



Multiflash: Распределение ингибитора

Текущая ситуация

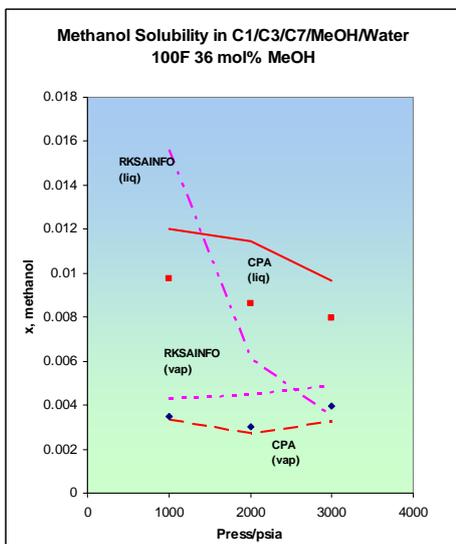
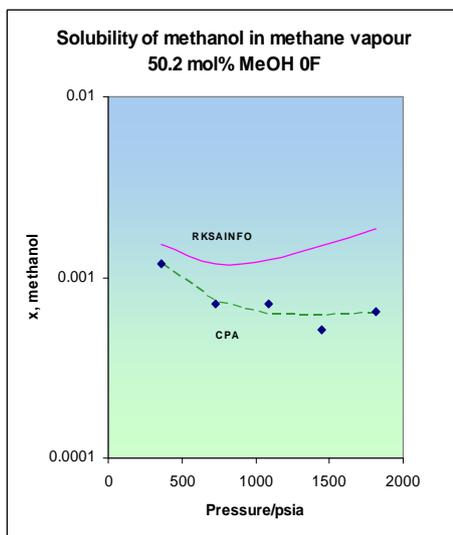
Несмотря на разработку новых ингибиторов, впрыск метанола остается важным методом ингибирования образования гидратов. Его преимущество в том, что он не замедляет зарождение и рост кристаллов гидрата, а делает их образование термодинамически невозможным при определенных условиях. Тем не менее, метанол часто вводят в гораздо большем количестве, чем это действительно необходимо из-за того, что точное значение расхода неизвестно. Имеется две важные причины поддерживать минимальное значение впрыска метанола: одна - стоимость производства метанола, особенно на морских платформах, а вторая - токсичность метанола. В США допустимая и рекомендуемая концентрация метанола в воздухе составляет 200 ppm.

Насколько точно инженеры могут рассчитать расход метанола, необходимого для подавления гидратообразования? Насколько эта точность находится в требуемых или приемлемых пределах? Различные коммерческие проектные программы дают разные расчетные величины расхода метанола. Одна из причин этого в том, что несмотря на наличие точных компьютерных моделей влияния концентрации метанола в воде на точку гидратообразования, задача моделирования распределения метанола между фазами газа, воды и нефти гораздо сложнее.

При наличии ошибки в модели распределения метанола, будет ошибка и в определении его расхода!

Существующие модели

Общие уравнения состояния, такие как RKS или PR, становятся неточными когда используются для расчета смесей, содержащих полярные материалы, такие как вода или метанол. Их точность можно повысить, если применить правила смешения на базе избыточной энергии Гиббса. Мы успешно использовали это в нашей модели RKSAINFO. Однако, хотя эта модель может быть хорошо настроена на данные каждого индивидуального эксперимента, наш опыт

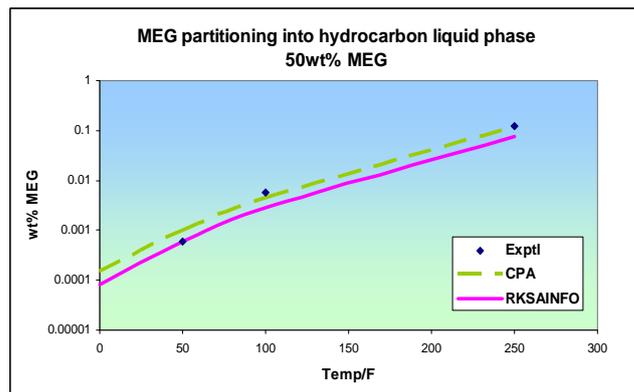


показывает, что невозможно найти единый набор параметров взаимодействия для кубического уравнения состояния, удовлетворительно описывающего распределение метанола во всем интересующем диапазоне температуры, давления и состава.

Подход Infochem

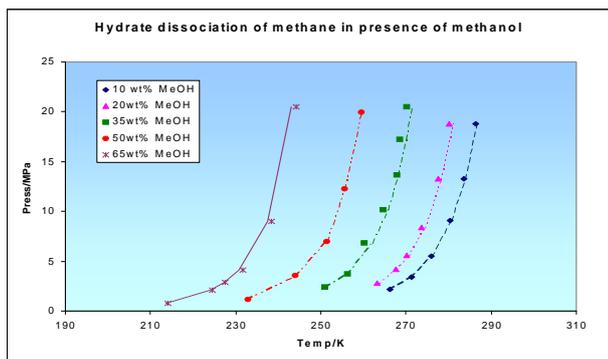
Мы использовали новый подход к моделированию метанола и воды в углеводородных смесях. Мы использовали надежное многоцелевое уравнение состояния CPA (*Cubic plus Association*). Оно также базируется на кубическом уравнении состояния RKS, но с дополнительным членом, описывающим водную фазу. Как и в случае RKSAINFO, если в смеси отсутствуют полярные компоненты, уравнение сводится к стандартной модели RKSА.

Результаты распределения метанола, полученные в модели CPA, значительно лучше тех, которые получены с использованием более традиционного подхода. Хотя применение избыточной энергии Гиббса для расчета правил смешения (RKSAINFO) повышает точность расчета распределения метанола, тем не менее результаты не столь точны как для CPA. При наличии тяжелых углеводородов и жидкой углеводородной фазы разница между расчетами по RKSAINFO и CPA для концентраций метанола еще более заметна, - CPA дает более точные результаты. Хотя МЭГ менее летуч, чем метанол, расширение CPA, включающее параметры для расчета МЭГ дает более точный расчет распределения ингибитора, хотя различия не столь существенны, как для более летучего метанола.

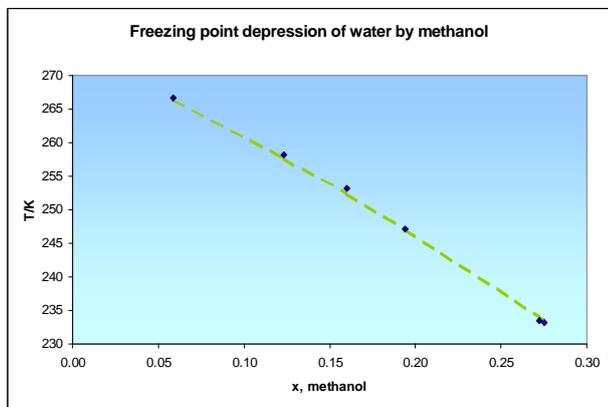


Итак, мы уточнили расчет распределения ингибитора по фазам, однако, не следует забывать и более фундаментальное требование к модели гидратообразования, именно, расчет влияния ингибитора на точку образования гидратов. Приведенный ниже график точки диссоциации гидратов для метана в зависимости от концентрации водного раствора метанола показывает, что расчетные результаты хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Кроме того мы проверили, насколько хорошо уравнение CPA рассчитывает другие физических свойства для

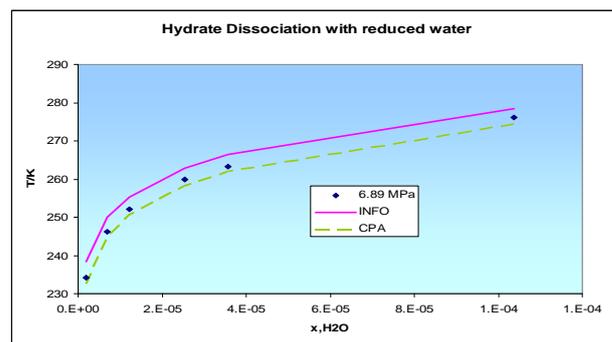
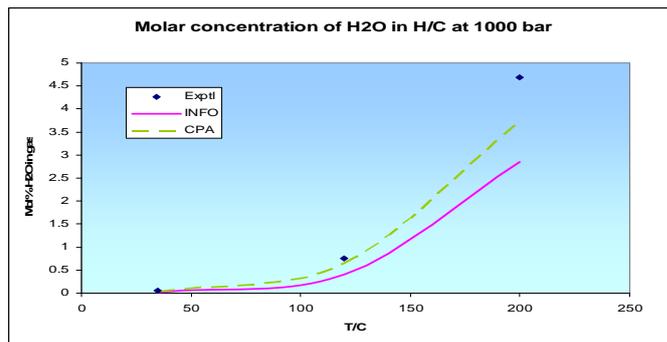


бинарной системы вода-метанол. Большинство моделей, в том числе CPA, дают хорошие результаты поведения паров и жидкой фазы, и мы покажем здесь, насколько хорошо эта модель воспроизводит снижение точки заморзания воды в присутствии метанола.



Растворимость воды в углеводородной фазе

Модели CPA и RKSAINFO дают различные результаты растворимости воды в углеводородной фазе, особенно при высоких давлениях. Это может повлиять на последующий расчет температуры диссоциации гидратов в отсутствие свободной воды. Хотя модель CPA рассчитывает растворимость лучше, чем RKSAINFO, для систем с низким содержанием воды точность результатов предсказания ниже.



Смешанный ингибитор

Расчет ингибирования образования гидратов смешанными растворителями затруднен вследствие недостатка экспериментальных данных. Имеются некоторые данные для солевых растворов с метанолом или МЭГ, которые хорошо описываются CPA и RKSAINFO. В открытых источниках мы не смогли найти данные по ингибированию для смеси МЭГ-метанол. Мы ограничились зависимостью снижения точки заморзания воды при добавлении МЭГ-метанол. График ошибки расчета снижения точки заморзания показывает, что модель CPA дает разумные результаты во всем диапазоне температур.

