

**ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ АДСОРБЦИИ
ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА ИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА
НА ТВЕРДЫХ АДСОРБЕНТАХ**

Иванов В.А.

Научный руководитель старший преподаватель Л.В. Чеканцева
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время большая часть запасов нефти добывается с месторождений, открытых в 60–80 годах прошлого столетия. Конечный коэффициент нефтеотдачи таких месторождений обычно составляет не более 35 %, что свидетельствует о том, что практически около 2/3 всей нефти после разработки остается в залежи [3].

Одной из причин низкого значения конечного коэффициента нефтеотдачи может быть гидрофобность горной породы, из-за которой большая часть добываемой нефти остается в связанном состоянии в порах. Решить данную проблему можно посредством применения таких методов увеличения нефтеотдачи (МУН), технология которых подразумевает закачку в пласт различных поверхностно-активных веществ для снижения величины поверхностного натяжения нефти и изменения типа смачивания горной породы.

В данной статье представлены результаты исследования модельной системы для изучения зависимости поверхностного натяжения на границе водный раствор-воздух от концентрации поверхностно-активного вещества (ПАВ) и соответствующих им закономерностей адсорбции из водного раствора на твердых адсорбентах.

Исследование проводилось согласно методическим рекомендациям [1] и [2] с использованием сталагмометра СТ-2, электрического аквадистиллятора LISTEN A 1204, устройства перемешивания ПЭ-6300М, вибрационного измерителя плотности ВИП-2М и модульного биологического микроскопа Olympus CX41.

Суть эксперимента заключалась в измерении на сталагмометре объема капли исследуемого раствора ПАВ и определении величины поверхностного натяжения с дальнейшим расчетом и построением изотерм адсорбции. Для повышения точности эксперимента проведено 100 итераций для каждого раствора ПАВ с последующим расчетом среднего значения объема капли.

В качестве поверхностно-активного вещества использован изопропиловый спирт, растворенный в дистиллированной воде. Приготовление растворов осуществлялось в мерных колбах на 50 мл с использованием дозаторов на 1 и 10 мл для уменьшения погрешности измерения. Концентрации изопропилового спирта для проведения исследования выбраны следующие: 0,2М, 0,3М, 0,4М, 0,5М и 0,6М. В качестве исследуемых твердых адсорбентов (рис. 1) использованы уголь (масса навески 0,75 г) и смесь богашевской глины (масса навески 0,6±0,015г) с двуокисью кремния SiO₂ (масса навески 0,6±0,013 г) на основе которых приготавливались соответствующие растворы. Непосредственно при приготовлении и перед использованием растворы тщательно перемешивались в течение 10 минут.



Рис. 1. Исследуемые твердые адсорбенты: а – уголь, б – богашевская глина, в – двуокись кремния

По результатам проведенного эксперимента и последующих за ним расчетов построены изотермы поверхностного натяжения (рис. 2) и адсорбции (рис. 3). Изотермы поверхностного натяжения строились для чистого раствора изопропилового спирта и растворов ПАВ после адсорбции на исследуемых твердых адсорбентах, в то время как изотермы адсорбции – только для растворов ПАВ после адсорбции на исследуемых твердых адсорбентах.

Значения точек для построения изотерм адсорбции вычислялись по разности между начальной концентрацией исходного раствора ПАВ и концентрацией, устанавливающейся после достижения адсорбционного равновесия (равновесной концентрацией) [1].

После построения кривой адсорбции по уравнению полученной зависимости определялась величина предельной адсорбции. Экспертной оценкой значение предельной адсорбции было принято в соответствии с такой концентрацией изопропилового спирта, при которой величина адсорбции примет максимальное значение, при этом изменяясь не более чем на 0,1 ммоль/кг. Таким образом, величина предельной адсорбции для раствора с углем принята при равновесной концентрации ПАВ, равной 9,05 моль, а для раствора на смеси угля и двуокиси кремния – 1,85 моль. В дальнейшем при определении величины предельной адсорбции выбранная концентрация ПАВ может быть обусловлена экономической и технологической целесообразностью.

Анализируя полученные результаты, можно заметить, что при увеличении концентрации изопропилового спирта во всех проведенных экспериментах величина поверхностного натяжения снижается, что соответствует механизму действия поверхностно-активных веществ. Более того, при сравнении полученных изотерм на рисунке 2 можно отметить следующее: взаимодействие твердых адсорбентов с раствором изопропилового спирта приводит

к изменению величины поверхностного натяжения (распределение точек располагается выше по оси ординат), что обусловлено адсорбцией поверхностно-активного вещества на поверхности адсорбентов. Само же увеличение обусловлено тем, что поверхностное натяжение дистиллированной воды по величине больше поверхностного натяжения раствора изопропилового спирта.

Исходя из результатов, представленных на рисунке 3, можно заметить, что уголь, в сравнении со смесью глины и двуокиси кремния, характеризуется большими значениями адсорбции и, в тоже время, меньшими значениями равновесной концентрации. Полученная зависимость может быть связана с тем, что уголь обладает большей сорбирующей способностью и большей удельной поверхностью для поглощения ПАВ. Также на рисунке 3 видно, что изотерма адсорбции для раствора на смеси глины с двуокисью кремния достигнет своего предельного значения намного раньше, чем изотерма адсорбции для раствора на угле, что в свою очередь подтверждается аналитическим способом.

При проведении исследования модельной системы возникли определенные трудности, связанные с построением изотерм адсорбции поверхностно-активного вещества из водного раствора на твердых адсорбентах.

Главной проблемой стала

неточность при аппроксимации полученных значений адсорбции, из-за которой определить величину предельной

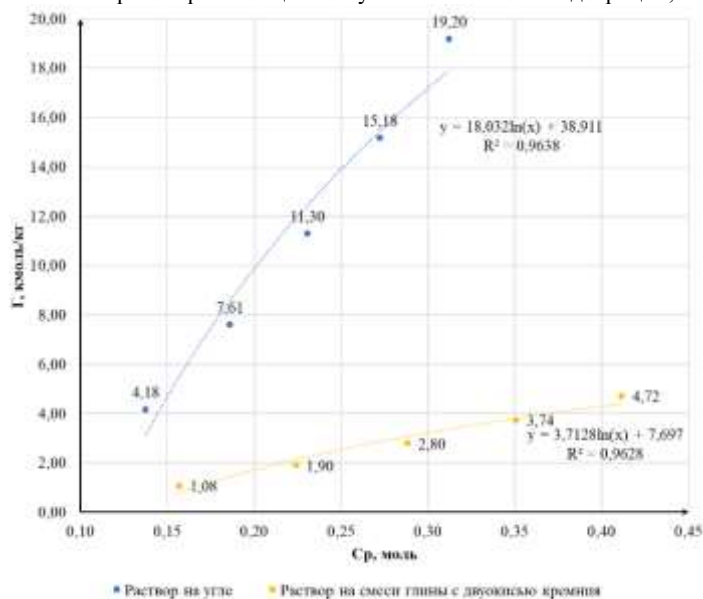


Рис. 3. Изотермы адсорбции

дополнительных исследований, полученные результаты позволяют сделать вывод о применимости данной методики для определения концентрации ПАВ, соответствующей величине предельной адсорбции, при использовании различных МУН, технологически подразумевающих закачку в пласт различных поверхностно-активных веществ.

Литература

1. Малышева Ж. Н., Новаков И. А. Теоретическое и практическое руководство по дисциплине «Поверхностные явления и дисперсные системы». – 2017.
2. Манжай В.Н., Чеканцева Л.В. Нефтяные дисперсные системы. Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 148 с.
3. Мильков Л. В. Методы увеличения нефтеотдачи и технология ASP // Молодой ученый. – 2018. – №. 51. – С. 222-224.

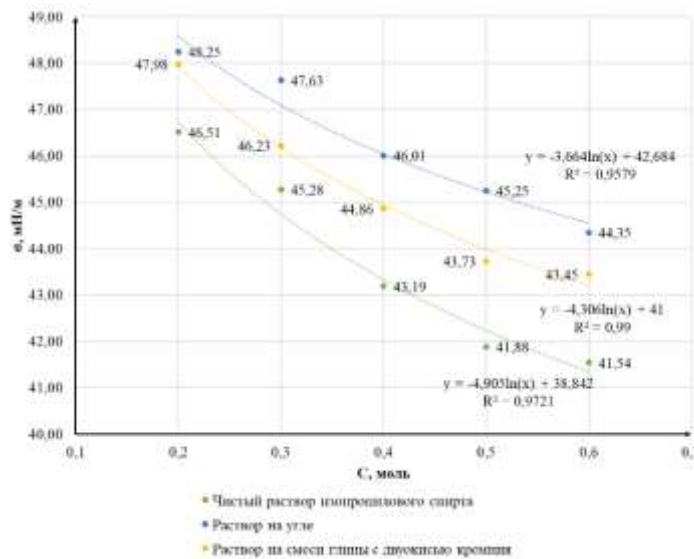


Рис. 2. Изотермы поверхностного натяжения

адсорбции не предоставляется возможным. Все дело в том, что при попытке аппроксимации точек поверхностного натяжения экспоненциальным, степенным, линейным и полиномиальными законами изотерма адсорбции принимает вид, нехарактерный теоретическим представлениям. И только при аппроксимации логарифмическим законом получается результат, максимально приближенный к теории. Однако для логарифмического закона ось ординат является асимптотой, из-за чего значение адсорбции при концентрации, соответствующей раствору чистой дистиллированной воды, не принимает значение, равное нулю. Возможным решением данной проблемы может стать аппроксимация полученных значений с использованием «именных» уравнений анализа изотерм поверхностного натяжения и адсорбции.

Однако, несмотря на наличие вышеописанной неточности, требующей