

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ

Хомушку Айбика Оолаковна

магистрант, Тувинский государственный университет, РФ, г. Кызыл

Аннотация. Статья посвящена исследованию поверхностного натяжения жидкости. Автор обосновывается актуальность и значимость темы исследования. Постулируется о том, что в настоящее время, поверхностное натяжение является важным параметром, это сила, оказываемая жидкостью на ее поверхность, которая стремится свести к минимуму площадь поверхности. Рассмотрены особенности измерения поверхностного натяжения жидкостей.

Abstract. The article is devoted to the study of the surface tension of a liquid. The author substantiates the relevance and significance of the research topic. It is postulated that currently surface tension is an important parameter, it is the force exerted by a liquid on its surface, which tends to minimize the surface area. The author considers the features of measuring the surface tension of liquids.

Ключевые слова: поверхностное натяжение, жидкость, когезия, адгезия, молекулы.

Keywords: surface tension, liquid, cohesion, adhesion, molecules.

Как известно, поверхностные явления, то есть процессы на границе раздела фаз, играют в природе и технике важную роль, так как практически все взаимодействия происходят на границах фаз.

Как отмечают Е.Д. Щукин, А.В. Перцов и У.А. Амелин [1, с.32], граница фазы в виде тонкого поверхностного слоя обладает избыточной энергией и по своим свойствам резко отличается от объемных свойств контактирующих фаз. Важнейшей характеристикой поверхностного слоя является коэффициент поверхностного натяжения. Однако, прежде чем перейти к поверхностному натяжению, нам нужно разобраться в когезии и адгезии. Когезия — это сила притяжения между подобными молекулами (то есть между двумя молекулами воды), а адгезия — это сила притяжения между неодинаковыми молекулами (между жидкостью и твердым телом или между молекулами жидкости и молекулами воздуха).

В глубине жидкости, такой как озеро, молекулы воды окружены другими молекулами воды и образуют водородные связи во всех направлениях. Однако молекулы воды на поверхности озера не полностью окружены другими молекулами воды, существует граница раздела с воздухом.

Это означает, что у поверхностных молекул воды меньше соседей, с которыми они могут образовывать водородные связи, чем у молекул воды, находящихся глубже в озере. Поверхностные молекулы воды затем образуют дополнительные водородные связи со своими соседями, поэтому сцепление между соседними молекулами воды сильнее. Отсюда и происхождение поверхностного натяжения.

Таким образом, поверхностное натяжение — это сила, оказываемая жидкостью на ее поверхность, которая стремится свести к минимуму площадь поверхности.

Поверхностное натяжение возникает из-за сил сцепления на свободной поверхности жидкости. Между молекулами жидкости существуют межмолекулярные силы. Это и есть сцепление, поскольку мы говорим о силах внутри молекул одного типа.

Молекулы жидкости глубоко внутри (внутренняя часть жидкости) притягиваются другими молекулами одинаково во всех направлениях. Но у тех молекул, которые находятся на свободной поверхности (верхней поверхности) жидкости, над ними нет молекул жидкости, которые могли бы притягивать их в этом направлении. Однако внизу есть молекулы жидкости. Таким образом, молекула притягивается только под углом 180 градусов, если предположить, что молекулы имеют округлый профиль (см. рис).

Итак, на молекулы на поверхности действует суммарная направленная вниз сила. Таким образом, молекулы на поверхности опускаются до уровня, приводящего к образованию мениска и сферической поверхности.

Так, на свободной поверхности образуется тонкий слой молекул, и эта поверхность находится в состоянии натяжения (то есть жидкость пытается свести к минимуму количество молекул на поверхности). Эта свободная поверхность ведет себя как эластичная мембрана при растяжении.

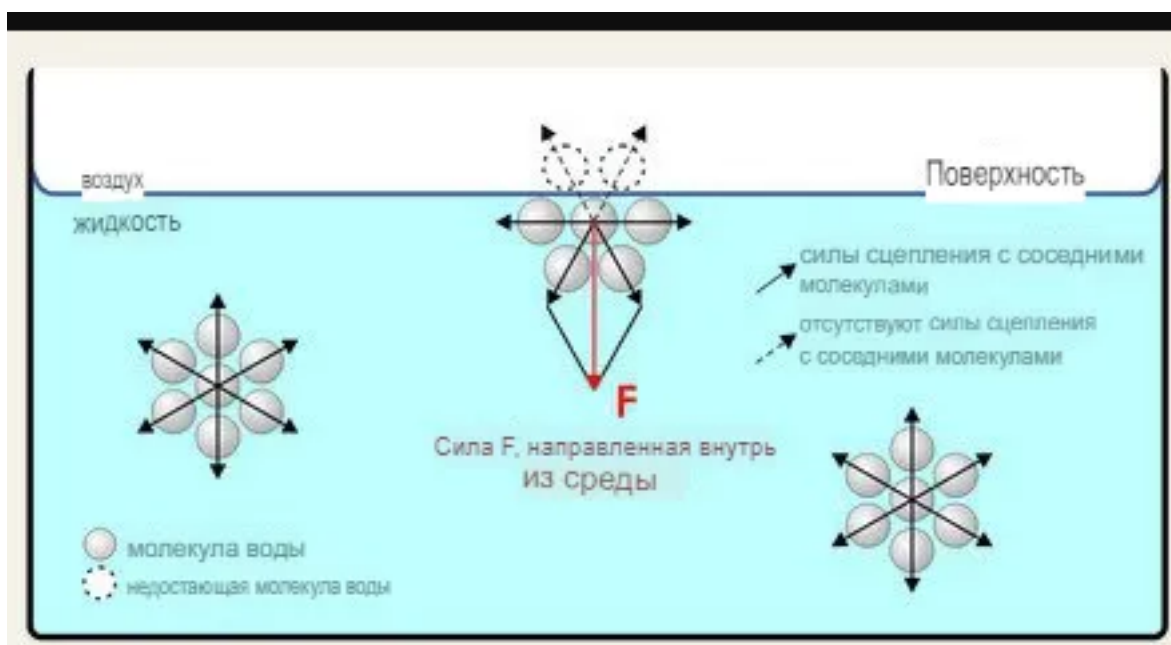


Рисунок 1. Исследование поверхностного натяжения жидкости

Итак, что-то действует против направленных вниз сил, удерживая молекулы на свободной поверхности в равновесии. Это происходит из-за силы реакции, приложенной молекулами внутри, на которые действует вес частиц выше [2, с. 10]. Таким образом, поверхность жидкости немного сужается, но молекула все еще остается на поверхности.

Это сжатие свободной поверхности и есть поверхностное натяжение. И оно определяется как сила, действующая на свободную поверхность, создаваемая массой жидкости внизу (сила растяжения и, следовательно, называемая натяжением). Для того, чтобы поддерживать поверхность в равновесии, жидкости стремятся занимать как можно меньшую площадь поверхности, и в результате мы видим мениск.

Существуют также молекулы воздуха, действующие над молекулами на поверхности. Но это подпадает под действие адгезии. Итак, если сцепление между молекулами воды больше, чем адгезия, то поверхность займет минимально возможную площадь.

Несмотря на то, что это напряжение, поверхностное натяжение равно единице длины. На поверхность действует растягивающая сила (действующая на поверхность из-за общего количества молекул под поверхностью), и нет ничего, что могло бы противостоять этой силе (нет молекул воды над поверхностью). Из-за этого поверхность приобретает форму, которая обеспечивает наименьшую площадь поверхности, и поверхность находится в напряжении из-за сил сцепления между молекулами воды. Для того, чтобы проникнуть через эту поверхность и достичь внутренней части жидкости, необходимо преодолеть силу поверхностного натяжения, действующую на поверхность [3, с. 45]. Таким образом, более легкие частицы не обладают достаточным весом для преодоления этого барьера. Следовательно, они не тонут, но могут оставаться на плаву на поверхности. Вот почему насекомые могут ходить по поверхности жидкости. Именно поэтому маленькие иголки и мячики для настольного тенниса могут оставаться на плаву на поверхности жидкости.

Скопление частиц пыли на поверхности воды является примером поверхностного натяжения. Маленькая игла, помещенная на поверхность жидкости, не тонет. В некотором смысле жидкости оказывают некоторое сопротивление проникновению в них предметов. Если сила сцепления между молекулами воды очень высока, то объекту труднее проникнуть сквозь жидкость.

Стоит сказать, что поверхностное натяжение определяется как половина силы, приходящейся на единицу длины для растягивания пленки жидкости. Это также можно перевести в энергетические термины, где поверхностное натяжение можно описать как отношение работы, проделанной с жидкостью, к изменению площади поверхности жидкости. Таким образом, получаем следующую формулу:

$$\gamma = \frac{F}{2L} = \frac{F\Delta x}{2L\Delta x} = \frac{W}{\Delta A}$$

Где, γ это поверхностное натяжение жидкости;

L - длина подвижной стороны;

F - сила;

Δx - перемещении бортика на расстояние;

W - величина, которая интерпретируется, как запасенная в виде потенциальной энергии.

Поскольку растяжение связано с силой, это соотношение всегда будет положительным. Однако более важным аспектом поверхностного натяжения является не знак поверхностного натяжения, а скорее знак разницы поверхностного натяжения одной поверхности раздела по сравнению с другой. Это соотношение может быть описано краевым углом. На приведенной ниже диаграмме показано сравнение четырех сил, действующих на границе раздела фаз. Все силы описывают различные поверхностные натяжения, а угол контакта описывает соотношение баланса между поверхностными натяжениями твердое тело-воздух, твердое тело-жидкость и жидкость-воздух.

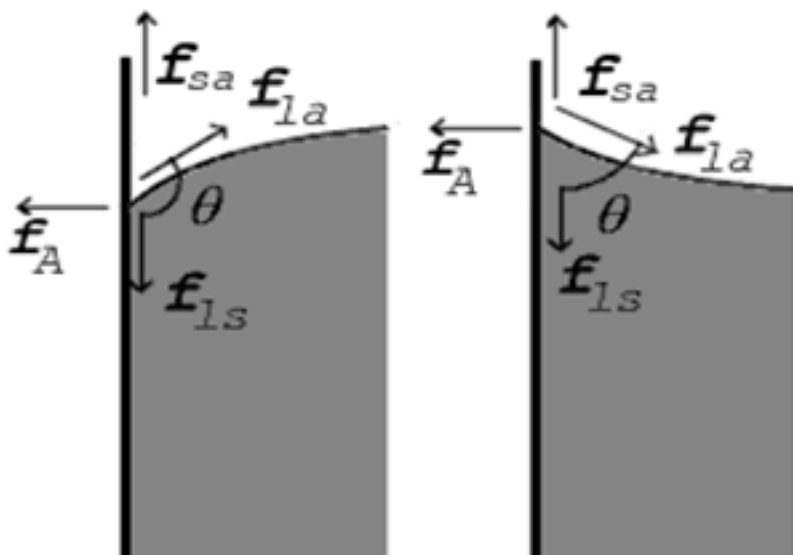


Рисунок 2. Сравнение четырех сил, действующих на границе раздела фаз

Не может быть отрицательного поверхностного натяжения, но может быть отрицательная разница между поверхностными натяжениями, дающая разные углы соприкосновения.

В случае, когда разница положительна, можно получить угол соприкосновения больше 90 и выпуклый мениск.

В случае, когда разница отрицательна, можно получить угол соприкосновения менее 90 и вогнутый мениск.

Так, отметим, что поверхностное натяжение всегда положительное и описывает свойство жидкости. Различия в поверхностных натяжениях описывают свойство поверхности раздела, и это объясняется краевым углом, а не поверхностным натяжением.

Вышесказанное позволяет заключить, что поверхностное натяжение является важным свойством, которое используется во множестве областей научных исследований. Его значение исходит непосредственно из его способности влиять на взаимодействие жидкостей с другими материалами и явлениями, что позволяет разрабатывать новые технологии, материалы и применения в различных областях науки и промышленности.

Список литературы:

1. Щукин Е. Д., Перцов А. В., Амелин У. А. Коллоидная химия. М.: Высшая школа, 1992.
2. Морадиян А., Мостагими Дж. Измерение поверхностного натяжения, вязкости и плотности при высоких температурах с помощью колебаний свободно падающей капли// Metall and Mater Trans. - 2018. № 39(2), - С. 280-290
3. Палмер С.Дж. Влияние температуры на поверхностное натяжение // Phys Education 2012. - № 11 (2). - С. 119-120