

редь, К. в. создают «шероховатость» поверхности, способствующую генерации гравитац. волн ветром. К. в. существенно влияют на процессы отражения и рассеяния эл.-магн. и акустич. волн водной поверхностью, в частности на её оптич. свойства (области пониж. уровня К. в. видны как гладкие пятна или полосы).

Л. А. Островский.

КАПИЛЛЯРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ — совокупность явлений, обусловленных действием межфазного поверхностного натяжения на границе раздела несмешивающихся сред; к К. я. обычно относят явления в жидкостях, вызванные искривлением их поверхности, граничащей с др. жидкостью, газом или собств. паром. К. я. — частный случай поверхностных явлений.

В отсутствие силы тяжести поверхность жидкости искривлена всегда. Под воздействием поверхностного натяжения ограниченный объём жидкости стремится принять форму шара, т. е. занять объём с мин. поверхностью. Силы тяжести существенно меняют картину. Жидкость с относительно малой вязкостью быстро принимает форму сосуда, в к-рый налита, причём её свободная поверхность (не граничащая со стенками сосуда) в случае достаточно больших масс жидкости и большой площади свободной поверхности практически плоская. Однако по мере уменьшения массы жидкости роль поверхностного натяжения становится более существенной, чем сила тяжести. Так, напр., при дроблении жидкости в газе (или газа в жидкости) образуются капли (пузырьки) сферич. формы. Свойства систем, содержащих большое кол-во капель или пузырьков (эмульсии, жидкие аэрозоли, пены), и условия их формирования во многом определяются кривизной поверхности этих образований, то есть К. я. Большую роль К. я. играют и в зародышеобразовании при конденсации пара, кипении жидкостей, кристаллизации.

Искривление поверхности жидкости может происходить также в результате её взаимодействия с поверхностью др. жидкости или твёрдого тела. В этом случае существенно наличие или отсутствие смачивания жидкостью этой поверхности. Если имеет место смачивание, т. е. молекулы жидкости 1 (рис. 1) сильнее взаимодействуют с поверхностью твёрдого тела 2, чем с молекулами др. жидкости (или газа) 2, то под воздействием разности сил межмолекулярного взаимодействия жидкость поднимается по стенке сосуда и примыкающий к твёрдому телу участок поверхности жидкости будет искривлён. Гидростатич. давление, вызванное подъёмом уровня жидкости, уравновешивается капиллярным давлением — разностью давлений над и под искривлённой поверхностью, величина к-рого связана с локальной кривизной поверхности жидкости.

Если сближать плоские стенки сосуда с жидкостью, то зоны искривления перекроются и образуется мениск — полностью искривлённая поверхность. В таком капилляре в условиях смачивания под вогнутым мениском давление понижено, жидкость поднимается; вес столба жидкости выс. h_0 уравновешивает капиллярное давление Δp . В условиях равновесия

$$-\Delta p = (\rho_1 - \rho_2) g h_0 = -2\sigma_{12}/r, \quad (1)$$

где ρ_1 и ρ_2 — плотности жидкости 1 и газа 2, σ_{12} — межфазное поверхностное натяжение, g — ускорение свободного падения, r — радиус средней кривизны поверхности мениска ($\frac{1}{r} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$, где R_1 и R_2 — радиусы кривизны мениска в двух взаимно перпендикулярных плоскостях сечения). Для смачивающей жидкости $r < 0$ и $h_0 > 0$. Несмачивающая жидкость образует выпуклый мениск, капиллярное давление под к-рым положительно, что приводит к опусканию жидкости в капилляре ниже уровня свободной поверхности жидкости ($h_0 < 0$). Радиус кривизны r связан с радиусом капилляра r_K соотношением $r = -r_K/\cos\theta$, где θ — краевой угол, образуемый поверхностью жидкости со стенками капилляра.

Из ур-ния (1) можно получить т. н. капиллярную постоянную a — величину, характеризующую размеры системы $L < a$, при к-рых становятся существенными К. я.:

$$a = \sqrt{\frac{2\sigma_{12}}{(\rho_1 - \rho_2)g}}$$

Для воды при тем-ре 20 °C $a = 0,38$ см.

К К. я. относятся капиллярное впитывание, появление и распространение капиллярных волн, капиллярное передвижение жидкости, капиллярная конденсация, процессы испарения и растворения при наличии искривлённой поверхности. Для к а п и л л я р н о г о в п и т ы в а н и я важной характеристикой является его скорость v , определяемая величиной капиллярного давления и вязким сопротивлением течению жидкости в капилляре. Скорость v изменяется со временем впитывания t , и для вертикально расположенного капилляра

$$v(t) = \frac{r_K^2}{8\eta h(t)} \left[\frac{2\sigma_{12} \cos\theta}{r_K} - \rho_1 g h(t) \right], \quad (2)$$

где $h(t)$ — положение мениска в момент времени t (рис. 1), η — коэф. вязкости жидкости. При впитывании в горизонтальный капилляр

$$v(t) = \frac{r_K \sigma_{12} \cos\theta}{4\eta h(t)} = \sqrt{\frac{r_K \sigma_{12} \cos\theta}{8\eta t}}. \quad (3)$$

При $v > 10^{-3}$ см/с следует учитывать возможную зависимость краевого угла θ от v , а в нек-рых случаях — вязкое сопротивление вытесняемого из капилляра газа (или др. жидкости).

Скорость капиллярного впитывания играет существенную роль в водоснабжении растений, движении жидкости в почвах и др. пористых телах. Капиллярная пропитка — один из распространённых процессов хим. технологии.

Искривление свободной поверхности жидкости под действием внеш. сил (напр., ветра, вибрации) вызывает появление и распространение к а п и л л я р н ы х в о л н («ряби» на поверхности жидкости). Самопроизвольное образование поверхностных волн — флуктуаций толщины тонких слоёв жидкости (струн, плёнок) — является причиной их неустойчивости по отношению к состоянию капель или капиллярного конденсата.

Разность капиллярного давления, возникающая в результате разл. кривизны поверхностей менисков,

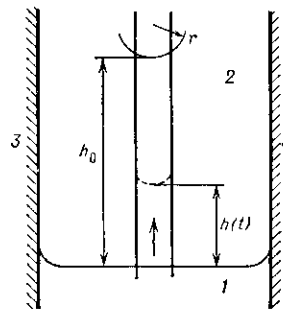


Рис. 1.

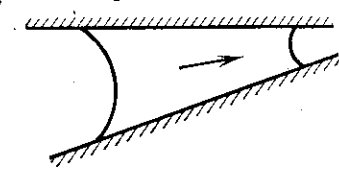


Рис. 2.

может вызывать капиллярное передвижение жидкости (рис. 2). Для смачивающих жидкостей поток жидкости направлен к мениску с меньшим радиусом кривизны (т. е. в сторону меньшего давления). Причиной капиллярного передвижения может быть не только градиент кривизны, но и градиент поверхностного натяжения жидкости. Так, градиент тем-ры приводит к разности поверхностного натяжения и, следовательно, к разности капиллярного давления в жидкости (термокапиллярное течение). Этим же объясняется движение капель жидкости и пузырьков газа в неравномерно нагретой среде: под влиянием градиента поверхностного натяжения приходит в движение поверхность пузырьков или капель. Аналогичный эффект наблюдается и при изменении σ_{12} при адсорбции *поверхностно-активных веществ* (ПАВ): ПАВ