



**POROMETER**

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ФИЛЬТРОВ И МЕМБРАН



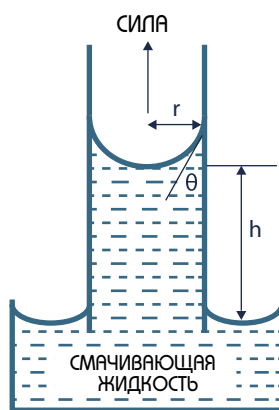
# ПОРОМЕТРИЯ КАПИЛЛЯРНОГО ПОТОКА

**Метод капиллярной порометрии** или, другими словами, метод газожидкостной порометрии, позволяет измерять размер пор и распределение по размерам сквозных пор в материалах. Этот метод основан на вытеснении **инертной нетоксичной смачивающей жидкости**, введенной в пористую сеть, посредством давления сжатого инертного газа. Вследствие этого измеряются размеры только сквозных пор.

Сначала жидкость вытесняется из наиболее широких пор. С увеличением прикладываемого давления опустошаются и менее крупные до тех пор, пока не откроются все сквозные поры.

Самая узкая часть поры, или как ее еще называют, поровый канал, является наиболее затруднительным местом для вытеснения жидкости газом. Диаметр порового канала измеряется методом капиллярной порометрии, независимо от того, в какой части поры он находится.

Метод зависит от высоты капиллярного подъема, создаваемого поверхностным натяжением между жидкостью и газом. Вследствие этого, смоченная пора, погруженная в жидкость, втягивает ее в капилляры до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие с силой тяжести.



$$2\pi r \gamma \cos \theta = r^2 \pi h \rho g \dots(1)$$

Где:

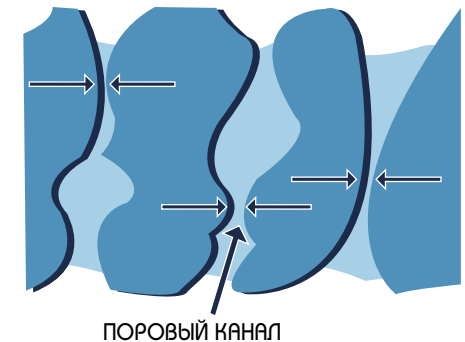
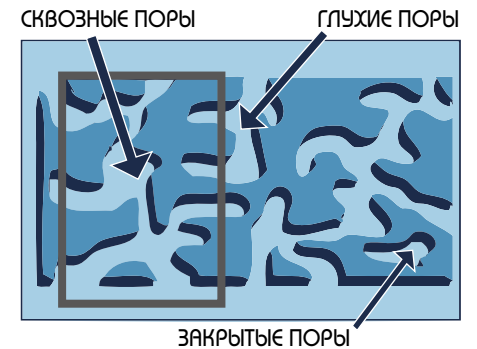
- r – радиус капилляра (или поры);
- D – диаметр капилляра (или поры);
- h – высота столба жидкости ;
- $\gamma$  – поверхностное натяжение жидкости;
- $\rho$  – плотность жидкости;
- $\theta$  – краевой угол между жидкостью и стенкой капилляра;
- g – ускорение свободного падения.

Поскольку давление (P) = h $\rho$ g, а D = 2r, то уравнение 1 принимает вид:

$$2\pi r \gamma \cos \theta = r^2 \pi P \dots(2)$$

$$P = 4 \gamma \cos \theta / D \dots(3)$$

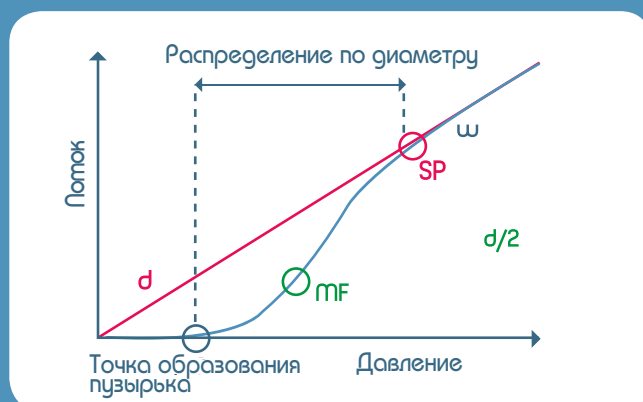
Вследствие этого, давление, необходимое для опустошения пор определенного диаметра, обратно пропорционально размеру порового канала и используется для вычисления размера поры согласно уравнению 3, которое известно как уравнение Юнга-Лапласа.



# ИЗМЕРЯЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

В методе капиллярной порометрии поток сжатого газа воздействует на пористый образец, пропитанный смачивающей жидкостью, таким образом, что при вытеснении жидкости из пористой среды измеряется поток газа, проходящего через образец. Так называемая «кривая смачивания» (или «мокрая кривая») показывает измеряемый поток газа относительно прикладываемого давления.

Помимо значений «мокрой кривой» также измеряется поток газа относительно давления на сухом образце («сухая кривая»). Благодаря показателям мокрой кривой, мы можем получить информацию о сухой и «полусухой кривой» (делит значения потока сухой кривой на 2) касательно пористой системы.



Измеряемые кривые и параметры, полученные в результате применения метода капиллярной порометрии (d = сухая кривая, w = мокрая кривая, d/2 = полусухая кривая, FBP = самая большая пора, MFP = пора среднего потока, SP = самая маленькая пора)

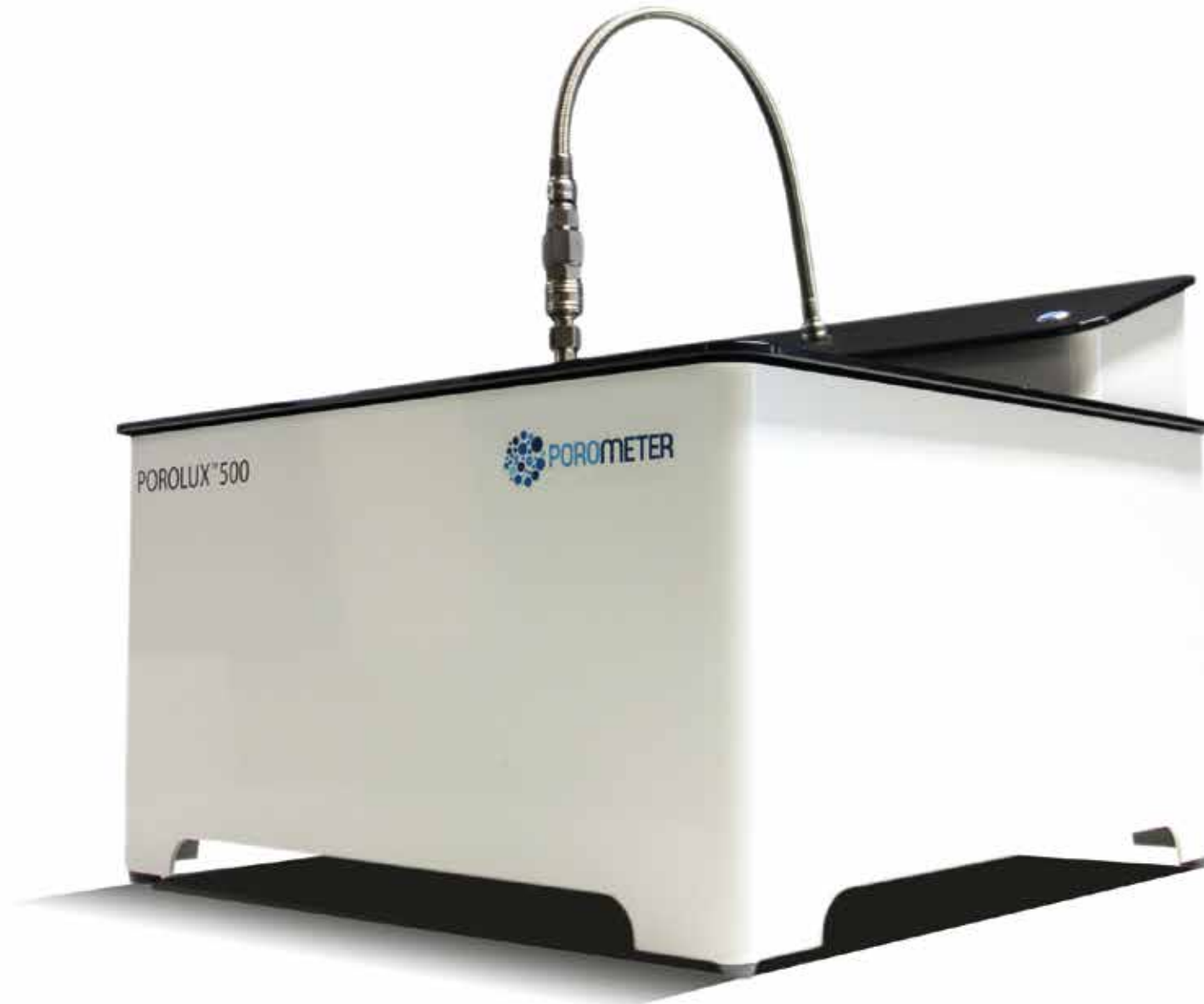
Таким образом, метод капиллярной порометрии позволяет определить:

- **Точку образования пузырька**  
Максимальный диаметр поры.
- **Наименьший размер поры**  
Рассчитывается при давлении, при котором сухая кривая совпадает с мокрой кривой.
- **Диаметр поры среднего потока**  
Размер поры, при котором можно рассчитать 50% общего потока газа (половина потока, проходящего через поры большего размера, чем этот диаметр).
- **Газопроницаемость**  
Применяя те же самые вычисления, возможно получить информацию об интенсивности газового потока. Если нам известны площадь и толщина материала, то мы можем рассчитать и газопроницаемость.
- **Суммарный поток фильтра**  
Показывает, какой процент потока (по оси Y) прошел через поры, размер которых превышает значение на соответствующих точках по оси X. Это называется пропускной способностью фильтра.
- **Дифференциальный поток фильтра**  
Показывает, какой процент потока (по оси Y) прошел через поры соответствующего размера по оси X, а также значение следующего размера по той же оси. Согласно Американскому обществу по испытанию материалов, этот график показывает так называемую «частотность диаметра поры».
- **Распределение потока по диаметру поры**  
Показывает распределение обычного потока в расчете на единицу изменения размера (изменения потока делятся на изменения диаметра). Поэтому иногда это именуется как распределение пор по размерам.

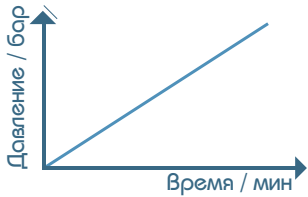
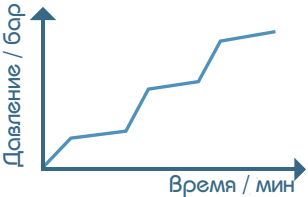
## НАША ТЕХНОЛОГИЯ: POROLUX™

---

Основываясь на многолетнем опыте работы в отрасли порометрии капиллярного потока, мы разработали модельный ряд POROLUX™, в частности ряд приборов, предназначенных для тестирования мембран, фильтров, нетканых материалов, бумаги, пустотелых волокон и керамики. Они широко применяются для измерения газопроницаемости и распределения пор по размерам с еще более усовершенствованной точностью и воспроизводимостью по сравнению с другими порометрами, представленными на рынке.



Существует две серии приборов, которые основываются на различных методах измерения:

	<b>МЕТОД СКАНИРУЮЩЕГО ДАВЛЕНИЯ: POROLUX™ 100</b>	<b>МЕТОД С ПОШАГОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИЕЙ ДАВЛЕНИЯ: POROLUX™ 1000</b>
<b>Контроль над увеличением давления</b>	Посредством отдельного клапана, который постоянно открыт в процессе измерения.	Посредством каскадного набора для контроля давления, с применением специально разработанного игольчатого клапана.
<b>Алгоритм обеспечения устойчивости</b>	Нет.	Да, для давления и потока газа.
<b>Замеры</b>	Мгновенное, постоянное измерение как давления, так и газового потока.   <p>Увеличение давления с постоянной интенсивностью, которая может выбираться пользователем.</p>	Точка измерения записывается только тогда, когда алгоритмы обеспечения устойчивости (определяются пользователем) подходят как для давления, так и потока.   <p>Порометр вычисляет момент, когда пора открывается при определенном давлении, и ждет пока <b>все поры</b> такого же диаметра полностью не откроются до того, как принять точку измерения.</p>
<b>Преимущества</b>	Подходит для выполнения <b>работ по контролю качества материалов.</b>	Наиболее всего подходит <b>для исследовательской работы</b> и для образцов со сложной пористой структурой.
<b>Недостатки</b>	Иногда регулирование давления нелинейно во всем диапазоне давления (высокое давление).	Процесс измерения занимает больше времени.
<b>Ключевые слова</b>	Скорость и воспроизводимость.	Точность и аккуратность.

## АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Порометры POROLUX™ разработаны по последнему слову техники и обладают наилучшими техническими характеристиками наряду с качеством исполнения. Продукция производится в Германии, соответствует нормам ЕС и предписаниям по эксплуатационной безопасности товара, а также отличается постоянством производства. Оборудование оснащено комплектующими деталями и программным обеспечением, необходимыми для полноценной работы. Таким образом, при дальнейшей работе не возникнет необходимости докупать дополнительные датчики давления и/или счетчики-расходомеры, благодаря чему существенно падают эксплуатационные расходы. Предоставляются аксессуары и опции, обеспечивающие доступ к некоторым дополнительным параметрам прибора.

### ТОЧНОСТЬ ДАТЧИКОВ ПОТОКА И ДАВЛЕНИЯ

Максимально возможная точность параметров давления и потока на рынке: 0.05%

### АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МЕЖДУ ДАТЧИКАМИ ДАВЛЕНИЯ И ПОТОКА

Приборы POROLUX™ оснащены различными датчиками давления и потока, необходимыми для оптимального режима работы в процессе продолжительной эксплуатации. Переключение датчиков давления и потока происходит автоматически в процессе измерения, в зависимости от полученных значений с тем, чтобы использовать датчик, который лучше всего подходит для работы. Это позволяет оптимизировать точность и разрешение на каждом конце (низкий и высокий) диапазона давления.

### РАЗРЕШЕНИЕ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ И ПОТОКА: 24 БИТА

Разрешение, или разрешающая способность, определяется как способность системы измерять разницу между различиями в параметрах: система с высоким разрешением определяет самые незначительные изменения, в то время как система с низким разрешением не может отличить малые различия между двумя сигналами.

Иными словами, разрешение следует понимать как незначительное приращение параметра (шаг), которое может быть достигнуто. При использовании метода капиллярной порометрии применяются **только два измеряемых параметра – это давление и газовый поток, проходящий через образец**. Таким образом, чтобы определить разрешение порометра, **нам следует остановиться на разрешающей способности датчиков потока и давления**.

Датчик давления или потока формирует аналоговый сигнал, преобразующийся в ряд цифровых значений, которые мы впоследствии будем называть «шаги» (или приращения). Количество таких шагов зависит от того, насколько хорош конвертор («двоичное число»). И это есть «2» в степени  $x$ , где  $x$  – двоичное число.

Так, например, рассмотрим датчик давления в диапазоне 0-35 бар, который предоставляет сигнал напряжения 0-10 Вольт, т.е. давление 3.5 мбар соответствуют сигналу в 1 мВ. Такое разрешение по напряжению достигается разделением шкалы напряжения на количество шагов (например, 10 Вольт = 10000 мВ). Это преобразовывается в разрешение по давлению посредством напряжения, измеренного в один шаг и умноженного на множитель, который соотносится с давлением и напряжением.

	16 бит	24 бит
Количество шагов	65 536	16 777 216
Разрешение сигнала по напряжению	0,15 мВ/шаг	0,0005 мВ/шаг
Разрешение сигнала по давлению	0,525 мбар/шаг	0,00175 мбар/шаг

Следует сказать, что **система в 24 бит обладает лучшим разрешением, поскольку она воспринимает наименьшие различные аналоговые сигналы, которые преобразовываются в величины давления**. В системе в 16 бит разные аналоговые сигналы преобразовываются в то же самое давление, что приводит к определенной ошибке в расчетах размеров поры.

# ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В порометрах POROLUX™ используется зарегистрированное программное обеспечение собственной разработки, прописанное в **LabVIEW**, и высокопроизводительная система программирования для получения данных и контроля над инструментом. Интуитивный выбор всех параметров анализа, при котором пользователь с легкостью может изменить настройки так, чтобы получить возможность дополнительного проникновения в структуру поры:

- **тип смачивающей жидкости**
- **начальное и конечное давление или минимальный и максимальный диаметр** (автоматическая конверсия, единицы: бар, фунт на квадратный дюйм, Паскаль)
- **скорость повышения давления**
- **количество точек измерения (максимум 400)**: улучшенное разрешение для распределения пор по размеру для большого количества образцов
- **диаметр и толщина пор**
- **коэффициент формы**

Анализ полученных данных включает в себя:

- исчерпывающие общие сведения про все соответствующие результаты и вводимые параметры
- графики мокрой, сухой и полусухой кривых
- графики суммарного потока и распределения пор по размеру
- изгиб кривой
- возможность преобразования в формат Excel, Word и pdf нажатием всего одной кнопки
- быстрое предоставление отчета в формате HTML посредством использования любого браузера.

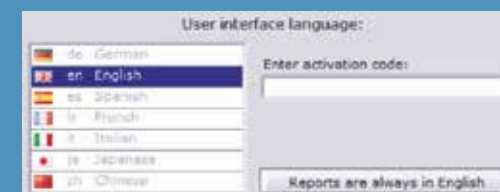
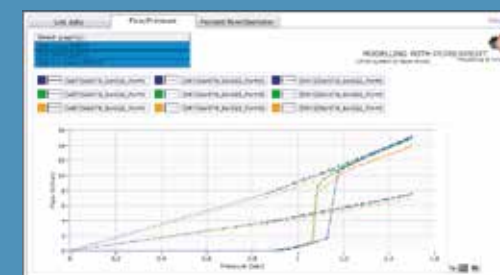
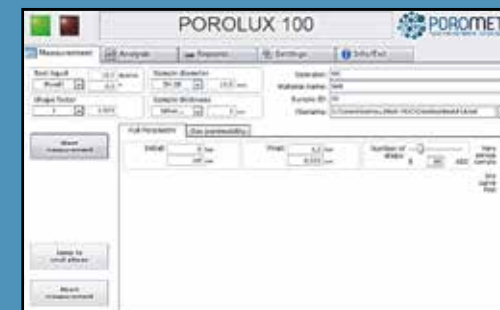
Интерфейс пользователя программного обеспечения POROLUX™ очень прост и удобен в использовании, а также многоязычен. Программное обеспечение доступно на английском, немецком, китайском, испанском, итальянском, японском, французском и русском языках.

## ПРОДВИНУТОЕ МЕНЮ РАЗЛИЧНЫХ ОПЦИЙ ОБЛЕГЧАЕТ ОБНАРУЖЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕРНЕТА

## ПОВСЕМЕСТНО ДОСТУПНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММИРУЕМОГО ИНТЕРФЕЙСА

POROLUX™ обладает собственным процессором и независимой системой поддержки выполнения программ (процесс измерения происходит независимо от Microsoft Windows), известное также как программный интерфейс или программируемое логическое управление.

Если в процессе измерения происходит сбой передачи данных, то измерение и накопление данных продолжается и после переподключения вашего компьютера. Программный интерфейс доставит данные прямо на ваш компьютер. Таким образом, в случае возникновения проблемы с процессором, неисправности компьютера никак не влияют на получение результатов.



# РАСЧЕТ И ИЗМЕРЕНИЕ МОМЕНТА ПОЯВЛЕНИЯ ПЕРВОГО ПУЗЫРЬКА

Одним из наиболее важных параметров, измеряемых прибором, является момент появления **первого пузырька**. Эта точка соответствует самым крупным порам, присутствующим в материале.

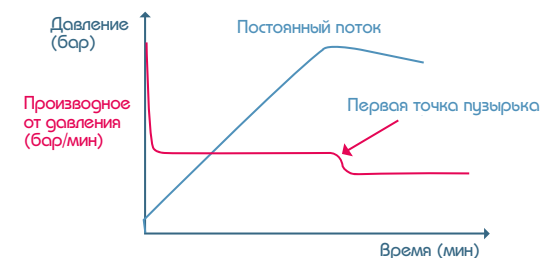
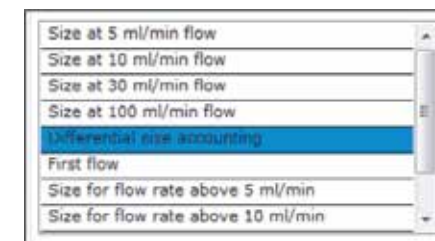
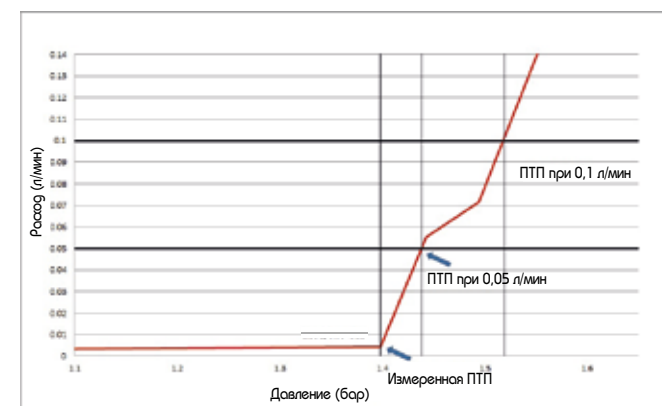
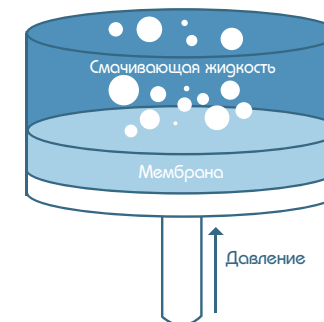
Стандарт F-316 Американского общества специалистов по испытаниям материалов устанавливает момент появления первого пузырька при давлении, при котором появляются первые продолжительные пузыри. Этот метод основывается на традиционном подходе размещения образца в условиях, при которых жидкость находится на поверхности. Сжатый газ прикладывается к образцу; давление постепенно увеличивается в течение длительного периода времени, и когда мы можем наблюдать непрерывный поток возрастающих пузырей на поверхности образца, предполагаем, что газовое давление достигло точки появления пузырька.

По этой причине момент появления первого пузырька может определяться при различных расходах газа, например, при 30, 50, 100 мл/мин. Таким образом, для определенного целевого расхода давление, необходимое для его достижения, используется для расчета величины поры с применением уравнения Юнга-Лапласа, о котором упоминалось ранее. По определению, **рассчитанная точка появления первого пузырька** всегда меньше, чем реальная, поэтому она не показывает реальное появление более крупных пор.

Существует множество критериев отбора давления для расчёта момента появления первого пузырька. Пользователь POROLUX™ имеет возможность выбора любого метода расчёта среди 7 возможных.

Существует другой, более точный подход для определения самой крупной поры - так называемый **метод измерения точки появления пузырька**.

Полностью смоченный образец внутри камеры для проб образует закрытую систему. Если мы увеличим давление на образец, применяя незначительный, постоянный поток газа, при том, что объем остается прежним, этот непрерывный поток приведет к линейному росту давления над образцом. В момент раскрытия первой самой крупной поры произойдет изменение в линейном увеличении давления. Это изменение может быть рассмотрено как реальный момент появления первого пузырька в материале и это давление используется с целью получения размера поры. Данный метод отличается прекрасной точностью и воспроизводимостью.





# КОМПЛЕКТЫ ПРИБОРОВ СКАНИРУЮЩЕГО ДАВЛЕНИЯ

Приборы POROLUX™ серии 100/100N/100FM и 500 являются газожидкостными порометрами, работа которых основывается на методе сканирующего давления, специально разработанном для мгновенного измерения сквозных пор в материалах, таких как фильтры, нетканые материалы, текстиль, бумага, мембраны, полые волокна и т.д.

## ДИАПАЗОН СКОРОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ И РАСХОДА ГАЗА

Компанией Porometer представлены приборы, которые работают в диапазоне давлений начиная от 1,5 бар (22 фунта на квадратный дюйм), такие как POROLUX™ 100NW, и которые работают с давлением 35 бар (500 фунтов на квадратный дюйм), POROLUX™ 500. Максимальный расход газа может составлять 100 или 200 л/мин, в зависимости от модели прибора. Для получения более подробной информации см. таблицу характеристик для каждой модели, представленную ниже.

## СЕРИЯ ПРИБОРОВ СКАНИРУЮЩЕГО ДАВЛЕНИЯ

КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ	POROLUX™ 200	POROLUX™ 100	POROLUX™ 100FM	POROLUX™ 500
Максимальное давление	7 бар/100 фунтов на кв. дюйм	1,5 бар/22 фунта на кв. дюйм	2,5 бара/36 фунтов на кв. дюйм	35 бар/500 фунтов на кв. дюйм
Минимальная пора <sup>1)</sup>	0,091 мкм	0,427 мкм	0,250 мкм	13 нм
Максимальная пора <sup>1)</sup>	500 мкм	500 мкм	500 мкм	500 мкм
Максимальный поток	200 л/мин	200 л/мин	200 л/мин	200 л/мин
Ячейки для образца	25 мм	25 мм	25 мм	25 мм
Датчики давления	8 бар	2 бара	3 бара	0,5-5-50 бар
Переключение датчиков давления	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Автоматически
Датчики потока	5-100 л/мин	10-200 л/мин	10-200 л/мин	10-200 л/мин
Переключение датчиков потока	Автоматич.	Автоматич.	Автоматич.	Автоматич.
Точность датчиков давления и потока	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%
Разрешение датчиков давления и потока	24 бита	24 бита	24 бита	24 бита
Вычисление появления первого пузырька	Да	Да	Да	Да
Измерение появления первого пузырька	Нет	Нет	Нет	нет

<sup>1)</sup> В зависимости от типа смачивающей жидкости

# КОМПЛЕКТЫ ПРИБОРОВ С ПОШАГОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИЕЙ ДАВЛЕНИЯ

Серия приборов **POROLUX™ 1000** охватывает линейку газожидкостных порометров для мгновенного измерения сквозных пор в пористых материалах, основанного на методе пошаговой стабилизации давления. Необходимое давление достигается путем соединения впускного клапана и специально разработанного игольчатого клапана, который впоследствии очень точно регулирует параметр. Датчики давления и потока будут принимать значение только тогда, когда алгоритмы повышения устойчивости, определенные пользователем, соответствуют как для давления, так и для потока. Таким образом, порометр POROLUX™ 1000 определяет открытие поры при определенном давлении и ожидает до тех пор, пока все поры того же самого диаметра не откроются полностью. Это дает возможность получить очень точные измерения размеров пор и позволяет рассчитать реальное распределение пор по размерам.

## ДИАПАЗОН СКОРОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ И РАСХОДА ГАЗА

Доступны три модели прибора, одна из которых оптимизирована для применения низкого давления до 8 бар (116 фунтов на кв. дюйм) и две другие модели, которые работают при давлении до 35 бар (500 фунтов на кв. дюйм). Максимальный расход газа, в зависимости от модели и назначения, может достигать 10, 100 или 200 л/мин. Для получения более подробной информации см. таблицу характеристик для каждой модели, представленную ниже.



## СЕРИЯ ПРИБОРОВ С ПОШАГОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИЕЙ ДАВЛЕНИЯ

КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ	POROLUX™ 1000	POROLUX™ 1000LP	POROLUX™ 1000LF
Максимальное давление	35 бар/500 фунтов на кв. дюйм	8 бар/116 фунтов на кв. дюйм	35 бар/500 фунтов на кв. дюйм
Минимальная пора <sup>1)</sup>	13 нм	80 нм	13 нм
Максимальная пора <sup>1)</sup>	500 мкм	500 мкм	500 мкм
Максимальный поток	200 л/мин	100 л/мин	10 л/мин
Ячейки для образца	13-25-47 мм	25 мм	13-25-47 мм
Датчики давления	5-50 бар	1-10 бар	5-50 бар
Переключение датчиков давления	Автоматически	Автоматически	Автоматически
Датчики потока	10-200 л/мин	5-100 л/мин	0,5-10 л/мин
Переключение датчиков потока	Автоматически	Автоматически	Автоматически
Точность датчиков давления и потока	0,05%	0,05%	0,05%
Разрешение датчиков давления и потока	24 бита	24 бита	24 бита
Регулятор момента появления первого пузырька	5-30 мл/мин	5-30 мл/мин	5-30 мл/мин
Вычисление появления первого пузырька	Да	Да	Да
Измерение появления первого пузырька	Да	Да	Да

<sup>1)</sup> В зависимости от типа смачивающей жидкости

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ПАРАМЕТР ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ (LQ 1000)

Это дополнительная функция для моделей 1000/1000LP и 1000LF POROLUX™, которая дает возможность автоматического измерения гидравлической проницаемости в совокупности с возможностью подключения к компьютеру весов Precisa ES 8200 C. Данный метод прост и удобен в использовании, очень точен и рекомендуется для применения в случае, если предусмотрено большое количество измерений гидравлической проницаемости. Пользователи, которые уже обладают базовой опцией гидравлической проницаемости, могут с легкостью усовершенствовать ее.

Данная опция измеряет поток жидкости через мембрану или фильтр при заданном давлении. Жидкость подается через резервуар, который сохраняет максимальное давление в 6 бар (модель POROLUX™ 1000 может сохранять еще более высокое давление, однако камера высокого давления ограничена до 6 бар/87 фунтов на кв. дюйм; в свободном доступе имеется также камера, которая удерживает давление в 10бар/145 фунтов на кв. дюйм).

Для проведения теста газожидкостной теплообменник заполняется жидкостью и подключается к модели POROLUX™ 1000 со стороны высокого давления, с помощью раздвижного шланга (см. рис.). На жидкостной стороне внешний фиксатор образца подсоединяется к резервуару, и отток происходит в стеклянную чашу.

Пользователь задает время, при котором будет сохраняться выбранное давление. В течение этого времени поток жидкости сквозь образец будет определен количеством жидкости, которая прошла через образец с учетом всего вышесказанного.

Эта дополнительная версия измерения гидравлической проницаемости включает в себя раздвижной шланг, резервуар для жидкости, сделанный из нержавеющей стали, весы (Precisa ES 8200 C), внешний держатель образца (25 мм) с отдельно стоящим столиком для его крепления, а также обновление программного обеспечения.

Преимущества:

- **отсутствие подвижных деталей.**
- **нет необходимости в настройке.**
- **точность не зависит от объема: весы обладают широким диапазоном измерений:**  
8200 г (8,2 л воды).
- **точность показаний весов до 0,1 г** или 0,1 мл.
- весы Precisa ES 8200 C **полностью автоматические.**



# ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДЕРЖАТЕЛИ ОБРАЗЦА

## ДЕРЖАТЕЛЬ ОБРАЗЦА ДЛЯ ПОЛЫХ ВОЛОКОН И ТРУБЧАТЫЙ ДЕРЖАТЕЛЬ

Специально разработанный держатель образца для полых волокон включает 5 уплотнительных колец. Характеристика распределения пор в волокнах и трубках требует относительно высокого давления, а сдерживающим фактором зачастую бывает давление разрыва полых волокон. Таким образом, необходимы меры безопасности.

Мы разработали держатель образца из нержавеющей стали, в котором одно или несколько полых волокон могут быть с легкостью склеены. Благодаря данному держателю образца, мы можем получить довольно надежные и воспроизводимые результаты.

- Давление может подаваться снаружи вовнутрь и наоборот.
- Максимальное давление: 35 бар\*.
- Включает в себя съемные резиновые уплотнители.
- Устойчивый к силикону и эпоксидному клею.
- Легко чистится.

\*Это максимально возможное давление, которому может противостоять держатель образца. Максимальное разрешенное давление в каждом отдельном эксперименте будет зависеть от механической прочности исследуемого материала.



## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДЕРЖАТЕЛЬ ДЛЯ ОБРАЗЦОВ, РАЗЛИЧНЫХ ПО ДИАМЕТРУ И ТОЛЩИНЕ

- Универсальный держатель образца с вставками для проб, диаметр которых составляет 5, 10, 20, 30 и 40 мм.
- Совместим с образцами, толщина которых доходит до 10 мм.
- Максимальное давление: 10 бар



## СПЕЦИАЛЬНЫЕ ДЕРЖАТЕЛИ И ДЕРЖАТЕЛИ БОЛЕЕ КРУПНОГО РАЗМЕРА (ПОД ЗАКАЗ)

Образцы с низкой плотностью пор должны иметь размер больше, чем стандартный, для получения надежных и стабильных результатов.

Кроме стандартных держателей образца, диаметр которых составляет 13, 25 и 47 мм, фирма POROMETER может разрабатывать специальные конструкции для образцов наподобие больших цилиндров, смонтированных фильтровых установок и т.д.

Для получения более детальной информации и цены связывайтесь с нами.

## ПЛОСКИЙ ДЕРЖАТЕЛЬ ОБРАЗЦА

Специальные детали и аксессуары для измерений доступны только для держателей образцов в 47 мм.

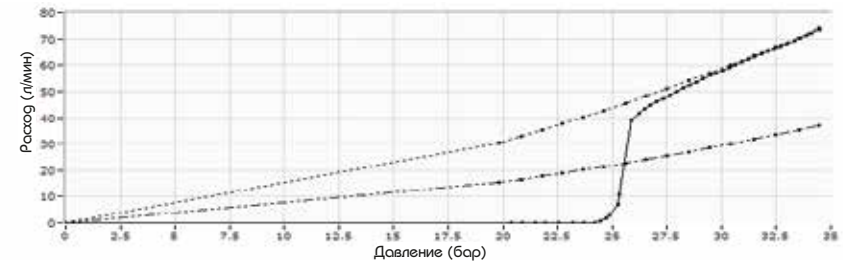


MADE IN GERMANY

# ПРИЛОЖЕНИЯ

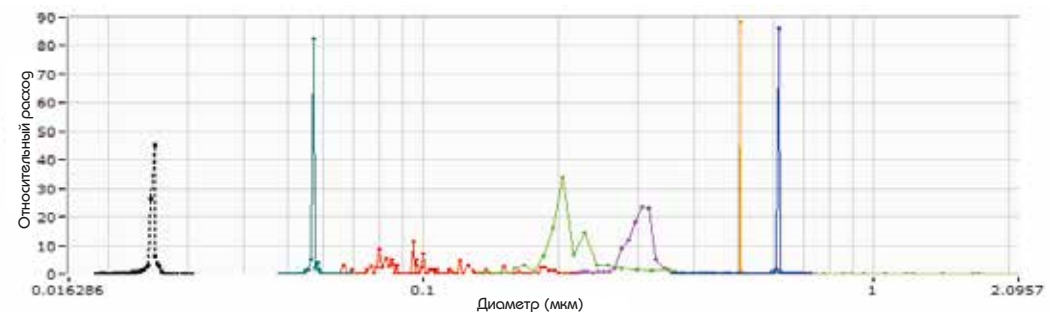
## МЕМБРАНЫ

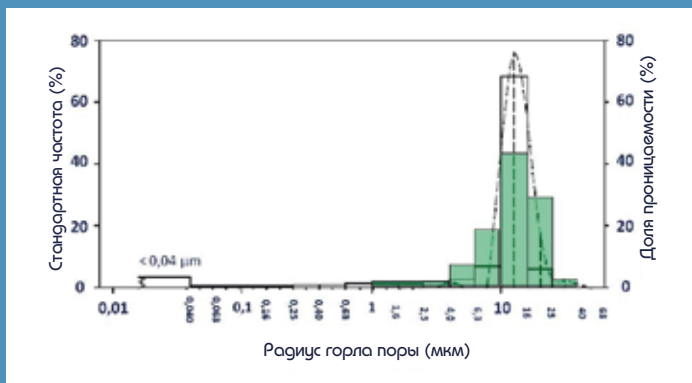
**Порометрия капиллярного потока** может применяться с целью получения характеристик полимерных и керамических мембран, предназначенных для выполнения задач микро- и ультрафльтрации. Размер пор в подобных материалах варьируется от 500 мкм до 15 нм. Плоские образцы, трубчатые и полые волокна могут измеряться при использовании соответствующего держателя. Данные справа показывают мокрую, сухую и полусухую кривые полного порометрического теста коммерческой полимерной мембраны, применяемой в оборудовании для обработки воды.



Различные виды мембран могут быть с легкостью измерены, начиная от материалов с очень узким диапазоном пор и заканчивая структурами с широким распределением пор по размерам.

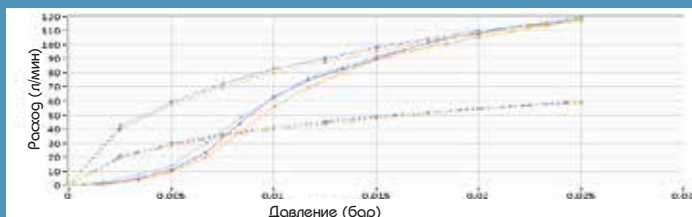
- Черный: плоский образец полисульфоновой мембраны для ультрафльтрации.
- Синий: плоский разделитель аккумуляторной батареи.
- Красный: пористая основа плоской полиакрилонитрильной мембраны для газоразделительных мембран.
- Зеленый: коммерческая полимерная мембрана из полых волокон.
- Лиловый: плоский поликарбонатный нуклеопорный фильтр.
- Желтый: плоская поликарбонатная коммерческая полимерная трековая мембрана.
- Голубой: плоская ацетатцеллюлозная коммерческая полимерная мембрана для микрофльтрации.
- Светло голубой: плоская коммерческая поливинилиденфторидная мембрана для мембранной дистилляции.





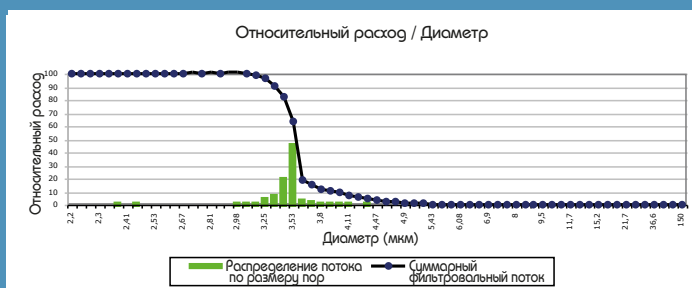
## ПОРИСТЫЕ ПОРОДЫ

Порометрия капиллярного потока оказалась экологически безвредной альтернативой ртутной порометрии. Она позволяет получать некоторые параметры и информацию с высокой точностью за одно измерение, сокращая время измерения от нескольких часов до минут. Доктор Халиш и сотрудники Лейбницкого института прикладной геофизики в Германии использовали модель POROLUX™ 1000 для измерения параметров меловых песчаников. Для сравнения, размеры поровых каналов, полученные в результате применения метода капиллярной порометрии (бесцветный) изображены графически вместе с данными, полученными в результате использования ртутной порометрии (зеленый). Результаты применения порометрии капиллярного потока показывают хорошую воспроизводимость, а явным преимуществом данного метода, по сравнению с методом ртутной порометрии, является использование нетоксичной смачивающей жидкости и более низкое давление, что допускает возможность повторного использования ценных образцов для дальнейших исследований.



## НЕТКАНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Модель POROLUX™ 100NW была специально разработана для получения характеристик материалов с крупными порами, таких как текстиль и нетканые материалы. Она была оптимизирована для обеспечения более высокой точности при низком давлении в широком диапазоне расхода. Результаты измерения мелтблауна, полученные при использовании порометра POROLUX™ 100NW, показаны слева. Три параллельных анализа для каждого образца были проведены с высокой степенью воспроизводимости. Округлая форма сухих кривых (линии, обозначенные пунктиром) является типичной для нетканых материалов. В общем, было показано, что порометрия капиллярного потока является незаменимым инструментом для изучения характеристик нетканых материалов.



## БУМАГА

Модель POROLUX™ 100NW была оптимизирована для работы с давлением в диапазоне 1-5 бар (0,64 мкм – 0,128 мкм) и специально предназначена для тестирования бумаги.

Различные виды бумаги (бумага для принтера, папиросная и т.д.) были протестированы с помощью порометра POROLUX™ 100NW. На графике слева показано типичное распределение пор по размерам на примере бумаги для принтера.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПРОГРАММНЫМ ПАКЕТОМ PoreXpert®

Пакет PoreXpert® - это всемирно известное программное обеспечение, предназначенное для моделирования и имитации пористых материалов. Данное программное обеспечение было разработано Университетом города Плимут (Великобритания). PoreXpert® открывает перед вами огромный новый мир виртуальной реальности для имитации фильтрационных характеристик, способности к смачиванию, проницаемости и геометрии пористых образцов.

## ПОРОМЕТРЫ, ОБЪЕДИНЕННЫЕ С POROLUX™

Программное обеспечение PoreXpert® было разработано вместе с порометрами **POROLUX™**. Любой материал, измеряемый порометром POROLUX™, может быть смоделирован с применением данного пакета. Пористость структуры является единственным необходимым дополнительным критерием.

Мы верим в уникальность и тесное взаимодействие между PoreXpert® и POROLUX™ для достижения **абсолютно интегрированного решения**. Мы рады помочь нашим потребителям найти наилучшие решения для исследования свойств фильтров или понять различное поведение пористых материалов.

Все порометры POROLUX™ оснащены бесплатной полугодовой **демонстрационной лицензией программного обеспечения PoreXpert®**.

## ПРИНЦИП РАБОТЫ PoreXpert®

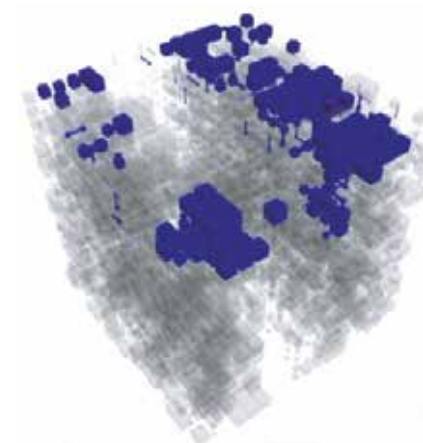
Начиная с картотеки данных POROLUX™, пакет PoreXpert® выполняет различные операции для получения многочисленных параметров, необходимых для описания образца. PoreXpert® создает единичную ячейку, которая воспроизводит пористый материал с трехмерной связанной сетью пустот. Если измерять материал с такой структурой с помощью порометра POROLUX™, это даст аналогичные результаты экспериментальных исследований.

Так, например, данное изображение показывает участок смачивания образца керамики с 20%-й пористостью и сетью взаимосвязанных каналов. Твердая фаза обозначена в виде прозрачной области, а участок смачивания получен после 20 миллисекунд контакта с жидкостью (изображено голубым).

Пакет PoreXpert® имитирует влияние процессов, происходящих в пористой структуре, на свойства материала, что делает PoreXpert® очень мощным инструментом, особенно для разработки и оптимизации фильтров и новых материалов в процессе исследовательской работы.

**Существует множество других доступных способов расчета** в зависимости от версии PoreXpert®. Тем не менее, все опции находятся в свободном для пользователей доступе, независимо от версии приложения их можно приобрести на серверах PoreXpert® Cloud или PoreXpert® Professional Cloud.

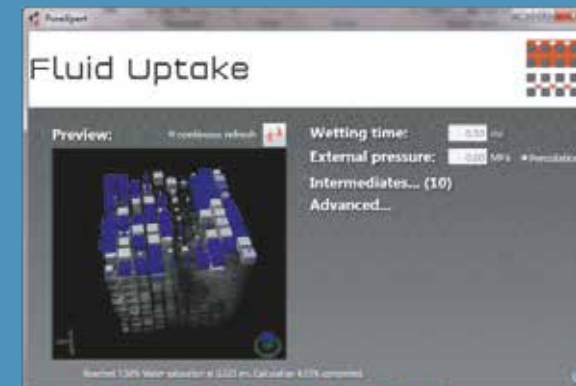
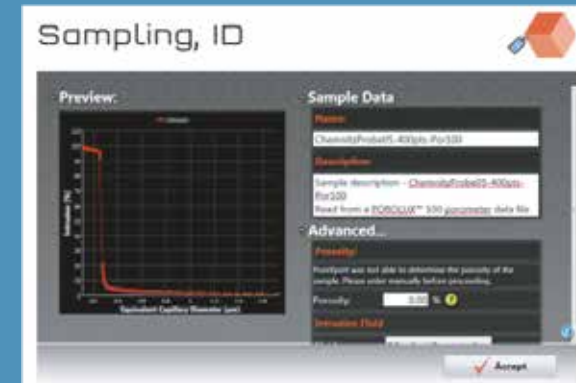
**Для получения дополнительной информации свяжитесь с нашими специалистами.**





## ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

- автоматический перенос картотеки данных порометра POROLUX™
- до 108 000 характеристик
  - кубическая структура 30\*30\*30
  - кубоидальная структура
- визуализация виртуальной реальности
  - капиллярный узел
  - трехмерная сеть пустот
- модификация
  - изменение параметров
  - удаление параметров
- фильтрация
  - визуализация
  - точные графики эффективности
- миграция жидкости
- поглощение жидкости
  - смачивание
  - не смачивание
- проницаемость
- кривизна
- теплопроводность
- распределение пор по размерам
  - по количеству
  - по объему
- микромиррование
- отчетность
  - формат PDF
  - электронная таблица
- серийное производство
  - параллельная обработка действий
- распределение контента
- база данных, которая может редактироваться пользователем
- бесплатная подсистема просмотра файлов (PoreXpert®) для мобильных телефонов и планшетов (на базе Андроид) и для системы Windows
- система поддержки, работающая в режиме онлайн
- интерфейс пользователя на немецком и итальянском языках



## НЕКОТОРЫЕ ИЗ НАШИХ ЗАКАЗЧИКОВ

---



AGFA 



Baxter

BRITA

Donaldson

Dräger



EATON  
Powering Business Worldwide

FLSMIDTH

FRESENIUS  
MEDICAL CARE

Fraunhofer  
ISE



Hengst  
FILTER

HYDROGENICS  
Advanced Hydrogen Solutions



Johnson & Johnson

JINHUI



SIAG

MAHLE

meet



PALL

pgi

P&G

Reicofil  
REIFENHÄUSER GRUPPE

ROKI  
ROKI TECHNO CO. LTD.

RWTHAACHEN  
UNIVERSITY



SAMSUNG

sartorius



stfi



University of Twente  
The Netherlands

USM  
UNIVERSITI  
SAINS  
MALAYSIA

vito





Begoniastraat 17  
9810 Eke  
Belgium  
[www.porometer.com](http://www.porometer.com)

tel: +32 (0)9 252 25 35  
fax: +32 (0)9 252 29 93  
e-mail: [info@porometer.com](mailto:info@porometer.com)  
for orders: [orders@porometer.com](mailto:orders@porometer.com)



лабораторное оборудование

Россия, 107392, г. Москва,  
ул. Просторная, 7  
[www.czl.ru](http://www.czl.ru)

Представительство POROMETER  
в России ООО "Промэнерголаб"

Тел.: +7 (495) 22-11-208  
8 (800) 23-41-208  
E-mail: [info@czl.ru](mailto:info@czl.ru)