

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 - Сульфанол Сравнивая действия реагентов при перекачке в системе (рис. 3) и их поверхностную активность (рис. 2) оптимальной концентрацией, где наблюдается наиболее большой 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 промысловых 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.