

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ В ОБЛАСТИ ТУШЕНИЯ АЗЕОТРОПНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Федорова Т.В.

Научный руководитель профессор П.А. Стрижак

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема ликвидации пожаров в нефтегазовой химии является одной из остро обсуждаемых тем в современном мире. Ниша тушения азеотропных жидкостей почти не изучена. Имеется ряд статей, направленных на изучение тушения топлива с помощью водяного тумана, в них описываются азеотропные эффект. Например, в статье [8] проводили анализ топлив *JP-5*, *Jet A1*, *JP-8*, которые имеют низкую летучесть и не растворяются в воде. Поджигая их и подавая воду на поверхность горящего топлива, увеличивалась скорость улетаживания горючего за счет чего, происходило кратковременное усиление интенсивности пожара.

В статье [5] авторы исследуют топливо *JP-8*. Над поверхностью горения топлива температура пламени достаточно высока – 650 °С, что значительно нагревает воду, подаваемую в зону пламени в качестве огнетушащего средства. И сравнивая этот опыт с типом топлива *JP-8*, авторы определили, что температура горения на поверхности между пламенем и топливом равна температуре кипения и составляет 225 °С, а при взаимодействии с водой, температура топлива снижалась, примерно на 25 °С. Анализ данных показал, снижение температуры топлива ниже азеотропной температуры кипения порядка 94 °С.

В статье [4] описывают реакции азеотропов на колебания давления. Сделав выводы что, если энтальпии испарения компонентов, образующих бинарный или тройной азеотроп, близки (например, все водородные связи), необходимо соблюдать осторожность при регрессии параметров азеотропа. Применена модель избыточной энергии Гиббса, поскольку расчетная чувствительность к давлению в этих случаях зависит от точности предсказания температурной зависимости коэффициентов активности. В частности, в этих случаях следует включать данные о теплоте смешения и использовать параметры, зависящие от температуры.

Полинг и другие [7] исследуют газы и жидкости в азеотропном состоянии на предмет коэффициента активности (y_i). Их эксперименты и расчеты показали, в случае если бинарная система является простой, а азеотропная смесь варьирует $0,25 < x_1$ (или x_2) $< 0,75$, то отклонение y_i от нормы почти не наблюдается. При условии, если состав азеотропной жидкости смещается в сторону разбавления концентрации, то для оценки y_i данных по азеотропам недостаточно во всем диапазоне составов. Но если состав азеотропной смеси близок к 1, то коэффициент активности (y_i) находится только один и определяется как y_2 (где $x_2 \ll 1$), эти данные необходимы для вычисления единственного подгоночного параметра в любом из однопараметрических уравнений для молярной избыточной энергии Гиббса.

Авторы в статье [6] описывают подход с интегрированным тестом фазовой стабильности и проиллюстрированной эквивалентностью, который обеспечивает эффективное средство для расчета кривых однолетучести, азеотропов и точек заземления унифицирующим образом.

Таким образом, он представляет собой общий инструмент, который предоставляет почти всю необходимую информацию для применения топологических методов синтеза, технико-экономический анализ для определения минимального энергопотребления. Авторы обращают внимание на то, что, хотя продолжение вдоль кривых нелетучести должно облегчить определение всех азеотропов, доказательство все еще отсутствует. Исследование такого доказательства и распространение на реактивные смеси, которые требуют лишь незначительных изменений в системе уравнений пинча, являются предметом будущих исследований.

Камешков и другие [1] описывают параметры состояния *n*-алкан – *N*-метилпирролидон (МП), которые взаимодействуют с другими жидкостями и образуют азеотропные смеси. Учитывая их свойства и экстракционную очистку сырья при $T_{кип.}=230$ °С не проводят.

В патенте на огнегасящие материалы [2] представлено доказательство, что азеотропная жидкость (состав вода и 95 % – этанола) не ведет себя, как однокомпонентный состав при воспламенении. Азеотропная жидкость начинает кипеть при температуре ниже температуры кипения однокомпонентной жидкости. Давление паров над азеотропной жидкостью превышает давление сравнимая с вычислениями по закону Рауля, таким образом осложняя отбор огнетушащих материалов.

Селиверстов и др. [3] провели анализ огнетушащего состава азеотропной смесью из CHF_3 , CO_2 и другие компоненты. Исследования показали, что состав имеет большую площадь покрытия пожара по классу *A*, *B*, *C*. Однако исследования реакции этого огнетушащего состава в тушении азеотропных жидкостей отсутствуют.

В результате анализа литературы было выявлено, что экспериментальных исследований в области изучения горения азеотропных жидкостей весьма мало. Связано это с тем, что разность видов топлива усложняет проведение экспериментов. Например, у высоколетучих топлив при добавлении воды на поверхность горения таких топлив, их летучесть почти не проявляется, несмотря на нагрев воды или топлива заранее. Но наоборот происходит с нелетучими топливами. При орошении их водой возникает стремительное усиление скорости улетаживания, приводя к значительному выбросу объемов горящего топлива. Рассматривая бассейн с водой, на поверхности которой будет находится топливо, при возгорании топлива наблюдается стремительное увеличение температурного градиента пленки горящего топлива.

Делая вывод, свойства нелетучих азеотропных жидкостей не только усложняют экспериментальные работы за счет интенсивности горения и сложности контролирования процесса, но и тушение различных видов топлив приводят к непредсказуемым последствиям. Некоторые топлива меняют свои свойства за счет азеотропного эффекта при взаимодействии с водой или огнетушащим веществом.

Например, возникает «азеотропное избыточное давление» при воспламенении жидкого топлива. Градиент температуры, создаваемый шлейфом пламени будет почти равен температуре кипения топлива в шлейфе пламени и под поверхностью горения топлива. Применяв огнетушащее вещество на основе воды (например, туман,

пенообразователь AFFF, сплошной поток и т. д.), поступающая вода будет сильно нагреваться при прохождении через пламя и в горящую жидкость. Тем самым увеличивая интенсивность пожара.

Основными современными аспектами в области тушения пожаров с азеотропными жидкостями являются:

учет азеотропных эффектов, возникающих при взаимодействии разных видов топлива и огнетушащих веществ, как следствие проработка теоретической доказательной базы;

углубленное изучение свойств азеотропных смесей и влияние их на добавляемые в систему однокомпонентных и многокомпонентных жидкостей;

разработка методических рекомендаций как по тушению азеотропных жидкостям, так и азеотропных огнетушащих веществ;

усовершенствование экспериментальных стендов с реализацией опытов по поджиганию и тушению азеотропных жидкостей.

Литература

1. Камешков А. В. и др. Образование азеотропных смесей N-метилпирролидона с углеводородами //Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2021. – №. 56. – С. 12-16.
2. Митчелл М. Д., Блэк Д. Ф., Миллз К. Огнегасящие материалы и системы и способы применения: заяв. пат. 2014141678А РФ. – 2019.
3. Селиверстов В. И., Стенковой В. И., Веретинский П. Г. Огнетушащий состав. – 2004.
4. Abildskov J., O'Connell J. P. On the Responses of Azeotropes to Pressure Variations //10th International Conference on Distillation and Absorption. – DECHEMA, 2014. – С. 34-39.
5. Bannister W. W., Chen C. C., Euaphantasate N. Anomalous Effects of Water in Firefighting: Increased Fire Intensities by Azeotropic Distillation Effects. – 2001.
6. Poling B. E., Prausnitz J. M., O'Connell J. P. Properties of gases and liquids. – McGraw-Hill Education, 2001.
7. Skiborowski M. Reliable and efficient calculation of azeotropes and pinch points in homogeneous and heterogeneous multicomponent distillation [Text] / M. Skiborowski, J. Bausa, W. Marquardt // Book of Full Papers - 10th International Conference on Distillation and Absorption. – 2014. – P. 149-154.
8. Xk X. et al. Study on flame expansion phenomenon in pool fire extinguished by water mist //Procedia Engineering. – 2011. – T. 11. – С. 550-559.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЭС НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Хромов М.В.

Научный руководитель доцент Н.Ю. Рубан

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На объектах нефтяной отрасли для обеспечения электроэнергией моторов насосов, редукторов давления, двигателей буровых установок, электрических блоков управления приводами распределителя, собственных нужд часто используют дизельные генераторы при отсутствии источников газа. В удаленных районах, до которых нецелесообразно проводить линии электропередачи, дизельное топливо является одним из основных средств получения энергии. Цена на данный вид энергии зачастую будет зависеть от стоимости на дизельное топливо и на его доставку. С помощью возобновляемой энергии возможно снизить потребление топлива и уменьшить нагрузку на дизельные двигатели. В данной статье проанализирована возможность комбинирования фотоэлектрических систем с аккумуляторами и дизельными двигателями. В результате статьи выявлены явные положительные факторы использования солнечно-дизельных станций.

Солнечная энергетика может стать решением данной проблемы. В местах, обладающих достаточным уровнем солнечной радиации, возможно расположение фото-дизельных энергетических систем с использованием солнечных панелей в совокупности с дизельными электростанциями. Данные системы постепенно становятся востребованными, так как цены на дизельное топливо постоянно растут, а цены на фотоэлектрические панели снижаются. Таким образом происходит экономия на дизельном топливе. Солнечная энергия часто является одним из самых экономичных видов альтернативной энергии для удаленных регионов.

Так можно выделить некоторые положительные факторы использования солнечно-дизельных электростанций [1].

Технический фактор:

Дополнительный источник энергии для собственных нужд;

Резервный источник энергии при улоуи установки аккумуляторов;

Масштабируемость системы;

Надежность солнечно-дизельных станций в качестве энергоснабжения в удаленных районах, в которых отсутствует централизованное электроснабжения.

Экономический фактор:

Сокращения затрат на собственные нужды;