

Я. А. Кожемяко, Т. А. Квасникова, Р. Р. Хуснуллин,
Л. Р. Байбекова, А. В. Шарифуллин, В. Н. Шарифуллин

ВЛИЯНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПРИСАДОК НА СВОЙСТВА ПЕРЕКАЧИВАЕМОЙ ВОДЫ

Ключевые слова: эмульсия, турбулентный поток, гидравлическое сопротивление.

Изучены закономерности влияния водорастворимых присадок на свойства перекачиваемой воды, изменения пропускной способности данного состава в зависимости от вязкости и диаметра трубопровода. Предложен механизм действия присадок и образование транспортируемого эмульсионного потока.

Keywords: emulsion turbulent flow, the fluid resistance.

The regularities of the influence of water-soluble additives on the properties of the pumped water, change the bandwidth of the composition depending on the viscosity and the diameter of the pipeline. A mechanism of action of additives and emulsion formation of the transported stream.

Введение

Эффективность действия присадок в потоках жидкостей по снижению гидравлического сопротивления в основном обусловлена, в том числе и коллоидно-химическими свойствами, сопровождающаяся изменением поверхностной энергии. Поэтому с позиции влияния поверхностных сил на величину эффекта Томса изучено поверхностное натяжение применяемых присадок.

Действие присадок при перекачке воды (однофазная жидкость) направлены на границу раздела фаз «жидкость - твердое тело» (стенка трубы).

Методы определения межфазных взаимодействий реагентов на границе «жидкость-твердое тело» является сложным и неточным. Однако, по мнению ряда исследователей, закономерности процессов, происходящих на границе раздела твердое тело-жидкость ближе по существу к процессам, происходящим на границе раздела жидкость-газ [1]. Таким образом, определив изотермы поверхностного натяжения на границе «вода-воздух», а так же, смачивающую способность по высоте поднятия жидкости в вертикальном капилляре можно оценить поверхностную активность водных растворов на границе раздела «жидкость-твердое тело» и подтвердить предполагаемую теорию действия присадок [2].

Обсуждение результатов

Определение поверхностного натяжения на границе жидкость-газ (вода-воздух) осуществлялось на аппарате, разработанном Ребиндером и представленном на рис. 1. Опыты проводились при температуре 25°C, так как эксперименты с перекачкой жидкости осуществлялись при данной температуре.

Для сравнения по значениям поверхностного натяжения исследуемых присадок приведены графические зависимости водорастворимых ПАВ.

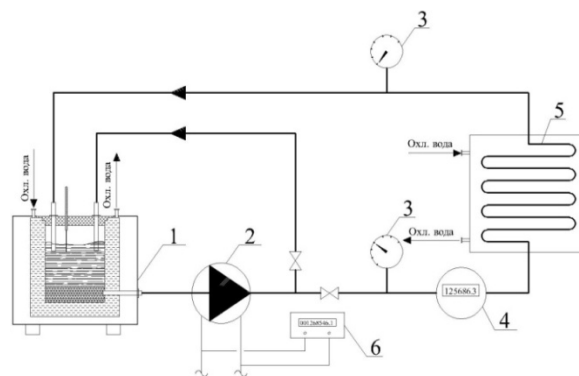


Рис. 1 – Схема установки по определению эффекта Томса: 1 – емкость, 2 – насос, 3 – манометры, 4 – расходомер, 5 – змеевик, 6 – электросчетчик

Анализируя графические зависимости поверхностного натяжения и концентраций присадок, представленные на рисунке 2, сразу можно сделать вывод о том, что применяемые присадки обладают поверхностно-активными свойствами. Следующее что можно выделить, в верхней части графических зависимостей (рис. 2) расположены присадки с меньшей молекулярной массой, а в нижней - с большей молекулярной массой, т.е. чем выше молекулярная масса, тем больше поверхностная энергия. Также графические зависимости носят такой же характер, как и ПАВ.

Результаты показывают, что изучаемые водорастворимые присадки обладают поверхностной активностью (рис. 2). При этом для высокомолекулярных полимеров поверхностная активность ниже, чем у НПАВ. Начальная эффективность высокомолекулярных полимеров в большей степени связана с их прямолинейной длинной структурой, которые при разрушении не восстанавливаются. Низкомолекулярные присадки, наоборот, способны к образованию восстанавливающих мицеллярных структур [3].

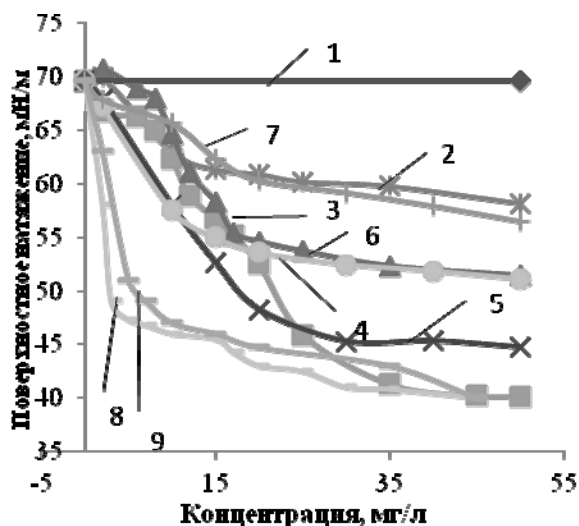


Рис. 2 – Изотермы поверхностного натяжения на границе «воздух-водный раствор» для присадок при $t=25^{\circ}\text{C}$, где: 1 – вода, 2 – ТНФ, 3 – уротропин, 4 – МЭА, 5 – ОЭДФК, 6 – КМЦ, 7 – ПАА, 8 – Реапон-4В, 9 – Сульфанола

Сравнивая действия реагентов при перекачке в системе (рис. 3) и их поверхностную активность (рис. 2) оптимальной концентрацией, где наблюдается наиболее больший эффект Томса, составляет 10-15 мг/л. При этом данные поверхностной активности подтверждаются данными по эффекту Томса.

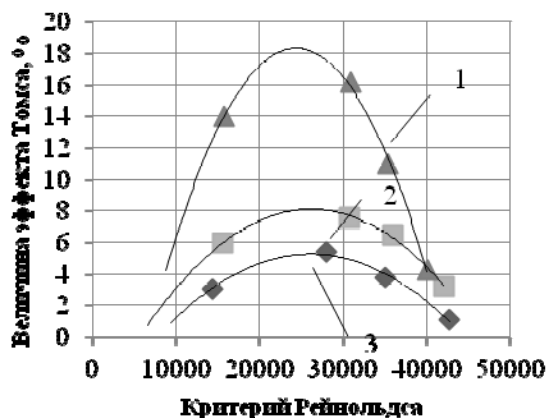


Рис. 3 – Влияние интенсивности турбулентности на величину эффекта Томса в присутствии уротропина при его концентрациях, мг/л: 1 – 10; 2 – 6; 3 – 2

Причинами снижения величины эффекта Томса при повышенной поверхностной активности могут быть следующие:

- при оптимальной поверхностной энергии в потоке достигается определенная турбулизация потока. Дальнейшее увеличение турбулентности приводит к уменьшению ламинарного подслоя, в котором находятся мицеллы. Идет вовлечение мицелл в турбулентное ядро потока, где происходит их разрушение. Таким образом, время на образование мицелл становится меньше, чем время на их разрушение [4].

- происходит изменение структуры мицелл: ассоциаты, конгломераты, которые менее устойчивы в турбулентном потоке.

- увеличение концентрации приводит к увеличению вязкости раствора, ламинизируя поток и соответственно приводит к отсутствию эффекта Томса.

Как вывод, действие веществ с поверхностно-активными свойствами в водных растворах может быть спрогнозировано по их поверхностной активности и ККМ.

В процессе эксплуатации промышленных трубопроводов на них откладываются различные породы: песок, глина, продукты коррозии и т.д. Поэтому было необходимо определить поверхностную активность - смачиваемость стенки трубы.

Определение смачивающей способности выполняется высотой кварцевым песком.

В нашей работе в качестве «стенки трубы» использовалась фракция доломита с размером частиц 0.14-0.63 мм, которая для лучшей адсорбционной способности активировалась соляной кислотой и прокаливалась при температуре 150°C в течение 5 часов. Оценка смачивающей способности водных растворов присадок проводилась по высоте поднятия жидкости по вертикальному капилляру, заполненного доломитом, по чистой воде и с добавлением присадки.

Данный метод позволяет сделать достаточно корректную оценку относительной смачивающей способности ряда веществ, проявляющих поверхностно-активные и используемых для снижения гидравлического сопротивления.

Нами изучалась кинетика капиллярного впитывания водных растворов реагентов с малой и большой молекулярной массой. Концентрация присадок была определена 15 мг/л, так как при этой концентрации наблюдаются существенные отличия в поверхностной активности (рис. 4).

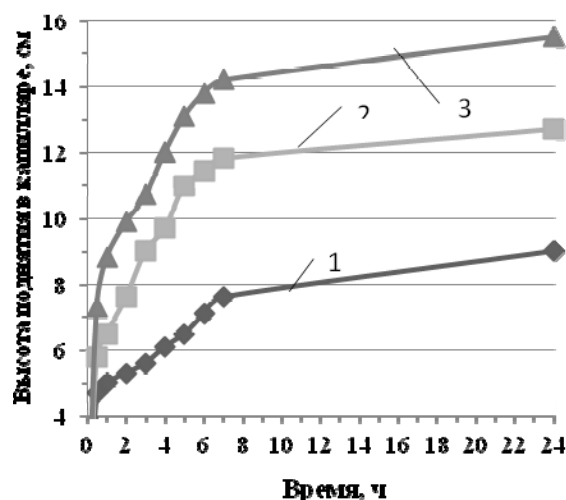


Рис. 4 – Кинетические зависимости смачивающей способности водных растворов при $t=25^{\circ}\text{C}$: 1 – вода, 2 – КМЦ, 3 – ОЭДФК

На основании проведенных исследований можно отметить, что поверхностная активность проявляется не только в каком-то одном процессе (например, в адсорбции), но и в процессах функционально связанных с ним. Это понятно, так как в основе данных явлений лежат процессы агрегатирования и образования новых ассоциативных структур (мицеллообразование), сопровождающиеся резким изменением физико-химических свойств растворов.

Литература

1. Повх, И. Л., Экспериментальное исследование турбулентного течения водных растворов полимеров в трубе / И. Л. Повх, А. Б. Ступин // Инж. – физ. журнал. - 1972. - Т. 22. № 1. - С. 59-65.
2. Иваненков, В. В., Опыт использования противотурбулентных присадок на магистральных нефтепроводах / В. В. Иваненков, О. В. Пименов // Транспорт и хранение нефте-продуктов. - 2006. - №2.
3. Шарифуллин А.В., Хуснуллин Р.Р., Шарифуллин В.Н., Байбекова Л.Р. Особенности турбулентного течения нефтяных эмульсий // Вестник казанского технологического университета Издательство: КНИТУ (Казань) ISSN: 1998-7072. - 2013. - №21. - С. 272-276
4. Шарифуллин А.В., Хуснуллин Р.Р., Шарифуллин В.Н., Байбекова Л.Р. Осмоление товарных автобензинов в присутствии оксигенатов // Вестник казанского технологического университета. Издательство: КНИТУ (Казань) ISSN: 1998-7072. - 2013. - №17. - С. 224-226
5. Губин В.Е., Губин В.В. Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. М.: Недра, 1982. - 296с.

© **Я. А. Кожемяко** – студент кафедры ХТПНГ КНИТУ, yana_11_korzh@mail.ru; **Т. А. Квасникова** – студент кафедры ХТПНГ КНИТУ, takvasnikova@yandex.ru; **Р. Р. Хуснуллин** – ведущий инженер ОАО «Нефтехимпроект», x.rousan_82@mail.ru; **Л. Р. Байбекова** – доцент кафедры ХТПНГ КНИТУ, L_baibekova@mail.ru; **А. В. Шарифуллин** – д-р техн. наук, профессор кафедры ХТПНГ КНИТУ, sharifullin67@mail.ru; **В. Н. Шарифуллин** – д-р техн. наук, профессор КГЭУ, vilen44@mail.ru.

© **J. A. Kozhemyako** – student chair HTPNG KNRTU, yana_11_korzh@mail.ru; **T. Kvasnikova** – student chair HTPNG KNRTU, takvasnikova@yandex.ru; **R. R. Khusnullin** – leading engineer of "Neftekhimproekt", x.rousan_82@mail.ru; **L. R. Baibekova** – assistant professor of HTPNG KNRTU, L_baibekova@mail.ru; **A. V. Sharifullin** – Ph.D, professor of HTPNG KNRTU, sharifullin67@mail.ru; **V. N. Sharifullin** – Ph.D, professor KSPEU, vilen44@mail.ru.