# Определение поверхностного натяжения методом счета капель

Метод счета капель считается самым простым способом измерения поверхностного натяжения с технической точки зрения. В основе расчетов лежит закон, согласно которому вес капли, отрывающейся от пипетки, пропорционален поверхностному натяжению жидкости (σ ) и радиусу пипетки (R) , т.е.

|  |  |
| --- | --- |
| m=2π Rσ /g , где | (1) |

g - ускорение свободного падения;

m - масса капли исследуемой жидкости.

Процесс измерений прост и состоит их двух этапов. На первом этапе определяется радиус пипетки (сталагмометра). Величина радиуса вычисляется по результатам измерения веса капли какой-либо стандартной жидкости, например, дистиллированной воды. Для измерения радиуса не используются какие-либо дополнительные измерительные инструменты, такие как микрометр, поскольку величина радиуса в формуле (1) лишь приближенно отражает действительные размеры используемой пипетки. (Причины такого положения дел будут пояснены далее.)

Второй этап состоит в том, что из пипетки выдавливается несколько капель исследуемой жидкости в посуду для взвешивания. Первая капля не должна попасть в число взвешиваемых. Далее взвешиванием на весах определяется общий вес капель.

Важным является процесс формирования отдельной капли. Формировать каплю быстро недопустимо, так как результат последующего измерения будет недостоверен из-за того, что сила инерции поступающей жидкости оторвет каплю раньше времени. Медленно же формировать каплю не рационально. Обычно поступают следующим образом: каплю формируют быстро, но на последней стадии формирования (до ее отрыва от пипетки) замедляют процесс. Капля должна оторваться при очень медленном поступлении жидкости.

Систематическая ошибка от использования для расчетов формулы (1) достигает в лучшем случае 2-3%, если для калибровки (определения радиуса) применялась дистиллированная вода, а поверхностное натяжение исследуемой пробы равно 20 дин/см. Это связано с тем, что вышеупомянутая формула не совсем верно отражает существующее положение дел. Лонштейн, а затем Гаркинс и Браунс еще в начале века показали, что лучшими показателями обладает формула:

|  |  |
| --- | --- |
| m=F2π Rσ /g, где | (2) |

F - поправка, зависящая от отношения V/R3;

V - объем капли.

Использование этой формулы для расчетов позволяет определять поверхностное натяжение с точноcтью 0,1-0,2%.

В таблице 1 показаны значения поправок F для различных V/R3. Из таблицы следует, что в действительности образуется капля меньшего размера, чем это предсказывает предыдущая формула (1). Таким образом, расчеты радиуса по раствору с известным поверхностным натяжением дают значение на 40% меньше действительного размера пипетки.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| V/R3 | F | V/R3 | F | V/R3 | F |
| 58,1 | 0,215 | 2,3414 | 0,2635 | 0,816 | 0,255 |
| 24,6 | 0,2256 | 2,0929 | 0,26452 | 0,771 | 0,2534 |
| 17,7 | 0,2305 | 1,8839 | 0,26522 | 0,729 | 0,2517 |
| 13,28 | 0,23522 | 1,7062 | 0,26562 | 0,692 | 0,2499 |
| 10,29 | 0,23976 | 1,5545 | 0,26566 | 0,658 | 0,2482 |
| 8,19 | 0,24398 | 1,4235 | 0,26544 | 0,626 | 0,2664 |
| 6,662 | 0,24786 | 1,3096 | 0,26495 | 0,597 | 0,2445 |
| 5,522 | 0,25135 | 1,2109 | 0,26407 | 0,57 | 0,243 |
| 4,653 | 0,25419 | 1,124 | 0,2632 | 0,541 | 0,243 |
| 3,975 | 0,25661 | 1,048 | 0,261 | 0,512 | 0,2441 |
| 3,433 | 0,25874 | 0,98 | 0,2602 | 0,483 | 0,246 |
| 2,995 | 0,26065 | 0,912 | 0,2585 | 0,455 | 0,2491 |
| 2,637 | 0,26224 | 0,865 | 0,257 | 0,428 | 0,2526 |

Расчеты по формуле (2) также предполагают 2 этапа исследований. На первом этапе определяется радиус пипетки по стандартному раствору, а на втором - измерение поверхностного натяжения исследуемой пробы. Расчеты по определению радиуса пипетки усложняется поправкой F, которая зависит от V/R3. Трудность состоит в том, что в формуле (2) радиус фигурирует в 2-х местах. Вычислять его аналитическим путем довольно сложно. В связи с этим лучше знать действительные геометрические размеры пипетки, предварительно измеренные микрометром. Измеренный радиус следует использовать только для вычисления поправки F. Таким образом, радиус по формуле (2) вычисляется довольно просто:

|  |  |
| --- | --- |
| R = mg/2π σ стF, где | (3) |

σ ст - поверхностное натяжение стандартного раствора.

При вычислениях поверхностного натяжения исследуемого раствора применяется тот же принцип: радиус, измеренный микрометром, применяется только для вычисления поправки.