким образом, радиусом, определяющим значение  $\delta = R/R_{ef}$ , будет тот, для которого соотношение (3) минимально, а это возможно в том случае, если соседняя капля имеет достаточно малый размер либо находится относительно близко к рассматриваемой. В действительности, сочетание небольшого радиуса  $R$  и близкого расположения к выделенной капле предопределяют наиболее благоприятные условия для выполнения (3).

По найденным параметрам  $R_{ef}$ ,  $\delta$  и  $\vartheta_{cr} = h/R_{ef}$  ( $h$  – расстояние между центрами двух наиболее близко расположенных капель) можно определить необходимые значения коэффициента межфазного натяжения  $\sigma$  и необходимую начальную температуру  $t$  из уравнения

$$\begin{aligned} \vartheta_{cr}(R, \delta, t, \sigma) = & 17.165 + 22000R - 10.477\delta - 0.296t - 19.276\sigma + \\ & + 1.414 \cdot 10^{-3}t^2 + 1051.2\sigma^2 - 135.4Rt + 0.0852\delta t - 52200R\sigma - 0.6656t\sigma \end{aligned} \quad (4)$$

Значение коэффициента  $\sigma$  можно изменять, вводя соответствующие ПАВ и создавая соответствующую их концентрацию. После того, как будет определен возможный уровень снижения  $\sigma$ , остается найти, решая уравнение (4), начальную температуру системы, которая необходима для рационального протекания процесса дробления частиц дисперсной фазы. По определенной температуре  $t$  можно найти соответствующее давление насыщения термолabileй фазы эмульсии (воды), до которого необходимо повышать начальное давление всей системы и в результате снижения его до атмосферного получать эмульсию с размерами частиц ниже выбранного радиуса  $R_{ef}$ . С

учетом полученных данных можно определить необходимые температуру и давление в аппарате для гидротермического эмульгирования, а также необходимое количество ПАВ, которые будут введены в вихревой аппарат для смешения.

На рис.1, а) показан характерный дисперсный состав СОЖ после технологической зоны производства (например, охлаждение резца в металлообработке).

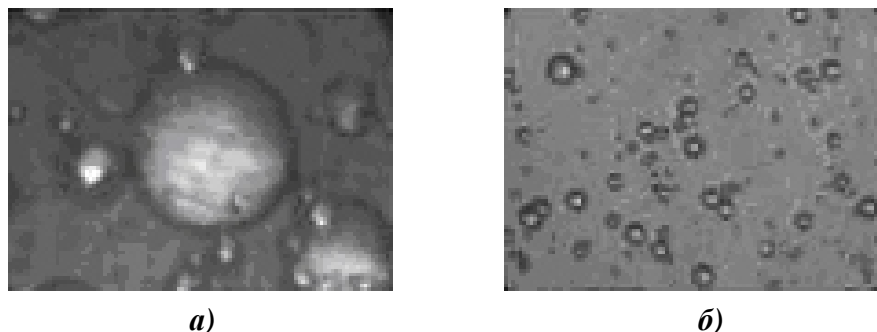


Рисунок 1 – Структура отработанной СОЖ (а) и получаемая в аппарате для гидротермического эмульгирования (б)

Видно, что данный состав имеет множество крупнодисперсных частиц, которые в наибольшей степени определяют устойчивость эмульсии к расслоению и, как следствие, дальнейшее ее использование. Путем одно- или многократного проведения процесса гидротермического эмульгирования при определенных расчетом рациональных параметрах в соответствующем устройстве над исходной СОЖ, которая представляет собой эмульсионный сток после технологической зоны производства (рис.1, а), можно получить требуемое распределение частиц по размерам, при котором эмульсия будет являться устойчивой к расслоению (рис.1, б), а также получить требуемые ее теплофизические характеристики. Таким образом, появляется возможность повторного использования отработанной СОЖ.

**Выводы.** Описана основная методика определения технологических параметров процесса гомогенизации эмульсионных сред, при которых можно достигнуть наименьших затрат энергии на проведение самого процесса и получения стойкой к расслоению эмульсии. Проведенные исследования повторного использования отработанных СОЖ после технологических зон производства на основе разработанных новых технологий процессов дробления дисперсной фазы эмульсий показали, что при определенных по данной методике расчетных параметрах для аппарата гидротермического эмульгирования можно приводить дисперсный состав СОЖ к нормативному и, как следствие, многократно повторно возвращать и использовать обработанную после каждого цикла отработанную СОЖ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Долинский А.А. Теплофизические процессы в эмульсиях / А.А.Долинский, А.М.Павленко, Б.И.Басок. – Киев, Наукова думка, 2005. – 265с.
2. Басок Б.И. Оборудование для получения и обработки высоковязких дисперсных сред / Б.И.Басок, А.П.Гартвиг // Промышленная теплотехника. – 1996. – Т.18. – №1. – С.50-56.
3. Долинский А.А. Роторно-импульсный аппарат. 1. Импульсные эффекты локального адиабатического вскипания и кавитации жидкости / А.А.Долинский, Б.И.Басок // Промышленная теплотехника. – 1998. – Т.20. – №6. – С.7-10.
4. Долинский А.А. Роторно-импульсный аппарат. 2. Локальный импульсный нагрев жидкости / А.А.Долинский, Б.И.Басок // Промышленная теплотехника. – 1999. – Т.21. – №1. – С.3-5.

5. Долинский А.А., Басок Б.И. Роторно-импульсный аппарат. 3. Дробление включений дисперсной фазы / А.А.Долинский, Б.И.Басок // Промышленная теплотехника. – 1999. – Т.21. – №2-3. – С.5-6.
6. Иваницкий Г.К. Математическое моделирование процессов в пульсационном диспергаторе ударного типа / Г.К.Иваницкий, А.А.Корчинский, М.В.Матюшкин // Промышленная теплотехника. – 2003. – Т.25. – №1. – С.29-35.
7. Новиков В.С. Гомогенизация и диспергирование в современной технологии // Промышленная теплотехника. – 1990. – Т.12. – №5. – С.40-59.
8. Эмульсии / под ред. Ф.Шермана. – Л.: Химия, 1972. – 312с.

УДК 532.5.072.15

КОШЛАК А.В., к.т.н., доцент

Днепродзержинский государственный технический университет

### **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРИСТОГО МАТЕРИАЛА**

**Введение.** Эффективность использования топливно-энергетических ресурсов Украины в условиях их постоянного дефицита и дороговизны остается крайне низкой. На сегодняшний день одной из стратегических задач курса энергосбережения является снижение топливно-энергетических затрат в различных теплоагрегатах, при возведении и эксплуатации зданий, промышленных установок, аппаратуры трубопроводов, холодильников и т.д. В сложившихся условиях, учитывающих современный энергетический кризис в производстве промышленной и строительной теплоизоляции, возникла острая потребность в разработке и применении эффективных теплоизоляционных материалов для всех отраслевых хозяйств страны. Распространенность природных залежей кремнеземистых пород в регионах Украины (32 месторождения в 12 регионах), дешевое и доступное экологически чистое сырье и технология производства являются важным аргументом для дальнейших исследований, разработок и внедрений новых технологий производства теплоизоляционных материалов на основе гидросиликатов. Исследования в области получения таких теплоизоляционных материалов должны быть направлены на улучшение их теплофизических и конструктивных свойств.

**Постановка задачи.** Пористые теплоизоляционные материалы имеют широкий круг применения в различных областях техники. Поэтому к данным материалам предъявляют и соответствующие требования по интервалу значений теплофизических характеристик, в частности, теплопроводности, термической устойчивости и прочности. Очевидно, что эти показатели взаимосвязаны. Поэтому при производстве теплоизоляции следует решать оптимизационные задачи, позволяющие прогнозировать уровень значений названных характеристик.

В литературе [1, 2, 3] приводится описание состава и свойств нового пористого теплоизоляционного материала, полученного путем вспучивания с применением газообразователей. Состав и процентное соотношение компонентов сырьевой смеси в целом определяют теплофизические свойства конечного материала. Поэтому для его производства важно знать, как взаимосвязаны эти компоненты и технологические режимы с некоторыми наиболее интересующими технологов свойствами. Таким образом, задачей исследования является изучение влияния различных факторов на теплофизические характеристики пористых теплоизоляционных материалов.

**Результаты работы.** В технологиях вспучивания кремнистых пород или кремнеземистых материалов техногенного происхождения сопровождается выделением га-