MBP 200

Тензиометр по методу максимального давления в пузырьке

dataphysics

Теория динамического поверхностного натяжения

Поверхностное натяжение характеризует работу, которую необходимо совершить, чтобы увеличить площадь поверхности жидкости по отношению к газовой фазе, например, окружающему воздуху. Она может быть выражена в джоулях на квадратный метр (Дж/м²) или в миллиньютонах на метр (мН/м). Поверхностное натяжение - важный параметр для оценки того, насколько легко жидкость может быть разделена на капли или распределена по твердой поверхности.

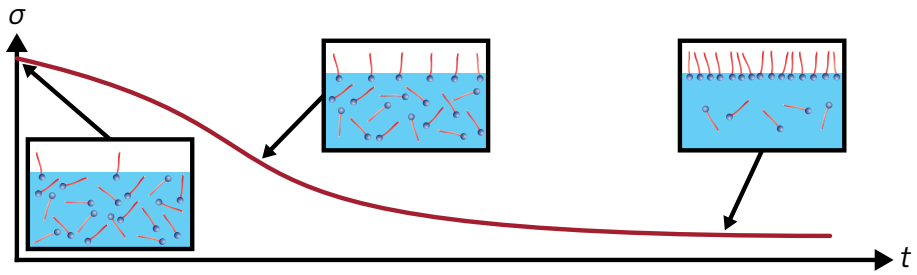
Поверхностно-активные вещества, такие как сурфактанты, предпочитают накапливаться на поверхности благодаря своей молекулярной структуре. Как только в растворе с поверхностно-активными веществами образуется новая поверхность, например, за счет образования пузырьков газа, поверхностно-активные вещества начинают накапливаться на новой поверхности. Количество поверхностно-активных частиц на единицу поверхности увеличивается до достижения равновесия.

Динамическое и статическое поверхностное натяжение

До достижения равновесия поверхностное натяжение называется «динамическим поверхностным натяжением». Динамическое поверхностное натяжение часто определяется как функция возраста поверхности. Возраст поверхности - это время, прошедшее с момента образования новой поверхности.

На практике наблюдается снижение поверхностного натяжения до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие. В отличие от этого, значение поверхностного натяжения, которое можно измерить после достижения равновесия, называется «статическим поверхностным натяжением».

Динамическое поверхностное натяжение σ в зависимости от времени t



Динамическое поверхностное натяжение σ уменьшается с течением времени t, пока ПАВ накапливаются на границе раздела фаз. Через некоторое время устанавливается статическое межфазное натяжение.

Метод максимального давления в пузырьке

Динамическое поверхностное натяжение можно определить с помощью метода максимального давления пузырьков. В этом методе используется тот факт, что разница давлений внутри и снаружи газового пузырька в жидкости (Δp), поверхностное натяжение этой жидкости (σ) и радиус кривизны поверхности газового пузырька (rB) связаны между собой. Это можно описать уравнением Янга-Лапласа:

$$\Delta p = \frac{2\sigma}{r_{\mathrm{B}}}$$

Экспериментальная установка

В экспериментальной установке для измерения анализируемая жидкость помещается в сосуд под капилляр. Затем отверстие капилляра погружается в жидкость. Затем через капилляр пропускается газ в контролируемом объеме, и в отверстии капилляра образуются пузырьки газа.

Объем созданного таким образом газового пузыря постоянно растет. Вначале пузырь имеет большой радиус кривизны, который становится все меньше и меньше (1) → (2) . В то же время давление внутри пузыря увеличивается. Когда газовый пузырь образует полусферу у отверстия капилляра, радиус кривизны достигает минимума, а давление в пузыре - максимума (3). По мере роста объема газового пузыря радиус кривизны начинает увеличиваться, а давление уменьшаться (4), пока газовый пузырь окончательно не оторвется от капилляра.

Момент максимального давления в пузырьке

Внутренний радиус капиллярного отверстия (rC) равен радиусу кривизны поверхности газового пузырька при достижении макси- мального давления внутри пузырька (rC = rB) (3). Внутренний радиус капиллярного отверстия определяется предыдущим калибровочным измерением с жидкостью с известным поверхностным натяжением. Динамическое поверхностное натяжение может быть рассчитано на основе радиуса капиллярного отверстия, который в этот момент совпадает с радиусом кривизны газового пузыря, измеренного максимального давления и дополнительно рассчитанного давления вне газового пузыря.

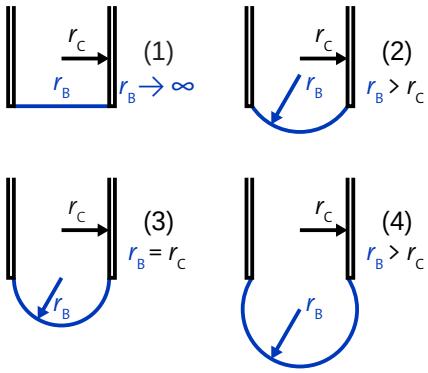
Возраст поверхности и внешние факторы

С момента начала формирования нового пузырька (1) до момента, когда пузырек приобретает полусферическую форму (3), проходит определенный период времени. Этот период известен как возраст поверхности (tL). Последующее время от максимума давления до разрыва пузырька называется «мертвым временем» (tD).

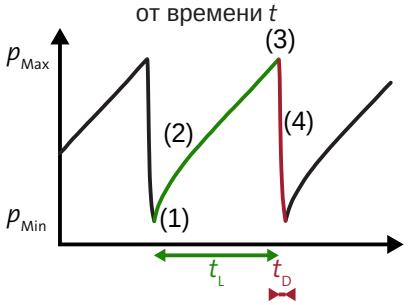
Тензиометр по методу максимального давления в пузырьке позволяет изменять время достижения максимального давления. Таким образом, можно определить динамическое поверхностное натяжение для различных возрастов поверхности.

Поскольку такие процессы всегда зависят от внешних факторов, измерения должны проводиться при четко определенной температуре и концентрации.

Стадии развития пузырька



Зависимость давления в пузырьке *p* от времени *t*



Пузырек с радиусом rB, подвешенный к отверстию капилляра с внутренним радиусом rC, проходит несколько стадий развития. В момент максимального давления пузырька [3], можно определить динамическое поверхностное натяжение.

MBP 200 Тензиометр по методу максимального давления в пузырьке

Тензиометр по методу максимального давления пузырьков MBP 200 от DataPhysics Instruments - это эффективный измерительный прибор для определения динамического поверхностного натяжения жидких растворов. Для этого он использует метод максимального давления пузырьков.

MBP 200 может направлять объемный поток газа через капилляр в жидкость, создавая пузырьки в отверстии капилляра. Чтобы отслеживать давление внутри газовых пузырьков, устройство содержит чувствительный датчик давления. На основе обнаруженных максимумов давления рассчитывается возраст поверхности пузырька и динамическое поверхностное натяжение. Кроме того, MBP 200 оснащен клапаном, который может генерировать объемные потоки различной силы, чтобы реализовать различный возраст поверхности для измерения.

MBP 200 может использоваться для определения динамического поверхностного натяжения в диапазоне от 10 мН/м до 100 мН/м при времени жизни поверхности от 5 миллисекунд до 200 секунд. Это делает прибор идеальным для анализа жидкостей, таких как растворы ПАВ, в широком динамическом диапазоне.

Для MBP 200 предлагаются различные капилляры. Помимо многоразовых стеклянных капилляров, можно использовать одноразовые капилляры.

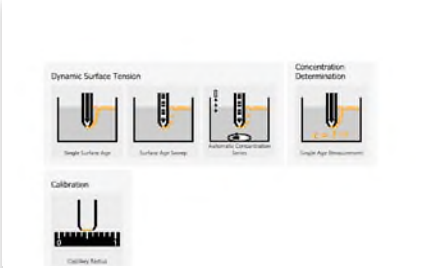
С помощью различных вариантов термостатирования температура в сосуде с образцом может быть установлена в диапазоне от -15 °C до 135 °C. Это позволяет анализировать динамическое поверхностное натяжение в зависимости от температуры.

Модуль системы дозирования LDU 25 может изменять концентрации автоматически

MBP 200 Тензиометр с управляющей сенсорной панелью TP 50

Характеристики MBP 200

- Одноразовые пластиковые капилляры можно использовать в широком динамическом диапазоне. Они уменьшают затраты на очистку и предотвращают перекрестное загрязнение.
- MBP 200 может измерять высокое дифференциальное давление до 3400 Па, что позволяет проводить анализ высоковязких жидкостей, например, некоторых масел.
- С помощью системы дозирования жидкостей LDU 25 серии концентраций могут выполняться автоматически. Это позволяет пользователям определять динамическое поверхностное натяжение для различных возрастов поверхности в зависимости от концентрации, например, поверхностно-активного вещества или добавки, за одну процедуру измерения.
- Сосуд для проб имеет защиту от брызг, что снижает трудоемкость очистки.
- Механизм защиты от столкновения предотвращает столкновение капилляра с дном емкости. Это предотвращает повреждение капилляра и прибора.



Методы измерения в программном обеспечении

Особенности программного обеспечения

Программное обеспечение MBP позволяет управлять прибором и проводить различные измерения:

- Возраст одной поверхности: определение динамического поверхностного натяжения для заданного возраста поверхности
- Определение возраста поверхности: определение динамического поверхностного натяжения для определенного диапазона возраста поверхности
- Автоматическая серия концентраций: концентрация раствора изменяется. Для каждой концентрации определяется динамическое поверхностное натяжение для различных возрастов поверхности.
- Определение концентрации с помощью одновозрастных измерений: динамическое поверхностное натяжение раствора неизвестной концентрации определяется для одного возраста поверхности. Затем рассчитывается концентрация раствора.
- Определение коэффициентов адсорбции и диффузии

Технические характеристики

Динамическое поверхностное натяжение	в зависимости от возраста поверхности или постоянном возрасте поверхности
диапазон измерения	10 … 100 мН/м
скорость измерения	25 000 Гц
возраст поверхности	5 … 200 000 мс
максимальное избыточное давление	3 400 Па
Перемещение образца	моторизованное с автоматической защитой от столкновений
диапазон перемещения	105 мм
скорость перемещения	46 нм/сек … 12 мм/сек
разрешение	24 нм
Контроль температуры	
жидкостный термостат (-10 … 130 °C)	опционально
элементы Пельтье (-15 ... 135 °C)	опционально
2 x Pt100 для -60 ... +450 °C ± 0,01 K	встроенные
TP 50 сенсорная панель управления	опционально
LDU 25 модуль системы дозирования	опционально
Автоматическая магнитная мешалка	встроенная
Габариты (Д [мм] x Ш [мм] x В [мм])	360 x 230 x 565
Вес	22 кг
Электропитание	100 … 240 ВА; 50 … 60 Гц; 70 Вт

Для получения более полной информации о конкретных решениях ваших задач, пожалуйста, обращайтесь к нам.
Мы с удовольствием рассмотрим ваш запрос и проконсультируем по наиболее соответствующим инструментальным конфигурациям.

DataPhysics Instruments GmbH • Raiffeisenstraße 34 • 70794 Filderstadt, Germany
phone +49 (0)711 770556-0 • fax +49 (0)711 770556-99
sales@dataphysics-instruments.com • www.dataphysics-instruments.com

© Copyright by DataPhysics Instruments GmbH, Filderstadt. Technical information is subject to change. Errors and omissions excepted.
dataphysics is a registered trademark of DataPhysics Instruments GmbH DS/MBP200 – 24-04 – 1.1/En
Photos: Daniel Maier, Adobe Stock. Artwork and layout: Daniel Maier

Ваш партнер на территории России:

www.soctrade.com