

- управління в надзвичайних ситуаціях» - М.: МНС України, 2008. – с. 10-16.
2. Вишняков Д. Матевосова К.Л. Обеспечение эффективности управленческих решений в условиях критических ситуаций. Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций // НИЗ № 5. Москва 2006 с. 3-10.
 3. Кулешов М.М. Про деякі аспекти взаємодії та координації дій під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Матеріали 10 - і Всеукраїнської науково-практичної конференції «Організація управління в надзвичайних ситуаціях» - М.: МНС України, 2008. – с. 225-229.
 4. План реагування на надзвичайні ситуації державного рівня. ПКМ/ 1567 – 16.11.01.
 5. Положення «Про єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру» ПКМ/ 1199-03.08.98.

УДК 614.841

*Кустов М.В., ад'юнкт, УГЗУ,
Калугин В.Д., д-р хім. наук, проф., УГЗУ*

ПОВЕДЕНИЕ ЭМУЛЬСИЙ С ЛЕГКОКИПЯЩЕЙ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗОЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

В работе рассмотрены пути повышения эффективности поглощения тепла от горячих сред и поверхностей – водой и растворами на её основе. Рассмотрен механизм действия эмульсий с легкокипящей дисперсной фазой в условиях высоких температур. Экспериментально подтверждены представления об интенсивности теплоотбора эмульсиями как из газовой среды, так и с разогретой поверхности. Установлено влияние дисперсности эмульсий на эффективность поглощения тепла.

Постановка проблемы. В результате возникновения различных техногенных и природных чрезвычайных ситуаций часто наблюдаются вторичные проявления опасных ситуаций от чрезмерно нагретых поверхностей, газовых или жидких сред. К таким случаям можно отнести: нарушение материально-температурного баланса в технологических аппаратах, повышение температуры за

Кустов М.В., Калугин В.Д.

счёт протекания непредвиденных химических реакций, нагревание соседних объектов от внешнего источника тепла. Для безопасной работы по устранению указанных нештатных ситуаций необходимо предварительное охлаждение перегретой среды. Для этих целей чаще всего используют воду в силу её доступности и дешевизны. Однако коэффициент использования воды непосредственно на теплоотбор довольно низок. Это объясняется плохой смачиваемостью твёрдых поверхностей и малой свободной поверхностью теплоотбора в случае охлаждения газовой или жидкой среды. Поэтому существует необходимость в установлении путей повышения теплоотбора растворами на основе воды.

Анализ последних исследований и публикаций. Для повышения смачивающей способности жидкости гидрофобных твёрдых поверхностей используют добавки различных поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые снижают поверхностное натяжение [1, 2]. Для увеличения времени контакта жидкости с твёрдой наклонной поверхностью необходимо увеличение вязкости жидкости, это достигается с помощью введения высокомолекулярных соединений (ВМС) [3]. Все эти добавки изменяют физико-химические свойства растворов. Однако для увеличения свободной поверхности отбора тепла жидкостью из газовой фазы этих добавок недостаточно. В этом случае эффективно могут работать эмульсии легкокипящих углеводородов в воде [4]. Однако их поведение в среде высоких температур изучено недостаточно. Так же практически не изучено влияние дисперсности (размер частиц дисперсной фазы) на эффективность процесса поглощения тепла эмульсиями.

Постановка задачи и её решение. Как известно, 85% тепла жидкость отбирает в момент фазового перехода из жидкого состояния в газообразное. Следовательно, в ситуациях, когда мы имеем дело с температурами выше 100 °С, необходимо обеспечить условия, чтобы максимальное количество воды успело испариться за время контакта с перегретой средой. В случае, когда перегретой средой выступает твёрдое вещество, увеличение теплоотбора жидкостью достигается путём увеличения времени контакта с перегретой поверхностью за счёт введения ПАВ и ВМС. Если же с перегретой средой - жидкостью или, тем более, газом увеличить время контакта оказывается практически невозможно, прибегают к увеличению дисперсности потока охлаждающей жидкости, а значит и к увеличению свободной поверхности теплоотбора.

В качестве способа увеличения дисперсности потока в работе предлагается использование эмульсий легкокипящих углеводородов в воде. Однако изучение их поведения в условиях высоких температур требует дополнительных исследований.

Принцип действия эмульсий заключается в следующем - при вылете из подающего устройства дисперсность потока составляет 1-2 мм (рис. 1), при попадании её в зону высоких температур легкокипящая фаза вскипает, разрывая макрокаплю эмульсии, при этом дисперсность потока увеличивается до 50 мкм (рис. 2). Таким образом, мелкодисперсный поток образуется непосредственно в зоне охлаждения, что предупреждает негативный факт выноса мелких капель мощным конвективным потокам, снижает негативное действие коагуляции капель во время полёта, а также даёт возможность подавать охлаждающую жидкость на достаточно большие расстояния.

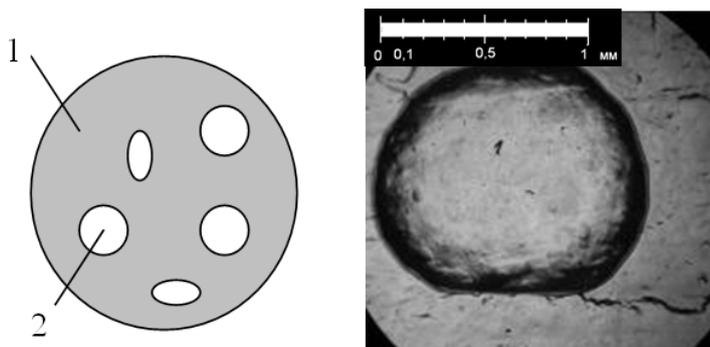


Рис. 1 – Капля эмульсии до попадания в зону высоких температур ($t=20-30^{\circ}\text{C}$): 1 - дисперсионная среда (H_2O); 2 – дисперсная фаза (C_xH_y)

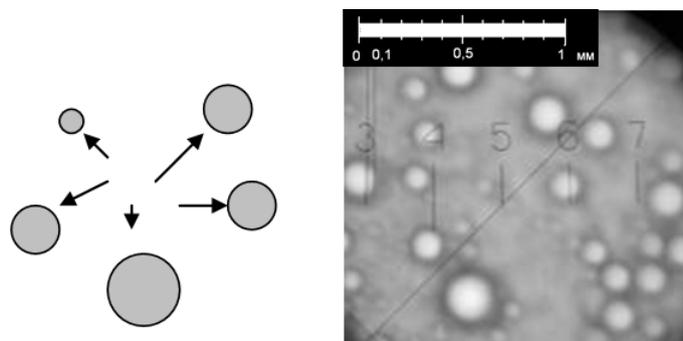


Рис. 2 – Разрыв капли эмульсии в зоне горения ($t>50^{\circ}\text{C}$)

Из вышесказанного следует, что на эффективность разрыва капли в зоне высоких температур будет существенно влиять дис-

перность самой эмульсии. В связи с этим возникла необходимость в дополнительном исследовании зависимости эффективности теплоотбора эмульсией от её дисперсности (рис. 3). Критерий эффективности теплоотбора определялся как падение температуры при использовании 1 л жидкости при постоянном тепловом потоке q .

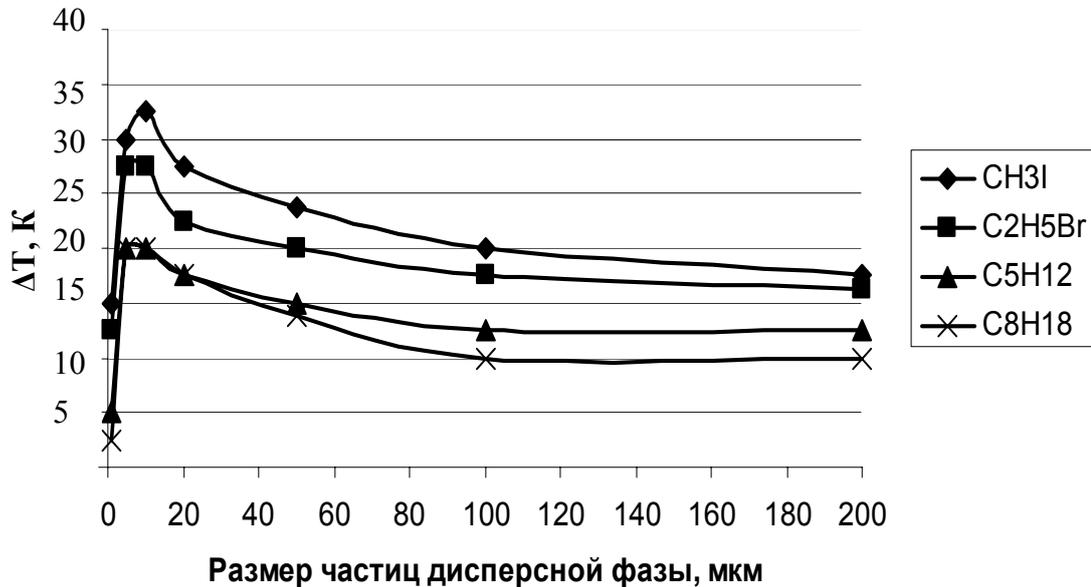


Рис. 3 – Влияние дисперсности эмульсии на её эффективность (ΔT) при отборе тепла

Из рис. 3 видно, что зависимость имеет оптимум в области 5–10 мкм. Для выяснения причин снижения эффективности эмульсии на восходящих ветвях (от min) зависимостей (рис. 3) проведён ряд дополнительных экспериментов. В результате улавливания макрокапель струи эмульсии при вылете её из подающего устройства установлено, что при большом размере частиц дисперсной фазы легкокипящая жидкость присутствует не во всех каплях струи, таким образом не все макрокапли разрываются в зоне высоких температур. Для установления причин резкого снижения теплоотбора эмульсией при снижении её дисперсности меньше 5 мкм был проведён эксперимент, в котором капля искусственно помещается на металлическую поверхность с высокой температурой. В этом случае не происходило разрыва макрокапли эмульсии, так как при дисперсности больше 5 мкм эмульсия практически соответствует псевдоистинным растворам. Таким образом установлено, что снижение эффективности теплоотбора эмульсией проис-

ходит по причине нехватки энергии (тепла) дисперсной фазы для разрыва крупных капель.

Как известно, эмульсии углеводородов в воде являются нестабильными во времени, поэтому для их стабилизации необходимо вводить дополнительно ПАВ. Для определения наиболее эффективного стабилизирующего ПАВ и его оптимальной концентрации проведены экспериментальные исследования, результаты которых представлены на рис. 4.

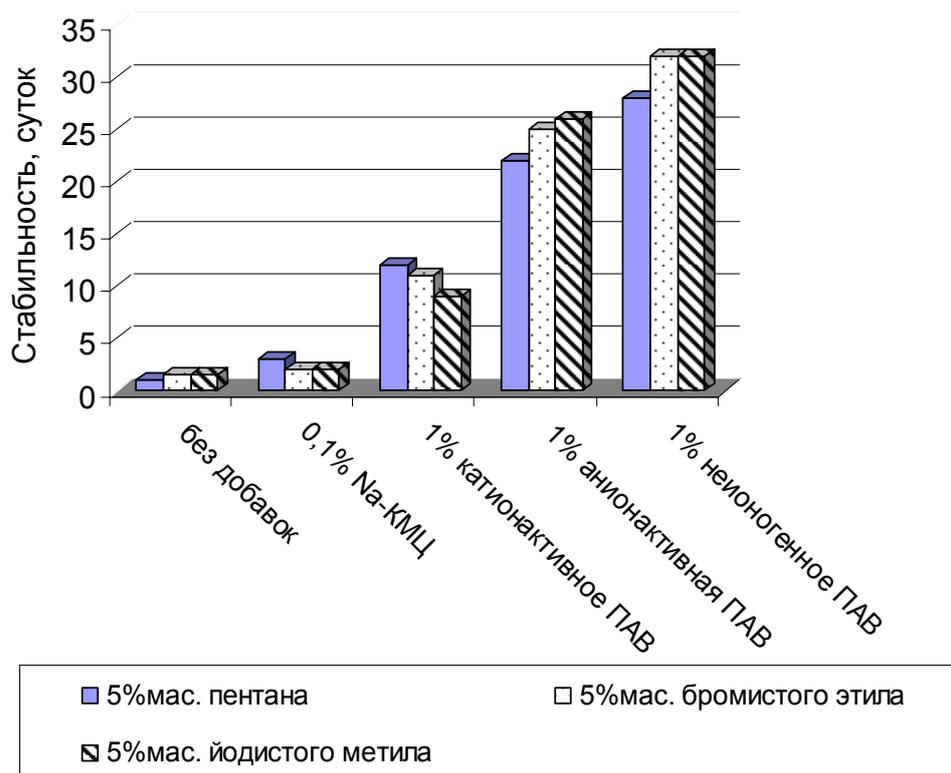


Рис. 4 – Стабилизирующая способность различных ПАВ

Результаты показали, что наиболее эффективным ПАВ в целях стабилизации огнетушащей эмульсии являются неионогенные ПАВ, позволяющее увеличить время полураспада эмульсии до 30 суток, а также установлено, что введение стабилизирующего ПАВ более 1% масс. является нецелесообразным, так как не приводит к дальнейшему увеличению стабильности.

Как уже было отмечено выше, на охлаждающие действие жидких веществ существенное влияние оказывают их физико-химические свойства (поверхностное натяжение σ и вязкость η). Поэтому нами проведены экспериментальные исследования по определению σ и η эмульсий различного состава.

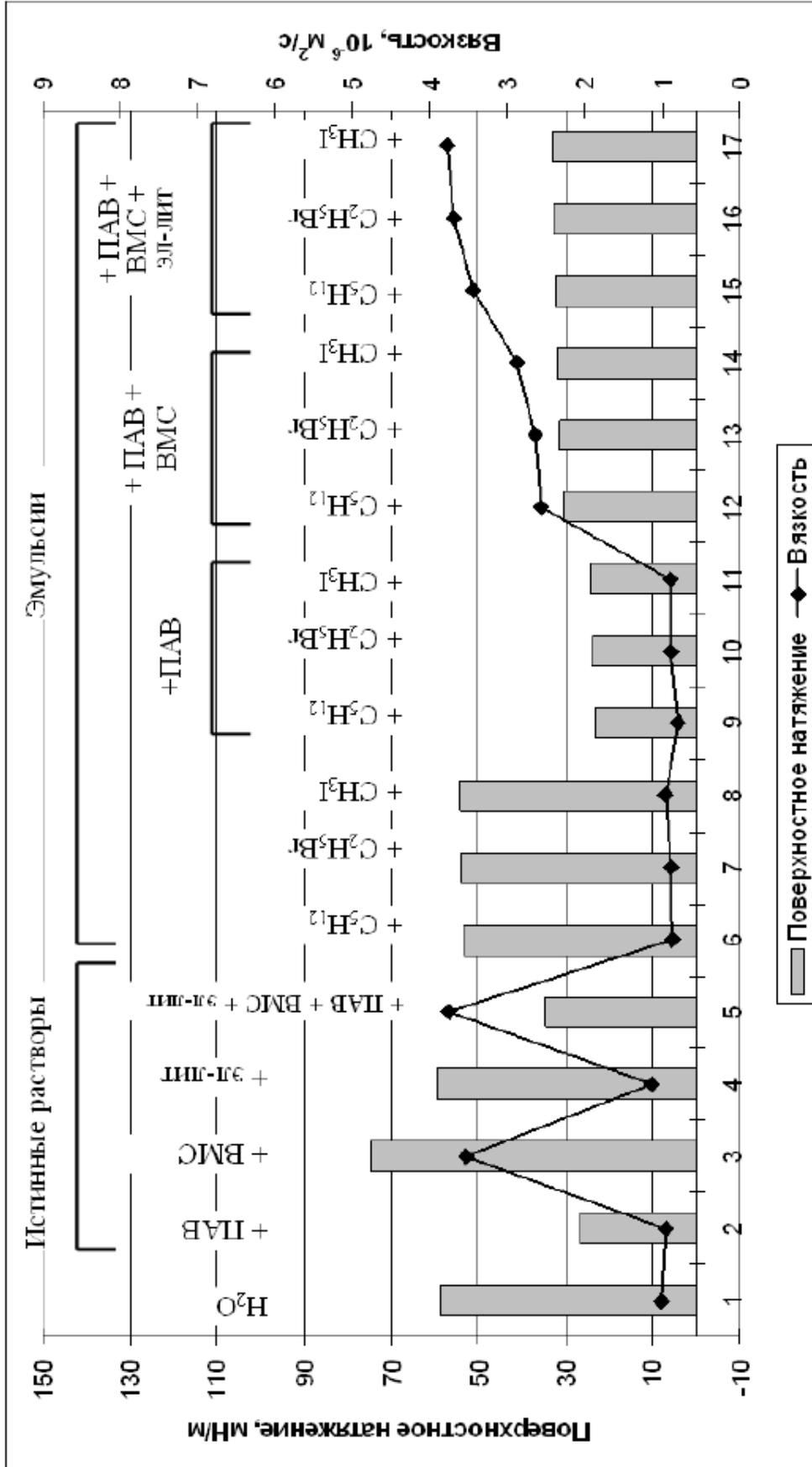


Рис. 5 – Влияние природы и концентрации добавок на физико-химические свойства жидких систем (концентрации добавок: ПАВ – 1% мас.; Na-КМЦ – 0,05% мас.; электролит ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) – 5% мас.; C_5H_{12} , $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$, CH_3I – 5% мас.; вода-до 100%).

Результаты эксперимента представлены на рис. 5. Можно видеть, что в эмульсиях (6-17 рис.5) так же как и в истинных растворах (1-5 рис.5) резкое снижение поверхностного натяжения наблюдается лишь при введении ПАВ, хотя в случаях эмульсий поверхностное натяжение дополнительно падает за счёт введения дисперсной фазы. Вязкость как истинных растворов, так и эмульсий, возможно повысить за счёт введения небольших концентраций ВМС.

Из результатов представленного эксперимента видно, что добавки одинаковой природы на физико-химические свойства истинных растворов и эмульсий влияют аналогично. Это подтверждает предположение о том, что физико-химические свойства низкоконтентрированных (по массе дисперсной фазы) эмульсий определяются физико-химическими свойствами их дисперсионных сред. Вместе с тем наблюдается проявление синергизма физико-химических свойств в зависимости от природы вводимых добавок.

Выводы. В работе детально изучено поведение эмульсий с легкокипящей дисперсной фазой в условиях высоких температур. Установлена область оптимального размера частиц дисперсной фазы, при которой обеспечивается максимальная эффективность поглощения тепла. Экспериментально подобрано наиболее эффективное стабилизирующее ПАВ, а также установлена его оптимальная концентрация. Сделан вывод, что эмульсии, за счёт оптимизации их физико-химических свойств, могут параллельно использоваться как для охлаждения газовых и жидких сред, так и для охлаждения перегретых твёрдых поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применения. Л., Химия, 1975. – 248 с.
2. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания. – М.: Химия, 1976. – 232 с.
3. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание. – М.: Химия, 1974. – 476 с.
4. Тарахно О.В., Кустов М.В. Застосування хімічної модифікації води для отримання водяного потоку певної дисперсності // Проблемы пожарной безопасности. - Харьков: УГЗУ, 2006. - Выпуск 20. – С. 210 - 213.
nuczu.edu.ua