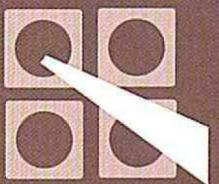


Рекомендации по работе с механическими и электронными дозаторами



АКАДЕМИЯ
дозирования

turning science *into solutions*

ООО «НеваРеактив»
191125 Санкт-Петербург
Капсюльное шоссе, д. 45
тел. (812) 355-40-65
факс: (812) 355-76-06
e-mail: office@nevreaktiv.spb.su
www.nevreaktiv.ru

Рекомендации по работе с механическими и электронными дозаторами.

Пособие предназначено для сотрудников клинико-диагностических, микробиологических, аналитических лабораторий, лабораторий ИФА, ПЦР и других, где необходимо точно дозировать жидкости.

Цель данного пособия – познакомить специалистов с современными дозаторами, их особенностями и показать наиболее распространенные ошибки, возникающие при работе с механическими и электронными дозаторами.

Редакция 2.0.

Невареактив

Невареактив

Оглавление

Предисловие	4
Типы и строение дозатора	5
Типы поршневых дозаторов	
Строение дозатора	6
Принцип работы механического поршневого дозатора	7
Подготовка к дозированию	7
Меры предосторожности.....	7
Техники дозирования механическими дозаторами.....	8
Прямое дозирование	8
Обратное дозирование	9
Режимы дозирования электронных дозаторов	10
Прямое дозирование	10
Обратное дозирование	10
Многоократное дозирование	11
Последовательное дозирование	11
Автоматическое дозирование	12
Разведение	12
Многоократный набор	13
Перемешивание	13
Титрование.....	13
Отслеживание заполнения.....	13
Факторы, влияющие на результат дозирования.....	14
Температура	15
Влажность воздуха	16
Атмосферное давление.....	16
Дозатор	17
Наконечник.....	17
Угол дозирования	18
Плотность жидкости	18
Сравнительный вклад различных факторов в общую погрешность результатов	20
Предотвращение контаминации	21
Защитные фильтры.....	22
Наконечники с фильтром	22
Дозаторы типа позитивного вытеснения.....	22
Автоклавирование	23
Механические дозаторы.....	23
Электронные дозаторы	24
Наконечники и штативы.....	24
Проверка и калибровка дозаторов	24
Проверка дозаторов	24
Профилактика и калибровка дозаторов	25
Самостоятельная проверка метрологических характеристик дозатора и его калибровка.....	25
Приложение 1: виды наконечников	28
Наконечники без фильтра.....	28
Наконечники с фильтром	28
Варианты упаковки наконечников	29
Приложение 2: выбор механического дозатора	31
Спецификации для заказа механических дозаторов	32
Приложение 3: выбор электронного дозатора	33
Спецификации для заказа электронных дозаторов	34
Сервис	35

Предисловие

Более 140 лет концерн Sartorius предлагает своим клиентам лучшие инновационные решения в таких областях, как фармацевтика, биофармацевтика, пищевая промышленность, медицина, лабораторное оборудование и т. д. В 2011 году бизнес дозирующих устройств компании Biohit стал частью концерна Sartorius.

Как эксперты с многолетним опытом в области дозирующих устройств мы рады предложить Вашему вниманию комплекс лекций «Академия дозирования», на которых опытные специалисты подробно совместно с лаборантами разбирают техники дозирования и источники ошибок, которые возникают при работе с дозаторами, а также подробно рассматривают влияние эргономичности и удобства дозаторов на качество работы и на здоровье пользователей. Это позволяет восполнить пробел в практических и теоретических знаниях лаборантов и, как отмечают сами слушатели, повысить качество их повседневной работы.

Многолетний опыт работы специалистов Sartorius по продуктам Biohitfamily подтверждает, что для получения постоянных и достоверных результатов в лаборатории недостаточно современного и надёжного оборудования. Для этого необходимо еще постоянное повышение опыта пользователей и внедрение системы и стандартов качества в лаборатории.

Команда компании ООО «Биохит», представляющая бизнес дозирующих устройств Sartorius в России и странах СНГ разработала данные методические рекомендации, объединив в них материалы презентаций «Pipetting Academy», исследовательских статей и международного стандарта ISO 8655. Мы надеемся, что наша работа будет для Вас полезной, и вместе мы сможем сделать еще один шаг вперёд для повышения качества лабораторных исследований. Мы всегда открыты для новых предложений и будем рады услышать ваши отзывы о нашей работе и о продуктах.

С уважением,
Красникова А.В.
генеральный директор
ООО «Биохит»

Типы и строение дозатора

Типы поршневых дозаторов

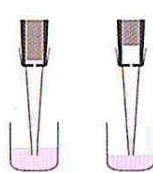
Согласно классификации по ISO 8655-2:2002 поршневые дозаторы могут быть:

- с фиксированным объемом дозирования (для дозирования номинального объема, например, 1000 мкл);
- с переменным объемом для дозирования объема, выбираемого пользователем из диапазона дозирования, например, между 10 и 100 мкл.

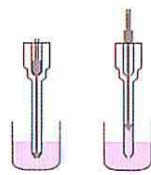
Существуют одноканальные и многоканальные модели дозаторов (чаще всего 8 или 12 каналов). В многоканальных поршневых дозаторах забор установленного объема жидкости происходит одновременно во всех каналах.

Дозатор может:

- либо содержать воздушное пространство между поршнем и поверхностью жидкости (принцип воздушного замещения – тип А, см. рис. 1);
- либо быть в прямом контакте с поверхностью жидкости при помощи дополнительного поршня в самом наконечнике (объемное или позитивное вытеснение – тип В, см. рис. 1).



Воздушное замещение (тип А)



Позитивное вытеснение (тип В)

Рис 1. Принципы дозирования (по ISO 8655-2:2002).

Строение дозатора

Строение современного механического и электронного дозатора показано на рисунке 2.

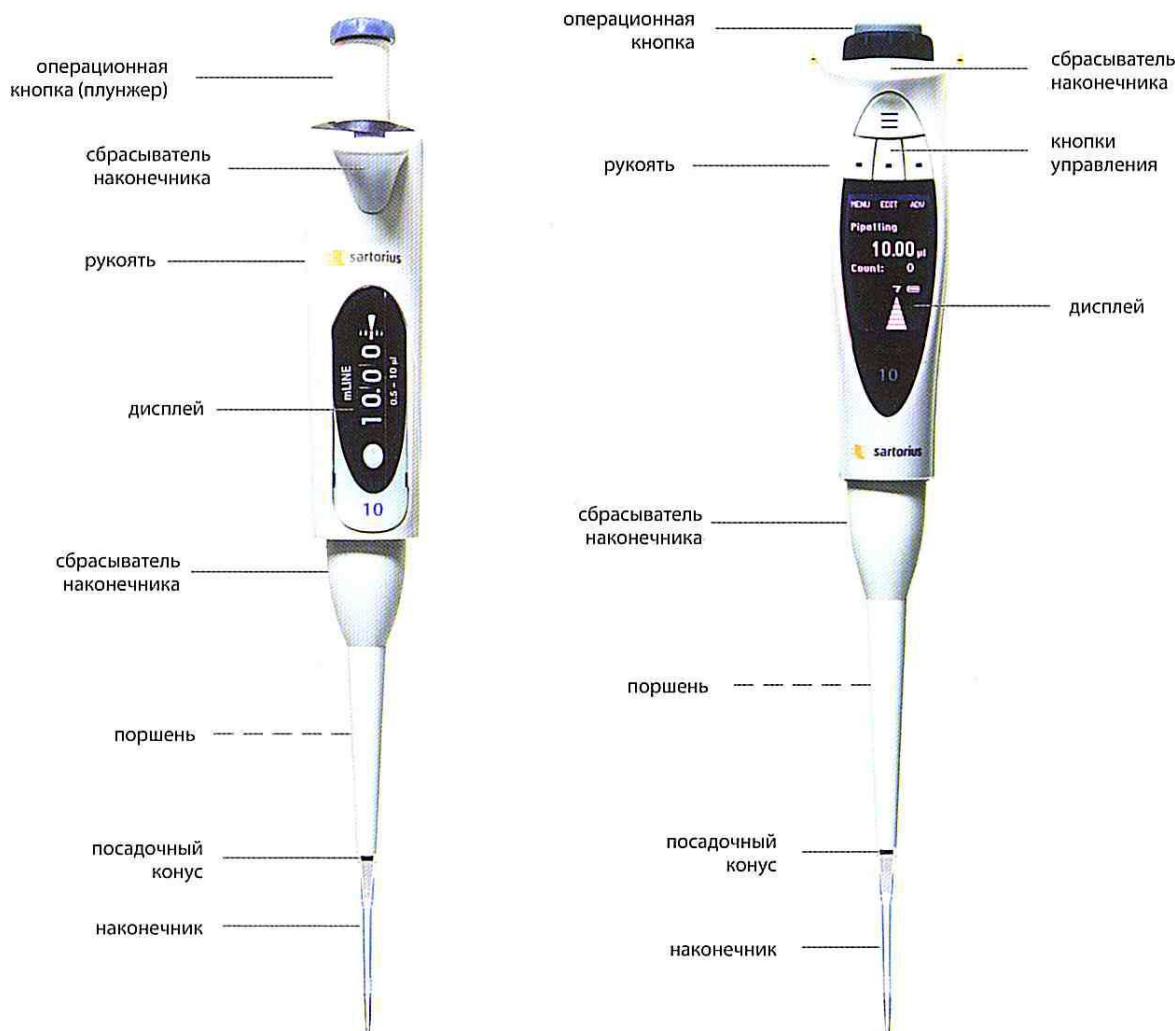


Рис. 2. Строение механического одноканального дозатора показано слева (на примере Sartorius mLINE), строение одноканального электронного дозатора – справа (на примере Sartorius Picus).

На дисплее дозаторов отображается выбранный объем дозирования, при этом в электронном дозаторе на дисплее дополнительно можно увидеть режим дозирования, скорость набора и выпуска жидкости, а также некоторые другие настройки.

Принцип работы механического поршневого дозатора

В современных поршневых дозаторах, работающих по принципу воздушного замещения, существуют 3 положения операционной кнопки: верхнее (начальная позиция), 1 упор и 2 упор (см. рис. 3).



Рис. 3. Положения операционной кнопки (плунжера) механического дозатора.

Чтобы произвести дозирование, необходимо:

1. Закрепить наконечник на посадочный конус дозатора.
2. Перед дозированием новый наконечник необходимо промыть 3-5 раз.
3. Опустить операционную кнопку до 1 упора.
4. Погрузить наконечник в жидкость на 2-3 мм. под углом 90 градусов.
5. Не вынимая наконечника из жидкости, плавно отпустить операционную кнопку. При этом происходит движение поршня вверх и набор жидкости. Дозатор в этот момент необходимо держать вертикально, неправильное расположение дозатора приводит к набору жидкости сверх установленного объема.
6. После набора жидкости выдержать паузу (не вынимать наконечник из жидкости, наблюдая не образовывается ли капля).
7. Объем дозируемой жидкости вытолкнуть из наконечника путем повторного нажатия операционной кнопки до 1 упора. Дозатор в этот момент необходимо держать под углом 30-45°, рекомендуется касаться внутренней стенки емкости. Дополнительное нажатие (до 2 упора) необходимо для выталкивания из наконечника капель жидкости, оставшихся после сброса основного объема.

Всегда плавно и равномерно нажимайте на плунжер.

Подготовка к дозированию

- Используйте наконечник, рекомендованный производителем.
- Дозатор должен иметь Свидетельство о поверке (калибровке) установленного образца.
- Температура дозатора, наконечника и дозируемой жидкости должна быть одинаковой.
- Меняйте наконечник после каждого цикла дозирования.
- Если дозируются инфекционные или радиоактивные среды, используйте наконечники с фильтрами, а также всегда используйте защитные фильтры для посадочного конуса дозатора, если они предусмотрены производителем дозатора.

Меры предосторожности

- Не оставляйте дозатор с жидкостью в наконечнике в горизонтальном положении, т.к. это может привести к попаданию жидкости внутрь дозатора.
- Когда дозаторы не используются, их следует размещать на специальных штативах и стойках для хранения. Электронные дозаторы следует размещать на зарядных стойках (подключенных к электросети).
- Страйтесь не ронять дозаторы, предотвращать их контакт с загрязненными или жирными поверхностями.
- Если конструкция дозатора предусматривает использование защитных фильтров, то проводите регулярно их замену (рекомендуется делать это после 50-250 циклов дозирования) и обязательно меняйте их при попадании жидкости в фильтр, при изменении цвета фильтра.
- При установке наконечника из штатива не прилагайте чрезмерных физических усилий, т. к. это может повредить дозатор.
- Избегайте воздействия на дозатор температурных колебаний (рабочая температура от +15°C до +40°C), влажности и пыли.
- Регулярно проводите сервисное обслуживание дозатора.

Техники дозирования механическим дозатором

Прямое дозирование

Самая распространенная техника дозирования. Данная техника рекомендована для водных растворов (жидкостей, по свойствам не сильно отличающимся от воды), для дозирования объемов более 10 мкл.

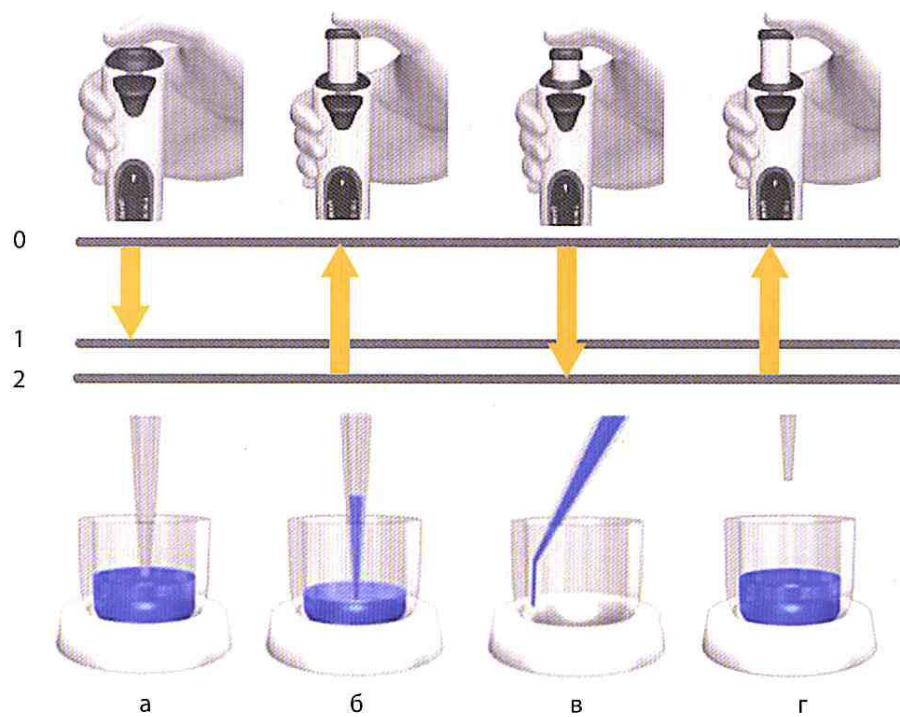


Рис. 4. Схема прямого дозирования.

1. Выставите на дисплее дозатора требуемый объем дозирования.
2. Установите наконечник на посадочный конус дозатора.
3. Нажмите на операционную кнопку до первого упора (см. рис. 4а). Опустите наконечник в жидкость на глубину 2-3 мм.
4. Плавно отпустите операционную кнопку (требуемый объем жидкости набрался в наконечнике) (см. рис. 4б).
5. Касаясь стенки сосуда наконечником, под углом 30-45 градусов медленно и плавно нажмите операционную кнопку до первого, а затем и до второго упора (произошло сбрасывание жидкости из наконечника) (см. рис. 4в).
6. Отпустите операционную кнопку, предварительно вынув наконечник из сосуда (см. рис. 4г). Дозирование окончено.

Обратное дозирование

Эта техника требует большей сосредоточенности и аккуратности. Рекомендована для дозирования жидкостей, отличающихся по своим свойствам от воды (вязкие, пеняющиеся, летучие растворы, жидкости с высоким поверхностным натяжением), для дозирования объемов менее 10 мкл.

1. Выставите на дисплее дозатора требуемый объем дозирования.
2. Установите наконечник на посадочный конус дозатора.
3. Нажмите на операционную кнопку до второго упора (см. рис. 5а). Опустите наконечник в жидкость на глубину 2-3 мм.
4. Плавно отпустите операционную кнопку (в наконечнике набирается требуемый объем + некоторый излишек) (см. рис. 5б).
5. Касаясь стенки сосуда наконечником, под углом 30-45 градусов медленно и плавно нажмите операционную кнопку до первого упора (происходит сбрасывание требуемого объема жидкости из наконечника) (см. рис. 5в). При этом в наконечнике остался излишек.
6. Излишек можно сбросить в приемную тару (см. рис. 5г) или продолжить дозирование: удерживая операционную кнопку на 1 упоре, поместите наконечник на 2-3 мм в жидкость, плавно отпустите кнопку, произведите сброс требуемого объема, нажав операционную кнопку до 1 упора; в наконечнике снова остался излишек и т.д.

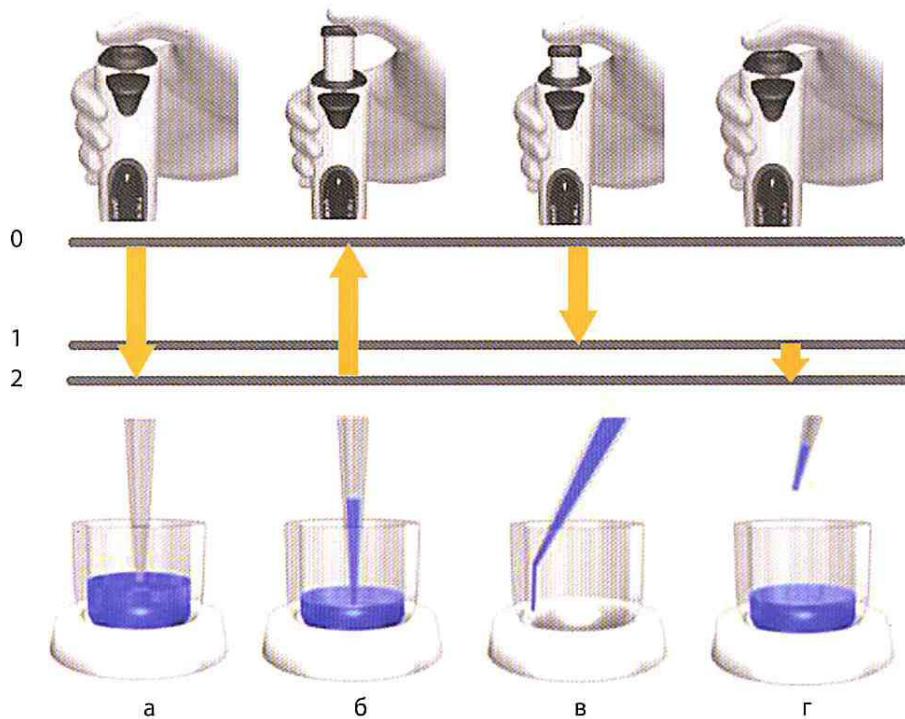


Рис. 5. Схема обратного дозирования.

Режимы дозирования электронных дозаторов

В электронных дозаторах движение поршня контролирует мотор, а не положение операционной кнопки, как в механических моделях. Поэтому режимов дозирования может быть существенно больше. Основные из них представлены ниже.

Прямое дозирование

Дозирование с автоматической продувкой наконечника (см. рис. 6). В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (P). Возможно использование данного режима с последующим перемешиванием.

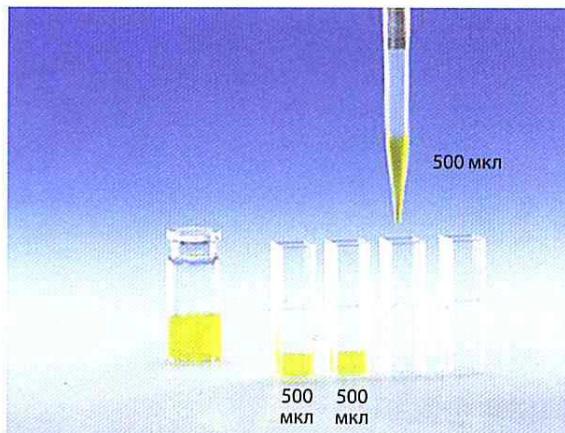


Рис. 6. Прямое дозирование 500 мкл жидкости в кюветы.

Обратное дозирование

Обеспечивает наилучшие результаты при работе с вязкими и пенящимися жидкостями. При этом в наконечник набирается объем жидкости, несколько больше выбранного, после чего происходит дозирование нужного объема (см. рис. 7). Погрешность, связанная с образованием пены или мениска, нивелируется образованием в наконечнике остаточного объема жидкости (излишка). В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (rP).

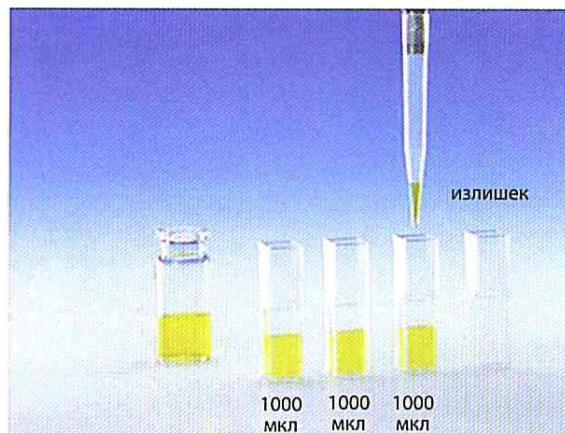


Рис. 7. Обратное дозирование 1000 мкл жидкости в кюветы.

Многократное дозирование

Быстрое дозирование равных по объему доз (см. рис. 8). В наконечник набирается суммарный объем жидкости, а затем происходит последовательный сброс равных объемов. Объем и число оставшихся доз дозирования демонстрируется на дисплее. В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (d).

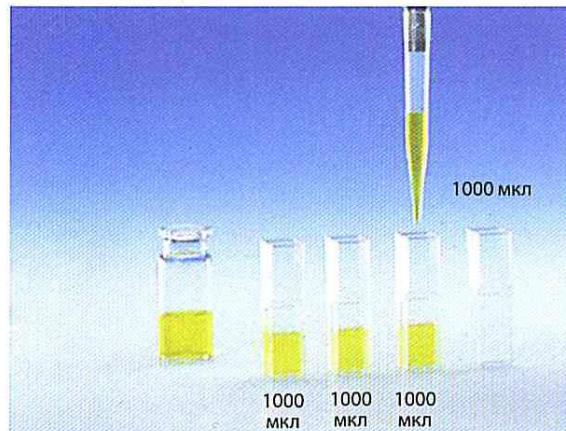


Рис. 8. Многократное дозирование 1000 мкл жидкости в кюветы.

Последовательное дозирование

В данном режиме дозирование различных объемов может выполняться в любой заданной последовательности, с увеличением или уменьшением объема, после однократного набора суммарного объема жидкости. (см. рис. 9). В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (Sd).

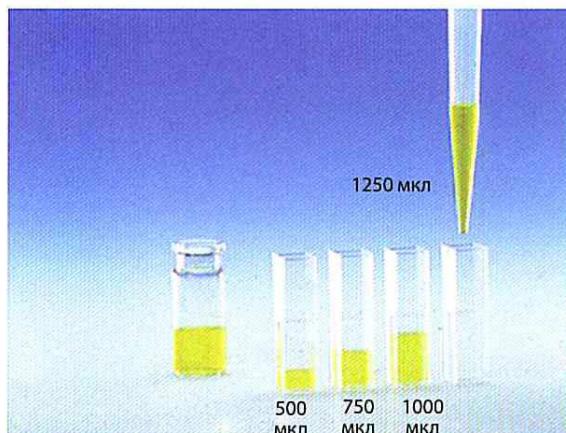


Рис. 9. Последовательное дозирование 500, 750, 1000 и 1250 мкл жидкости в кюветы.

Автоматическое дозирование

Этот режим схож с режимом многократного дозирования, но имеет дополнительное преимущество тем, что сброс доз происходит автоматически, с заданными интервалами времени, без дополнительного нажатия на операционную кнопку (см. рис. 10). В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (Ad).

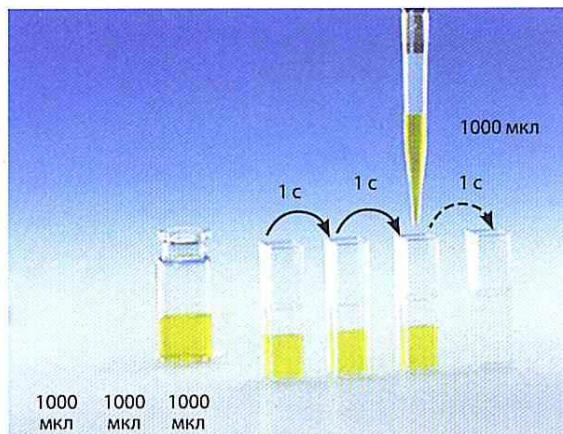


Рис. 10. Автоматическое дозирование 1000 мкл жидкости в кюветы с интервалом в 1 секунду.

Разведение

Две разные жидкости, отделенные воздушной «прослойкой», сбрасываются вместе в виде готового раствора (см. рис. 11). В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (dd).

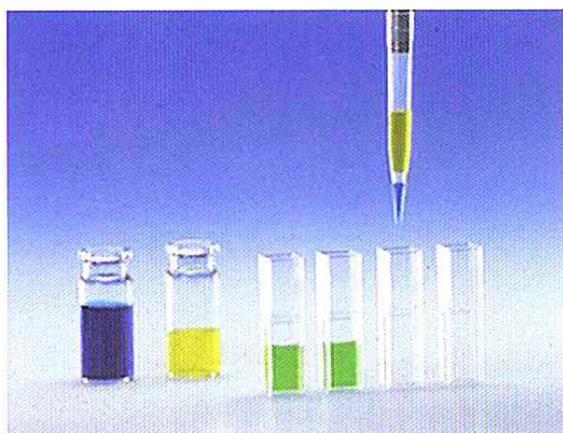


Рис. 11. Последовательный набор жидкостей в 1 наконечник без смешивания.

Многократный набор

Используется как метод промывки планшет. Выбирается объем и количество наборов жидкости и жидкость последовательно забирается и затем происходит сброс суммарного объема (см. рис. 12). В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (SA).

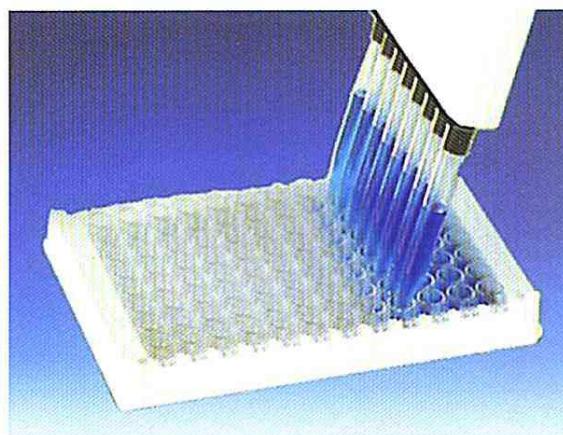


Рис. 12. Многократный набор жидкости из лунок планшета.

Перемешивание

Поршень автоматически двигается вверх-вниз, чтобы перемешивать жидкость (см. рис. 13). Время перемешивания контролируется нажатием на операционную кнопку. В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (*) или (Mixing).



Рис. 13. Перемешивание жидкостей.

Используется как дополнение для режимов «прямое дозирование» и «разведение».

Титрование

В режиме титрования дозатор автоматически производит забор указанного объема. Дозирование контролируется пользователем вручную.

Режим титрования осуществляет титрование нужного объема. После дозирования аликовты в режиме титрования дозирование продолжается вручную.

Отслеживание заполнения

Функция отслеживания заполнения представляет собой полезную функцию для дозирования на микропланшет и является уникальной функцией дозаторов Picus.

Для одноканальных дозаторов:

Предоставляется выбор микропланшета (96 или 384-луночный планшет) и если дозирование производится рядами или столбцами, то первое дозирование отображается на экране (см. рис. 14):

Ряды: A1 - A2 - A3... B1 - B2 - B3... C1 - C2 - C3...

Столбцы: 1A - 1B - 1C. 2A - 2B - 2C... 3A - 3B - 3C...

Первое место дозирования может быть выбрано произвольно.

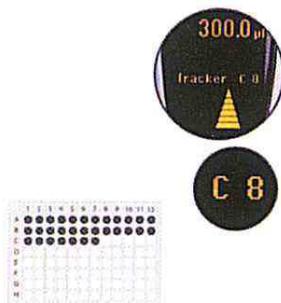


Рис. 14. Дисплей дозатора Picus в режиме титрования.

Для 8-канальных дозаторов:

Предоставляется выбор микропланшета (96 или 384-луночный планшет). Дозирование может производить столбцами..

Счетчик (Дозирование, Обратное дозирование): Счетчик циклов подсчитывает до 99 циклов дозирования. Отсчет можно начать с любого числа до 99.

Факторы, влияющие на результат дозирования

Этот раздел является выдержкой из статьи Sari Mannonen, Tapani Tiusanen, и Osmo Suovaniemi «Major sources of error of air displacement pipettors» и материалов «Академии Дозирования». Он посвящен рассмотрению различных типов ошибок, возникающих при использовании дозаторов с воздушным замещением в стандартных условиях обычной лаборатории, а также выявлению причин низкой воспроизводимости получаемых результатов.

Одно- и многоканальные поршневые дозаторы с регулируемым объемом дозирования были разработаны в конце 1960-х годов и впервые выпущены в начале 1970-х годов компанией «Finnpipette Osmo A. Suovaniemi». Технические решения, тип конструкции таких дозаторов защищены международными патентами США 3855868, 4058370 и 4215092.

В настоящее время ведущие компании, конструирующие и выпускающие дозаторы и наконечники к ним, тестируют свою продукцию с помощью стандартизованных процедур проверки качества. Перед доставкой покупателю осуществляется калибровка дозаторов для обеспечения параметров дозирования, заявленных производителем. Калибровка производится в постоянных регулируемых атмосферных условиях с использованием в качестве дозируемой жидкости очищенной воды (дистиллированной или деионизированной). Дозатор калибруется в виде единой системы, состоящей из собственно самого дозатора и наконечника, при этом процедура калибровки тщательно регламентирована и проводится опытным специалистом.

В практических лабораториях дозатор, как правило, используется в нестандартных условиях. Вода в качестве дозируемой жидкости используется достаточно редко. Правильная технология работы дозатором выдерживается не всегда: к сожалению, очень часто используются не те наконечники, которые рекомендовал производитель. Значительная ошибка в конечном результате работы неизбежна, когда при дозировании имеют место еще и такие возможные источники ошибок, как неверный угол наклона дозатора, ритм

и скорость дозирования, пренебрежение предварительным смачиванием наконечника, разница температуры между дозируемой жидкостью, наконечником и дозатором. Дополнительную ошибку может привносить напряжение кисти руки, обусловленное продолжительной ручной работой.

Важно оценить и снизить вероятность систематических и случайных ошибок при ручном дозировании жидкости.

Температура

На результаты работы дозаторов заметное влияние может оказывать температура окружающей среды. Это особенно проявляется в тех случаях, когда температуры дозатора, наконечника и дозируемой жидкости значительно различаются. В приведенной ниже формуле, газовые законы описывают работу дозаторов, работа которых основана на принципе воздушного замещения, с использованием типичной двухкамерной модели:

$$\Delta V = (1 - T_p/T_t)V$$

где ΔV – разница в объемах воздуха, измененного в результате смещения поршня, и жидкости в наконечнике;

T_p – абсолютная температура газа внутри дозатора (в Кельвинах);

T_t – абсолютная температура газа внутри наконечника (в Кельвинах);

V – установленный объем аспирации жидкости.

Необходимо отметить, что эта формула не учитывает влияние гидростатического давления на дозирование.

Как видно из приведенного уравнения, ошибка при дозировании пропорциональна температуре. При изменении температуры жидкости на 10°C ошибка может составить 3%, причем погрешность дозирования нарастает постепенно, достигая максимальной величины через несколько последовательных циклов дозирования. На величину ошибки влияют также установленный объем дозирования, непрерывное время работы с дозатором и конструкция рукояти дозатора. Здесь определяющим фактором является теплоизоляция корпуса дозатора и влияние тепла ладони оператора на сам дозатор.

Особого внимания заслуживает дозирование холодных растворов, например, ферментов, которые нестабильны при комнатной температуре, поэтому при работе нередко хранятся в ледяной бане. Кроме того, сотрудники лабораторий часто, взяв жидкости из морозильной камеры, сразу же приступают к их дозированию, не проводя предварительное термостатирование.

Показателен пример дозирования при комнатной температуре воды, имеющей температуру $+5^{\circ}\text{C}$. При объеме дозирования 1000 мкл, выставленном на дозаторе, реальный объем аспирированной воды составил 940 мкл (см. рис. 15). Ошибка при дозировании 6% весьма значительна и должна учитываться при работе в лаборатории.

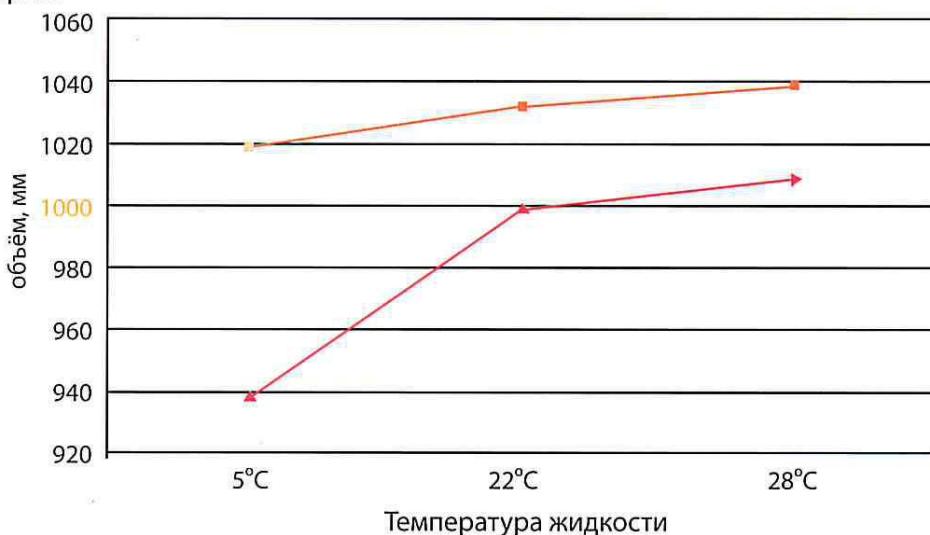


Рис. 15. Зависимость аспирированного объема жидкости от температуры. На дозаторе был выставлен объем 1000 мкл. Желтыми квадратами обозначены значения аспирированного объема жидкости при температуре дозатора 22°C , красными треугольниками – при температуре дозатора 5°C .

Работа с холодными жидкостями осложняется тем, что их температура во время нахождения в помещении постепенно выравнивается комнатной температурой, что способствует уменьшению ошибки. В то же время дозатор при заборе холодной жидкости постепенно остывает, что ведет к увеличению погрешности дозирования. Под влиянием всех этих факторов вносится несистематическая ошибка в результаты дозирования, что негативно влияет на точность и воспроизведимость. Поэтому обычно, перед тем как начать дозирование рекомендуется холодную жидкость нагреть до комнатной температуры. Когда это невозможно, абсолютную ошибку дозирования иногда корректируют, установив на дозаторе больший объем. Однако такая корректировка далеко не всегда приводит к положительному результату, поскольку, как указывалось выше, влияние температуры при дозировании холодных жидкостей динамично.

Сравнительно точных результатов при дозировании холодных жидкостей можно добиться, если применять следующие рекомендации:

- предварительно не промывать наконечник;
- менять наконечник после каждого дозирования.

Если температура дозируемой жидкости ниже комнатной, при которой находится дозатор, то предварительное ополаскивание наконечника снижает температуру внутри его, что приводит к уменьшению объема аспирированной жидкости согласно газовым законам физики. Ошибка дозирования, связанная с предварительным ополаскиванием наконечника, в данном случае может стать доминирующей. При многократном использовании наконечника воздух внутри наконечника становится холодней после каждого цикла дозирования. Соответственно, уменьшается и объем аспирированной жидкости. Если наконечник используется только один раз, воздух внутри наконечника и дозатора сохраняет комнатную температуру и результат работы получается более точным. Следует также отметить, что нельзя использовать без предварительного нагревания до температуры дозатора наконечники, которые хранились в холодильнике.

Влажность воздуха

При понижении относительной влажности воздуха ниже уровня 35% (такое бывает в т. ч. при включении кондиционера в помещении) испарение жидкости усиливается в разы. Интенсивное испарение может вызвать достаточно серьезную погрешность в результатах, особенно, если речь идет о дозировании малых объемов.

Атмосферное давление

В дозаторе, работающем по принципу воздушного замещения, при заборе жидкости происходит изменение давления внутри наконечника за счет перемещения поршня. Под действием атмосферного давления наконечник, наполняется жидкостью до момента, когда гидростатическое давление столбика жидкости уравнивается с атмосферным давлением. Объем вытесненного поршнем воздуха больше объема аспирированной в наконечник жидкости, что обусловлено ее гидростатическим давлением, которое прямо пропорционально высоте столбика жидкости. Если принять, что атмосферное давление намного превышает гидростатическое давление столбика жидкости, то разница в объемах воздуха и жидкости в наконечнике может быть выражена формулой:

$$\Delta V = (V_a - V_l) V_0 \rho g h / P_0 \quad (\text{см. рис. 16}).$$

где ΔV – разница в объемах воздуха, измененного в результате смещения поршня, и жидкости в наконечнике;

V_a – объем воздуха, изменившийся в результате смещения поршня;

V_l – объем жидкости в наконечнике;

V_0 – объем воздуха внутри дозатора и наконечника (мертвое воздушное пространство);

ρ – плотность жидкости;

g – гравитационная постоянная;

h – высота столбика жидкости в наконечнике;

P_0 – величина атмосферного давления.

При конструировании дозатора и его калибровке производитель стремится минимизировать величину ΔV путем максимального уменьшения объема мертвого воздушного пространства внутри дозатора. Однако если один или несколько параметров, приведенных в формуле, изменяются после изготовления дозатора или после проведения его калибровки, то точность его работы будет нарушена и выявить значимость ошибки будет сложно.

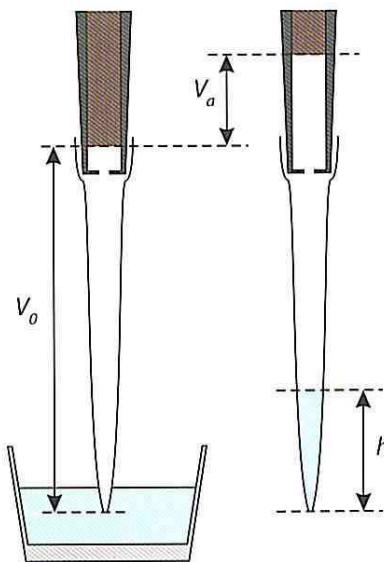


Рис. 16. Набор жидкости в поршневом дозаторе, работающем по принципу воздушного замещения.

Дозатор

Качество дозатора, а также его состояние могут сильно повлиять на результаты дозирования. Так, залипание поршня, тугой сброс наконечника – часто являются следствием загрязнения дозатора. В многоканальных моделях забор жидкости может происходить неравномерно. Дозатор может быть негерметичным и в таком случае при наборе жидкости она будет самопроизвольно капать из наконечника без нажатия на операционную кнопку.

Если это предусмотрено производителем, устанавливайте защитные фильтры в посадочный конус дозатора. Такие фильтры служат очень хорошим барьером как для жидкостной, так и для аэрозольной контаминации.

Наконечник

Соотношение между высотой и объемом жидкости, находящейся в наконечнике, не линейно, поскольку наконечник имеет коническую форму. Это требует проведения нелинейной калибровки, которую в механических дозаторах трудно корректировать. Если в работе с дозатором применяется наконечник, в котором зависимость объема жидкости от высоты столбика иная, чем в наконечнике, который использовался при калибровке, то это может привести к ошибкам дозирования порядка 1%, особенно при дозировании малых объемов жидкостей.

Имеет значение не только форма, но и объем наконечника. Если при калибровке и последующей работе используются наконечники, различающиеся номинальными объемами, то объем мертвого воздушного пространства V_0 у них будет разным. Наконечник с большим номинальным объемом, имеющий более высокие значения как V_0 , так и ($V_a - V_1$), аспирирует меньший объем жидкости. И наоборот, если в лаборатории используется наконечник меньшего объема, чем наконечник, который использовался при калибровке производителем или сервисным центром, то реальный объем аспирированной жидкости может быть больше (поскольку калибровка проводилась с большим значением V_0). Все это представляет немалую проблему при использовании вытянутых наконечников, в которых длина наконечника (высота столбика жидкости) значительно отличается от длины стандартного наконечника, с помощью которого обычно и производится калибровка.

Кроме того, важным фактором является качество формовки наконечника. Так при использовании на производстве отработанных пресс-форм или форм, близких к истечению срока годности, а также при использовании вторичного полипропилена, в наконечнике можно наблюдать огехи прессовки (см. рис. 17). Рисунок взят из статьи Sari Mannonen и Ville Hintikka «Poorly selected pipettor tips can cause major error to pipetting accuracy».

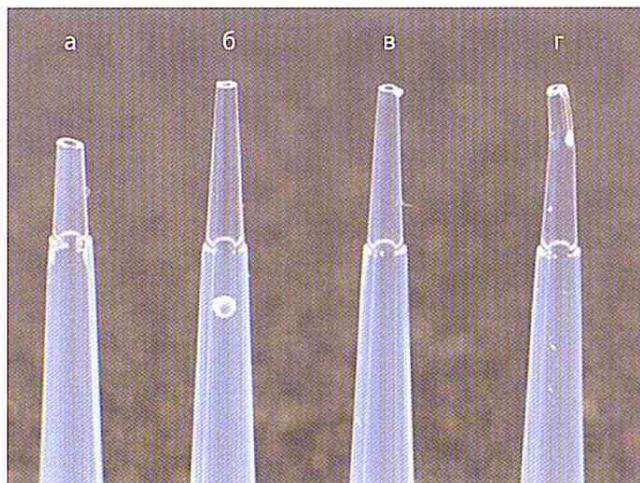


Рис. 17. Наконечники под увеличением. Видно изменение размера наконечника (а), пузырек воздуха в стенке (б), искривление формы наконечника (г) и неспрессованные волокна (а, в и г).

Необходимо также следить за плотностью прилегания наконечника к посадочному конусу (при правильной посадке образуется «притертное кольцо»). Недостаточно плотное прилегание наконечника к дозатору может привести к подсосу воздуха и, как следствие, к резкому увеличению погрешности измерений. В отдельных случаях наблюдается самопроизвольный сброс наконечников через несколько циклов дозирования.

Наоборот, слишком плотное надевание наконечников будет означать трудности при сбросе. Это может также привести к механическому повреждению посадочного конуса дозатора.

Угол дозирования

Регламентированная калибровка дозатора производится при его вертикальном положении. Во время работы, особенно при заборе исследуемой пробы, дозатор часто наклоняют. Это приводит к забору большего, чем нужно, объема жидкости, поскольку в наклонном положении гидростатическое давление столба жидкости снижается. Так, дозатор, калибранный на 1000 мкл при вертикальном положении, при наклоне на 45° будет забирать 1005 мкл. На практике угол наклона дозатора не постоянен и разница в дозировании может быть еще больше. Хотя угол наклона дозатора может привносить небольшую ошибку дозирования, при наличии других систематических ошибок результирующая точность дозирования может снизиться значительно.

Плотность жидкости

Если плотность дозируемой жидкости больше плотности очищенной воды, то объем аспираата в наконечнике будет несколько меньше. Например, если аспирируется 1000 мкл жидкости с плотностью 1,2 кг/м³, то ошибка дозирования может составить 1 мкл (0,1%).

Плотность, в сущности, является функцией от абсолютной температуры, однако изменение плотности в зависимости от температуры не приводит к существенной ошибке дозирования. Например, повышение температуры воды на 10°C уменьшает ее плотность настолько незначительно, что ошибка дозирования составляет около 0,01%. Если жидкость очень вязкая, летучая или имеет высокое поверхностное натяжение, то точность ее дозирования в большей степени зависит от техники дозирования (см. рис. 18 и 19). Рекомендуется использовать технику обратного дозирования при использовании механического поршневого дозатора. Самые точные результаты получаются, если выбрать режим многократного дозирования электронного дозатора или воспользоваться дозатором, работающим по принципу позитивного вытеснения (степпер).

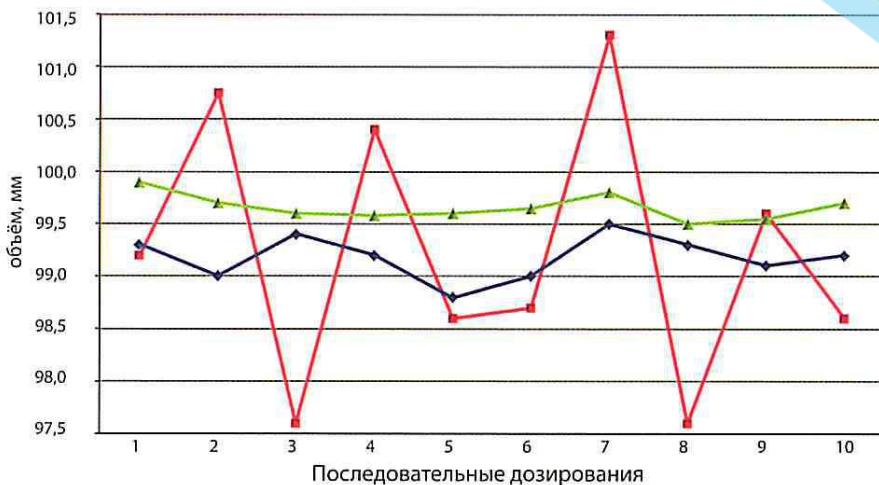


Рис. 18. Зависимость аспирированного объема вязкой жидкости от техники дозирования. На дозаторе был выставлен объем 100 мкл. Красными квадратами обозначены значения реального объема жидкости при использовании техники прямого дозирования, синими ромбами – при обратном дозировании. Зеленые треугольники – многократное дозирование электронным дозатором или дозирование степпером.

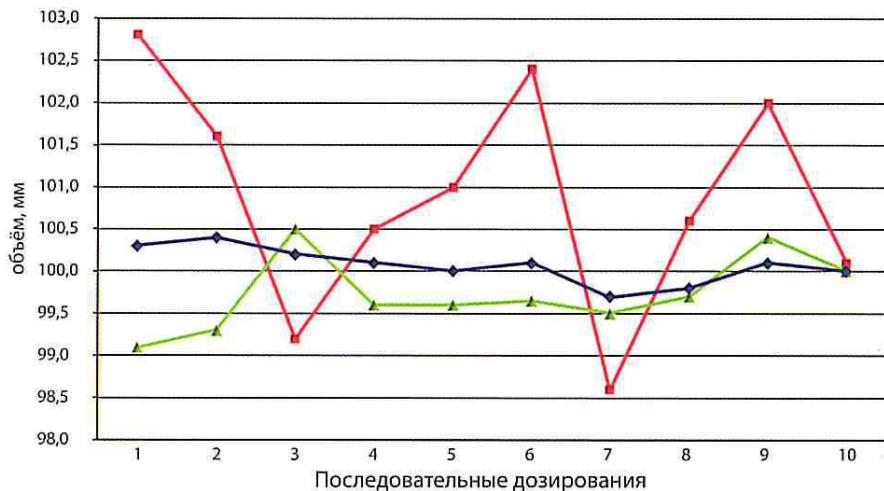


Рис. 19. Зависимость аспирированного объема пенящейся жидкости от техники дозирования. На дозаторе был выставлен объем 100 мкл. Красными квадратами обозначены значения реального объема жидкости при использовании техники прямого дозирования, синими ромбами – при обратном дозировании. Зеленые треугольники – многократное дозирование электронным дозатором или дозирование степпером.

В целом, для минимизации ошибок дозирования, которые могут возникнуть в результате действия гидростатического давления, рекомендуется следующее:

1. Применять те наконечники, которые были использованы при калибровке дозатора (наконечники производителя). Если это невозможно, то использовать наконечники из числа рекомендованных производителем (многие фирмы-производители дают перечень наконечников, которые были протестированы и соответствуют показателям выпускаемого ими дозатора). При необходимости использовать вытянутые наконечники рекомендуется предварительно провести пробное дозирование и оценить его точность.
2. При заборе материала держать дозатор в вертикальном положении, его наклон при аспирации может привести к забору большего, чем нужно, объема жидкости. Не погружайте наконечник в дозируемую жидкость более чем на 2–3 мм, поскольку часть жидкости, находящаяся на его внешней поверхности, попадая в пробирку или лунку планшета при внесении материала, приводит к ошибке дозирования.
3. Использовать технику обратного дозирования для нивелирования погрешности при дозировании вязких и пенящихся растворов.

Соблюдение данных рекомендаций не всегда гарантирует получение правильных результатов, так как на точность дозирования в значительной степени влияют и другие факторы. Однако, лаборатории, выполняющие эти рекомендации, как правило, достигают лучших результатов.

Сравнительный вклад различных факторов в общую погрешность результатов

На фабрике производителя для соответствия всех дозаторов заявленному номинальному объему дозирования проводят их испытания и калибровку, используя для этого дистиллированную воду при комнатной температуре (22°C). Эти операции проводит опытный сотрудник, выполняющий по тысяче дозирований в день. В лабораторной практике часто дело обстоит по иному: изменяются факторы окружающей среды, дозируемые растворы имеют различный состав и физико-химические свойства, используются различные технологии дозирования, сотрудники лабораторий имеют разный опыт работы и профессиональные навыки. Поэтому результаты дозирования могут значительно варьироваться. Конечно, нужно быть уверенным, что дозатор работает исправно и правильным образом обслуживается, однако не менее важно периодически проверять, насколько правильно он используется и калибруется. Невозможно переоценить и важность использования соответствующего типа наконечника. Но самое главное — знать о вероятных ошибках дозирования и предотвращать их, а если это невозможно, максимально их корректировать для получения точного результата.

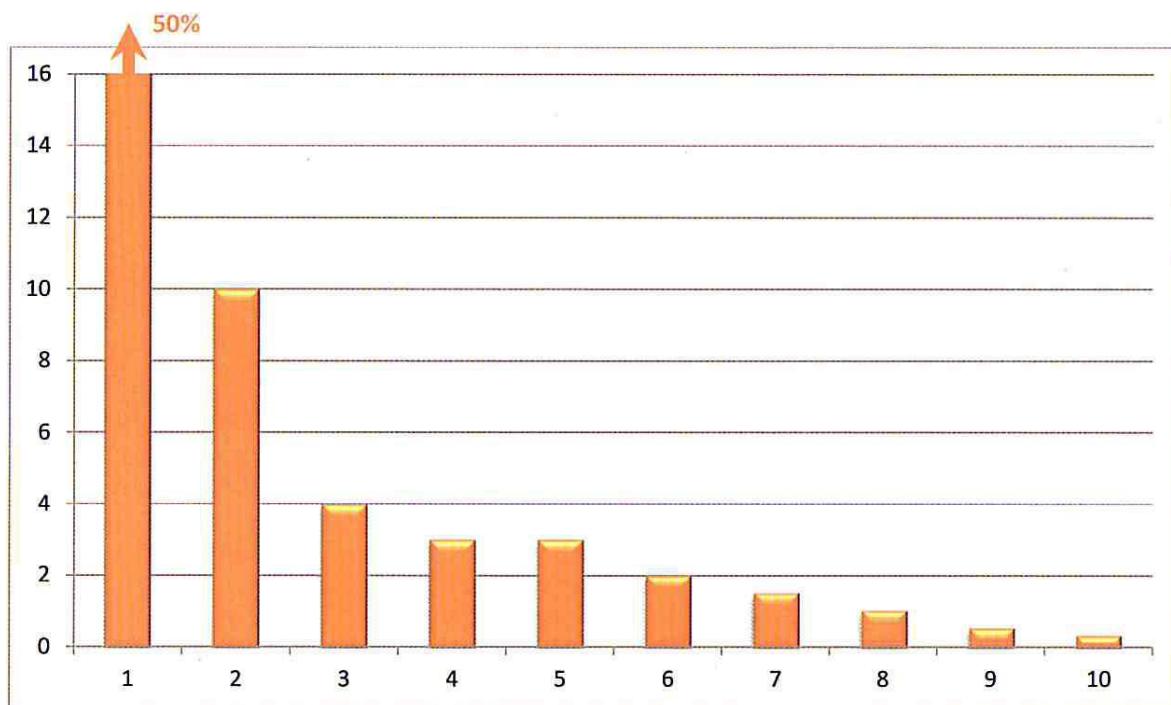


Рис. 20. Влияние различных факторов на погрешность измерений (в процентах) согласно данным ISO 8655-2:2002:

1. неисправный поршень или поршневая система в сборе;
2. неподходящий наконечник;
3. повторное использование наконечника;
4. разница во влажности;
5. оператор не коснулся стенки сосуда при сбросе жидкости;
6. нет предварительного промывания наконечника;
7. неравные интервалы между дозированиями, различная скорость набора жидкости;
8. глубина погружения наконечника в жидкость, угол наклона дозатора;
9. неравномерное движение поршня;
10. разница температур дозатора, жидкости и температуры комнаты.

На рисунке 20 приведена диаграмма, на которой отображен вклад в погрешность измерений основных факторов, влияющих на результат дозирования.

Очень часто точность дозирования не так важна, как воспроизводимость. Например, при проведении иммуноферментного анализа (ИФА) большее значение имеет одинаковое дозирование каждой пробы, а не абсолютная точность их дозирования, поскольку они сравниваются со стандартными и калибровочными контрольными образцами, входящими в состав набора для ИФА. Высокую производительность и точность, а также снижение случайной ошибки (влияние человеческого фактора) гарантирует применение для ИФА электронных дозаторов (см. рис. 21). Даже неопытный лаборант с помощью электронного дозатора может добиться таких же результатов, как высококвалифицированный сотрудник лаборатории. При использовании механического дозатора это практически не возможно. Более того, в лаборатории, где ежедневно производятся тысячи дозирований, использование электронного дозатора может ускорить работу и существенно (>50 раз) сократить мышечное напряжение лаборанта и увеличить скорость работы.

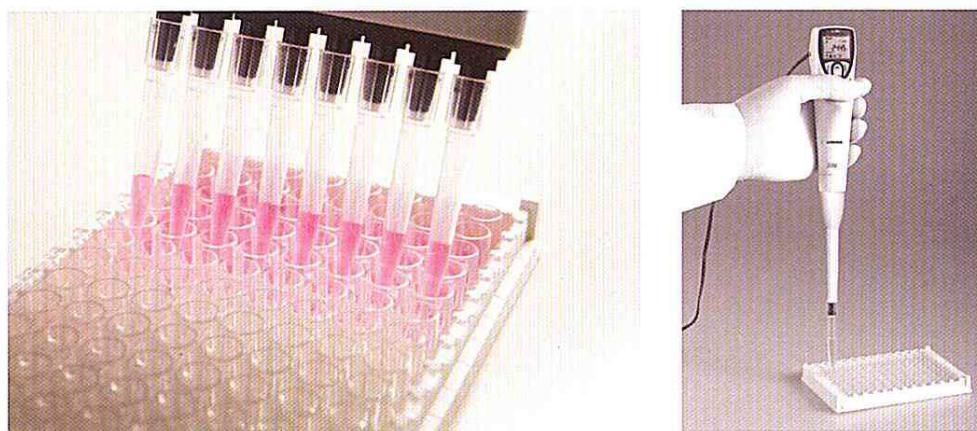


Рис.21. Использование многоканального (слева) и одноканального (справа) дозатора Sartorius eLINE для раскачивания планшета

Предотвращение контаминации

Пользователя от контаминации (заражения) можно защитить благодаря правильно оборудованному рабочему месту, одежде и перчаткам, однако не следует забывать и о защите дозатора. Контаминация дозатора образцом может привести к очень серьезным последствиям: возможны нарушения работы дозатора вследствие загрязнения его внутренних частей, кроме того, возможно перекрестное заражение образцов и, как следствие, ложноположительные результаты исследований.

Для борьбы с контаминацией существуют 2 типа защитных фильтров (см. рис. 22): конические фильтры, которые вставляются в посадочный конус дозатора, и наконечники с защитными фильтрами.

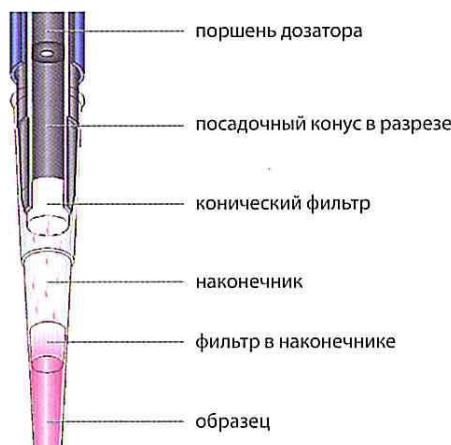


Рис. 22. Конический фильтр и фильтр в наконечнике.

Защитные фильтры

Сменные полиэтиленовые конические фильтры выполняют роль барьера, предотвращающего попадание жидкостей и аэрозолей внутрь дозатора. Тем самым они защищают дозатор и образец от контаминации, увеличивают срок службы дозатора и интервалы между техническим обслуживанием.

Органическое или неорганическое загрязнение может создать проблемы для пользователя. Не важно, являются ли частицы загрязнения вирусными, бактериологическими, РНКазой или частицами металлов, в исследуемой среде они могут привести к ошибочным результатам. Снижение риска попадания этих частиц в образец или загрязнения используемого оборудования – задача, требующая внимания. Загрязнения могут привести к коррозии и химическому разъеданию поршня, что выведет дозатор из рабочего состояния.

Интервал замены фильтров полностью зависит от прикладной задачи и рабочего образца. Мы рекомендуем менять фильтры после каждого 50-250 дозирований и немедленно в случае попадания образца в фильтр.

При замене фильтра рекомендуется использовать пинцет (см. рис. 23), перед установкой нового фильтра очистить посадочный конус. Важно отметить, что при замене конического фильтра калибровка дозатора не требуется.



Рис. 23. Установка конических фильтров в дозатор Sartorius

Наконечники с фильтром

Использование наконечников с фильтрами необходимо при работе с ДНК, РНК, культурами клеток, радиоактивными веществами, в экспериментах, где особенно важна стерильность.

Необходимо отметить, что совместное использование конических фильтров и наконечников с фильтрами не требуется.

Дозаторы типа позитивного вытеснения

Поршневые дозаторы, работающие по принципу позитивного вытеснения, не имеют проблемы контаминации. Благодаря строению наконечника, с исследуемым образцом взаимодействует только внутренний поршень наконечника (см. рис. 24).



Рис. 24. Работа с дозатором типа позитивного вытеснения (степпером). На фото представлен дозатор Sartorius eLINE dispenser.

Автоклавирование

Для стерилизации лабораторного оборудования применяются различные дезинфицианты, УФ-облучение и автоклавирование.

Современные дозаторы изготавливаются из химически стойких материалов и их можно обрабатывать различными дезинфицирующими средствами, они стойки к ультрафиолету, а некоторые из них можно автоклавировать. Дозаторы, выдерживающие полное автоклавирование, как правило, имеют соответствующий знак на корпусе (см. рис. 25).



Рис. 25. Маркировка, обозначающая возможность автоклавирования дозатора.

Наконечники – одноразовый расходный материал. Тем не менее, наконечники без фильтров можно подвергать автоклавированию для стерилизации перед началом работы.

Общая схема автоклавирования: 121°C, 1 атм., 20 минут.

Механические дозаторы

Механические дозаторы Proline Plus и mLINE фирмы Sartorius – полностью автоклавируемые, что позволяет проводить стерилизацию всех деталей дозатора одновременно.

Перед автоклавированием необходимо снять конический фильтр и наконечник. После автоклавирования необходимо охладить и высушить дозатор перед использованием.

Рекомендуется проверять технические параметры дозаторов после каждого автоклавирования и смазывать поршневую часть после каждой 10 процедур стерилизации.

Электронные дозаторы

Электронные дозаторы не могут быть подвергнуты автоклавированию целиком. Но в некоторых дозаторах, например в серии eLINE производства Sartorius, нижняя часть дозатора (сбрасыватель наконечника, посадочный конус, держатель посадочного конуса, пружины и поршень за исключением многоканальных дозаторов на 1200 мкл) может подвергаться автоклавированию. Компоненты поршневой системы можно стерилизовать в собранном состоянии или по отдельности.

Перед автоклавированием необходимо вытащить конический фильтр и наконечник из посадочного конуса. После автоклавирования необходимо охладить и высушить части дозатора перед использованием.

Рекомендуется проверять технические параметры дозаторов после каждого автоклавирования и смазывать поршневую часть после каждой 10 процедур стерилизации.

Наконечники и штативы

Штативы для наконечников, наконечники без фильтров – полностью автоклавируемые. Наконечники с фильтрами автоклавированию подвергать нельзя.

Наконечники необходимо перед автоклавированием поместить в штатив, закрыть крышку. Перед использованием охладить.

Проверка и калибровка дозаторов

Проверка дозаторов

Основным законом, обеспечивающим единство измерений, является федеральный закон №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Он определяет, какие средства измерения подлежат поверке, что такое поверка и кто может ее проводить. В соответствии с данным законом поверка – совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям. Порядок проведения поверки содержится в методиках поверки, которые создаются при утверждении типа средств измерений. Иными словами, для того чтобы дозатор мог быть поверен, у него должно быть Свидетельство об утверждении типа средств измерения (до 30.11.2009 года – Сертификат об утверждении типа). Дозирующие устройства, не имеющие такого свидетельства, не могут быть поверены, следовательно их нельзя использовать в сферах предусмотренных ФЗ №102-ФЗ (ст.1, п.3; ст.9, п.1): осуществление деятельности в области здравоохранения, ветеринарии и охраны окружающей среды.

В подавляющем большинстве случаев методика поверки дозаторов содержит следующие шаги: внешний осмотр на предмет целостности корпуса, проверка на герметичность, проверка на метрологическую точность. Стоит отметить, что методики поверки для различных дозирующих устройств отличаются в части метрологических характеристик и способов их расчетов. Таким образом, прямое сличение погрешностей (точности, воспроизводимости) дозаторов различных производителей на основе данных из Свидетельств о поверке невозможно. Стоит отметить, что во время процедуры поверки калибровка, настройка и чистка дозаторов НЕ проводятся.

В соответствии с действующим порядком поверки средств измерений (Приказ Госстандарта №125 от 18.07.1994 года, включая изменения), если средство измерений по результатам поверки признано непригодным к применению, поверительное клеймо гасится, «Свидетельство о поверке» аннулируется и выписывается «Извещение о непригодности». Так как конструкция дозатора не позволяет наносить (и соответственно гасить) поверительное клеймо на корпус, то выписывается только Извещение о непригодности.

Особо стоит отметить, что поверка средств измерений является формой государственного регулирования (ст.11, п.2, ФЗ №102-ФЗ) и данные услуги могут оказывать только аккредитованные в области единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели (ст.19, п.1, ФЗ №102-ФЗ). Другими словами, они должны быть аккредитованы на право поверки, а область аккредитации должна совпадать

с поверяемыми средствами измерений. В случае дозаторов стоит обращать внимание на минимальный и максимальный объем дозаторов, которые может поверять организация (индивидуальный предприниматель).

Межповерочный интервал для дозаторов определяется в методике поверки, в п.7.3 ISO 8655-1:2002 есть указания, определяющие максимальный интервал между метрологическими проверками в 1 год.

Профилактика и калибровка дозаторов

Профилактическое обслуживание заключается в чистке и смазке поршня, посадочного конуса дозатора, а также замене изнашиваемых частей (уплотнительного кольца, посадочного конуса и т.д.), что гарантирует более длительную и точную работу дозатора. Залипание поршня, неточное дозирование, тугой сброс наконечника – часто являются следствием загрязнения дозатора и причиной не прохождения поверки.

Мы рекомендуем проводить калибровку дозаторов не реже одного раза в квартал. Это позволит поддерживать точность дозатора. Калибровка дозаторов состоит из двух этапов. На первом этапе необходимо максимально точно настроить дозатор, используя калибровочные ключи и высокоточные весы. Необходимо максимально возможно снизить систематическую ошибку (вернуть калибровку на заводской уровень). На втором этапе нужно провести серию контрольных измерений и вычислить действительные метрологические характеристики. Метрологические характеристики дозатора вычисляются через точность и воспроизводимость, а именно определяется, насколько дозированные объемы близки к искомым (точность), и насколько результаты схожи между собой (воспроизводимость).

Самостоятельная проверка метрологических характеристик дозатора и его калибровка

Приведенные ниже методы поверки дозатора основаны на рекомендациях стандарта ISO 8655, и описаны в инструкции по эксплуатации к часто используемому в лабораториях дозатору Sartorius Proline (см. рис. 26), но могут быть применены (с необходимой адаптацией) и к другим дозирующими устройствам.



Рис.26. Одноканальный и восьмиканальный механический дозатор Sartorius Proline

Проверка метрологических характеристик

Самостоятельная проверка метрологических характеристик является превентивной и добровольной мерой. Мы рекомендуем проверять метрологические характеристики дозаторов с периодичностью 1 раз в квартал и каждый раз после проведения самостоятельного профилактического обслуживания. Однако при определении временных интервалов проведения проверки метрологических характеристик лаборант

должен руководствоваться конкретными требованиями, предъявляемыми к точности дозирования в лаборатории, частотой использования дозатора в работе, свойствами дозируемых жидкостей и числом операторов, работающих дозатором (ISO 8655-1:2002).

Проверка метрологических характеристик дозатора гравиметрическим методом должна проводиться при стабильной температуре $22 \pm 2^\circ\text{C}$, влажности выше 50% и при отсутствии сквозняков и вибраций в помещении. Перед проведением проверки дозатор, сменные наконечники и вода должны быть выдержаны в помещении проведения теста не менее 2 часов для выравнивания температуры. При проведении проверки используется дистиллированная или деионизированная вода.

Проверку необходимо проводить, используя весы, погрешность которых будет как минимум в три раза меньше погрешности дозаторов (см. табл. 1) (ISO 8655-6:2002).

Выбранный объем testируемого дозатора (V)	Дискретность весов (мг)	Повторяемость и линейность (мг)
1 мкл $\leq V \leq 10$ мкл	0,001	0,002
10 мкл $< V \leq 100$ мкл	0,01	0,02
100 мкл $< V \leq 1\,000$ мкл	0,1	0,2
1 мл $< V \leq 10$ мл	0,1	0,2
10 мл $< V \leq 200$ мл	1	2

Таблица 1. Минимальные требования к весам (ISO 8655-6:2002).

Гравиметрический метод проверки метрологических характеристик дозатора:

1. Установите на дозаторе необходимый объем V_s .
2. Аккуратно установите наконечник на посадочный конус.
3. Наберите в наконечник и сбросьте воду 5 раз для выравнивания влажности воздуха внутри мертвого воздушного пространства дозатора.
4. Смените наконечник.
5. Смочите наконечник, заполнив его один раз водой и сбросив ее в контейнер для отходов.
6. Произведите набор воды, погрузив наконечник на 2-3 мм в воду. Держите дозатор в вертикальном положении.
7. Извлеките наконечник из воды (при этом дозатор должен быть в вертикальном положении).
8. Произведите сброс набранной жидкости в емкость, в которой будет производиться взвешивание воды, располагая дозатор под углом 30-45 градусов к вертикали.
9. Аккуратно извлеките наконечник из жидкости, прикасаясь к стенке сосуда с дозируемой жидкостью.
10. Снимите показания весов (m_i).
11. Повторите цикл взвешивания 10 раз (пункты 4-10).
12. Преобразуйте полученные значения массы воды (m_i) [мг] в объем (V_i) [мкл]:

$$V_i = m_i Z$$
 (где Z - поправочный коэффициент, см. табл. 2).

Температура (°C)	Атмосферное давление (кПа)						
	80	85	90	95	100	101,3	105
20,0	1,0026	1,0027	1,0027	1,0028	1,0028	1,0029	1,0029
20,5	1,0027	1,0028	1,0028	1,0029	1,0029	1,0030	1,0030
21,0	1,0028	1,0029	1,0029	1,0030	1,0031	1,0031	1,0031
21,5	1,0030	1,0030	1,0031	1,0031	1,0032	1,0032	1,0032
22,0	1,0031	1,0031	1,0032	1,0032	1,0033	1,0033	1,0033
22,5	1,0032	1,0032	1,0033	1,0033	1,0034	1,0034	1,0034
23,0	1,0033	1,0033	1,0034	1,0034	1,0035	1,0035	1,0036
23,5	1,0034	1,0035	1,0035	1,0036	1,0036	1,0036	1,0037
24,0	1,0035	1,0036	1,0036	1,0037	1,0037	1,0038	1,0038

Таблица 2. Значения Z [мкл/мг] (ISO 8655-6:2002).

13. Произведите подсчет среднего значения набираемого объема:

$$\bar{V} = \sum V_i / 10, \text{ где } i=1, \dots, 10$$

14. Рассчитайте систематическую ошибку измерения (погрешность):

$$\text{в мкл } e_s = \bar{V} - V_s$$

$$\text{или в \% (точность) } e_s = 100 \cdot (\bar{V} - V_s) / V_s$$

15. Для оценки достоверности проведенных измерений рассчитайте значение среднеквадратического отклонения (s):

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (V_i - \bar{V})^2}{9}}$$

как стандартное отклонение)

$$\text{или коэффициент вариации (вопроизводимость) } CV = 100 \cdot s / \bar{V}$$

Сравните полученные значения погрешностей измерений с характеристиками по спецификации или метрологическими требованиями вашей лаборатории. Если метрологические характеристики удовлетворяют требованиям, то дозатор можно использовать в работе. Как правило, нормальные значения погрешности не превышают 1% для дозаторов с объемом дозирования от 10 мкл. При проверке дозаторов с объемом менее 10 мкл необходимо также учитывать погрешность испарения. Мы рекомендуем проводить проверку данных дозаторов в специализированных помещениях и персоналом, имеющим достаточный опыт дозирования.

При превышении допустимых значений погрешностей необходимо произвести калибровку дозатора.

Калибровка дозаторов

Процедура калибровки дозаторов отличается для дозаторов различных производителей и модификаций. Основная идея калибровки: оставляя неизменным объем, отображенный на дисплее (счетчике), изменять его фактическое значение. Обычно данная процедура подразумевает использование калибровочных ключей. В частности, для дозаторов Sartorius поворот ключа по часовой стрелке увеличивает фактический дозируемый объем, а против часовой стрелки – уменьшает (см. рис. 27 и 28).

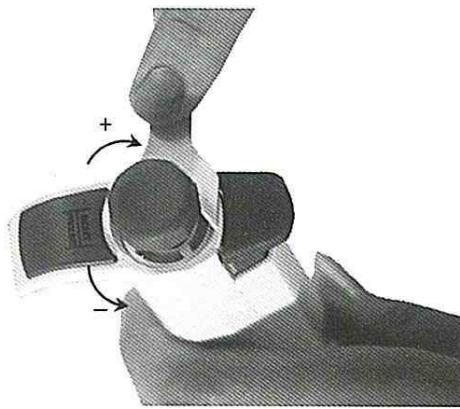


Рис. 27. Калибровка дозаторов Sartorius Proline.

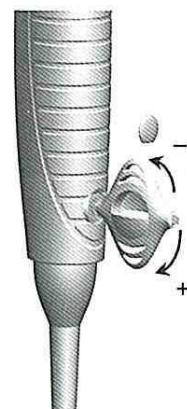


Рис. 28. Калибровка дозаторов Sartorius Proline Plus и mLINE.

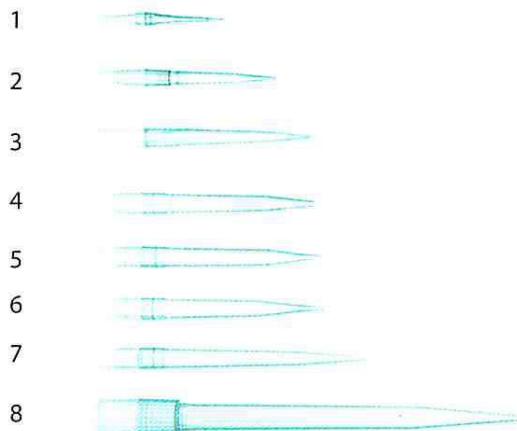
При работе с жидкостями, физические свойства которых значительно отличаются от свойств воды, желательно провести перекалибровку поршневого дозатора с использованием другого значения Z коэффициента, поскольку на производстве и при проведении ежегодного технического обслуживания калибровка проводится на дистиллированной воде (Z-коэффициент равен обратному значению плотности жидкости [мг/мкл] при заданном давлении и температуре). При этом дозатор будет корректно дозировать только установленный объем, на котором проводилась перекалибровка. На внешней стороне такого дозатора должен быть указан тип жидкости, для которой применимо значение номинального объема.

Приложение 1: виды наконечников

Наконечники без фильтра

Современные наконечники выполнены из первичного полипропилена высочайшего качества. Наконечники не содержат примесей, красителей и металлов.

На рисунке 29 представлены основные наконечники без фильтров, которые производит компания Sartorius.



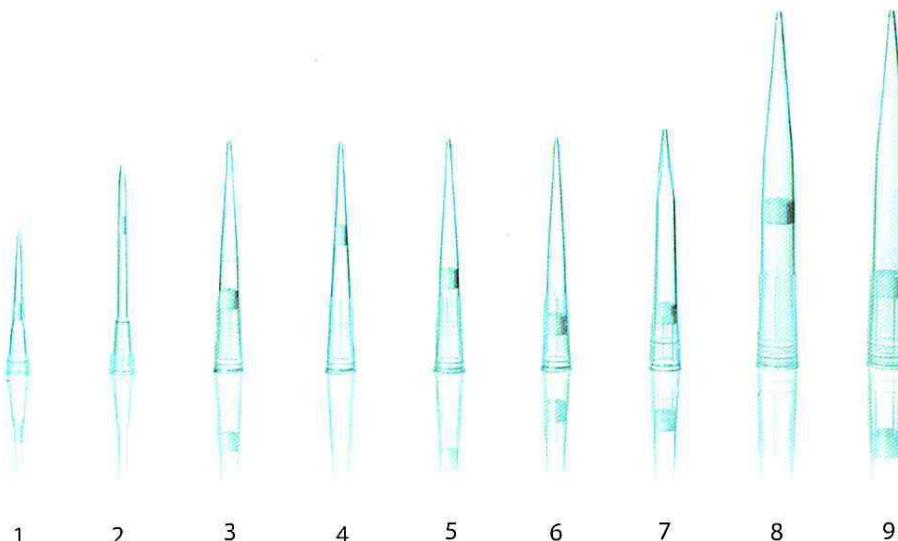
1 – наконечник 0,1-10 мкл; 2 – наконечник 0,5-300 мкл; 3 – наконечник 5-350 мкл; 4 – наконечник 10-1000 мкл с широким отверстием; 5 – наконечник 10-1000 мкл; 6 – наконечник 50-1200 мкл; 7 – удлиненный наконечник 50-1200 мкл; 8 – наконечник 100-5000 мкл.

Рис. 29. Наконечники SartoriusOptifit без фильтра.

Наконечники могут быть стерильные и нестерильные. Варианты упаковки: полиэтиленовые пакеты, однослойные и многослойные штативы (наконечники в однослойных штативах имеют сертификат об отсутствии ДНКаз, РНКаз и эндотоксинов).

Наконечники с фильтром

Наконечники изготовлены из полипропилена. Полиэтиленовый фильтр предотвращает загрязнение внутренних частей дозатора жидкостями и аэрозолями, предотвращает перекрестное загрязнение, сокращает время, необходимое для обслуживания дозатора.



1 – наконечник 0,1-10 мкл; 2 – удлиненный наконечник 0,1-10 мкл; 3 – наконечник 0,5-20 мкл; 4 – наконечник 2-120 мкл; 5 – наконечник 5-200 мкл; 6 – наконечник 5-300 мкл; 7 – наконечник 10-500 мкл; 8 – наконечник 50-1000 мкл; 9 – наконечник 50-1200 мкл.

Рис.30. Наконечники Sartorius Safety Space с фильтром.

На рисунке 30 представлены основные наконечники с фильтром, которые производит компания Sartorius. Наконечники с фильтрами стерильны, имеют сертификат об отсутствии ДНКаз, РНКаз и эндотоксинов, упакованы в штативы. Такие наконечники автоклавировать нельзя – материал фильтра (полиэтилен) термостабилен.

Рекомендуется использовать наконечники с фильтром в следующих ситуациях:

- дозирование пеняющихся и летучих жидкостей;
- работа с культурами клеток;
- работа с ДНК;
- работа с радиоактивными материалами;
- при использовании техники обратного дозирования;
- при использовании функции многократного дозирования электронных дозаторов.

Варианты упаковки наконечников

Упаковка россыпью в пакеты

Экономичная упаковка (см. рис. 31). В такой упаковке поставляются наконечники без фильтров. Наконечники изготавливаются в соответствии со всеми требованиями к качеству.



Рис.31. Наконечники Sartorius Optifit в упаковке россыпью.

Наконечники в пластиковых штативах

Штативы с наконечниками каждого размера имеют свою цветовую маркировку для более легкого определения соответствия дозатору (см. рис. 32). Материал пластиковой коробки – полипропилен.

Штативы можно подвергать автоклавированию. Каждый штатив поставляется в вакуумной упаковке для гарантии стерильности и априогенности наконечников. Каждый лот сертифицирован на отсутствие ДНКаз, РНКаз и эндотоксинов.



Рис. 32. Наконечники Sartorius Optifit в штативах.

«Башни» – многослойные штативы Refill

Экономичная упаковка наконечников в «башни» выгодна с экологической и экономической точки зрения. Поставляются нестерильные наконечники без фильтров. Возможно использование многоразовых пластиковых коробок от штативов (см. рис. 33).

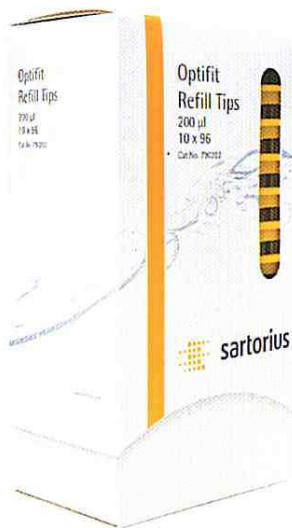


Рис. 33. Наконечники Sartorius Optifit в «башнях» Refill.

Однослойные штативы Refill

В однослойные штативы упаковываются как нестерильные, так и стерильные наконечники. Каждый штатив имеет индивидуальную упаковку (см. рис. 34).

Каждый лот сертифицирован на отсутствие ДНКаз, РНКаз и эндотоксинов. Возможно использование многоразовых пластиковых коробок от штативов.



Рис. 34. Наконечники Sartorius Optifit в однослойных штативах Refill и правила использования.

Приложение 2: выбор механического дозатора



Характеристики	mLINE	ProlinePlus	Proline
<u>Полностью автоклавируемый</u>	•	•	•
<u>Механизм Optiload</u>	все модели	только многоканальные	
<u>Защитные фильтры(для дозаторов > 10 мкл)</u>	•	•	•
<u>Сбрасыватель фильтров</u>	•		
<u>Термоизолирующий корпус</u>	•	•	
<u>Фиксация объема</u>	•	щелчком	щелчком
<u>Усилия при работе²</u>	12 N	15 N	20 N
<u>Вес²</u>	77 г	82 г	84 г
<u>Цветовая кодировка на дисплее</u>	•	•	• ¹
<u>Цветные колпачки для маркировки</u>	•		
<u>Идентификационные вкладыши</u>	•		
<u>Штатив (карусель) для 6-ти дозаторов</u>	•	•	
<u>Штатив (карусель) для 5-ти дозаторов</u>			•
<u>Штатив (линейная стойка)</u>	•	•	•
<u>Держатель для одного дозатора</u>	•	• ¹	•
<u>Гарантийный срок</u>	2 года	2 года	3 года
<u>Внесение в реестр СИ</u>	•	•	•
<u>Сертификаты CE/IVD</u>	•	•	•
<u>Ознакомительные наборы</u>	•	•	
<u>1 – дополнительный аксессуар</u>			
<u>2 – для одноканальной модели на 100 мкл</u>			

Спецификации для заказа механических дозаторов

	mlINE	Proline Plus	Proline
1-канальные переменного объема			
0,1-2,5 мкл			720010
0,1-3 мкл	725010	728010	
0,5-10 мкл	725020	728020	720015
2-20 мкл	725030	728030	720080
5-50 мкл		728040	720025
10-100 мкл	725050	728050	720050
20-200 мкл	725060	728060	720070
100-1000 мкл	725070	728070	720060
500-5000 мкл	725080	728080	
1-5 мл			720110
1-10 мл	725090	728090	
8/12-канальные переменного объема			
0,5-10 мкл	725120	728120	720210
5-50 мкл			720220
5-100 мкл	725130		
10-100 мкл		728130	
30-300 мкл	725140	728140	
50-300 мкл			720240
1-канальные фиксированного объема			
5 мкл		728515	722001
10 мкл		728520	722004
20 мкл		728530	722010
25 мкл		728535	722015
50 мкл		728545	722020
100 мкл		728550	722025
200 мкл		728560	722030
250 мкл		728565	722035
500 мкл		728567	722040
1000 мкл		728570	722045
2000 мкл		728575	722050
5000 мкл		728580	722055
10 мл		728590	

Приложение 3: выбор электронного дозатора



Характеристики	eLINE	Picus
(P) Прямое дозирование	•	•
(d) Многократное дозирование	•	•
(dd) Разведение ¹	•	•
(rP) Обратное дозирование ²	•	•
(Sd) Последовательное дозирование ³	•	•
(Pm) Ручное дозирование ⁴	•	•
(Ad) Автоматическое дозирование	•	
(SA) Многочтный набор ⁵	•	•
Титрование		•
Возможность программирования пользователем	•	•
Смешивание после дозирования	•	•
Выбор скорости	9 скоростей	9 скоростей
Сбрасыватель наконечников	электронный	электронный
Автоклавируемая нижняя часть дозатора ⁶	•	
Индикатор низкого заряда батареи	•	
Калибровка по 1 точке	•	•
Зарядное устройство	•	
Зарядная стойка для 1 дозатора или карусель для 4 дозаторов	•	•
Штатив (линейная стойка)	•	
Гарантийный срок	2 года	2 года
Внесение в реестр СИ	•	•
Сертификаты CE/IVD	•	•

Спецификации для заказа электронных дозаторов

Невареактив

	eLINE	Picus
1-канальные		
0,1-5 мкл	73001X	
0,2-10 мкл	73002X	735021
5-100 мкл		
5-120 мкл	73004X	
10-250 мкл		735041
10-300 мкл	73006X	
10-500 мкл		735061
50-1000 мкл	73008X	735981
50-1200 мкл		
100-5000 мкл (min объем в режиме Р – 500 мкл)	73010X	735101
500-10000 мкл		735111
8-канальные		
0,2-10 мкл	73032X	735321
5-100 мкл		735341
5-120 мкл	73034X	
25-250 мкл		735361
10-300 мкл	73036X	
50-1200 мкл	73039X	735391
12-канальные		
0,2-10 мкл	73042X	735421
5-100 мкл		735441
5-120 мкл	73044X	
25-250 мкл		735461
10-300 мкл	73046X	
50-1200 мкл	73049X	735491

1 – требуется зарядная стойка
Х: 0 – без адаптера, 1 – с адаптером в комплектации

Невареактив

СЕРВИС

ДЛЯ ЛАБОРАТОРИИ И ПРОИЗВОДСТВА

ПРОФЕССИОНАЛЬНО,
НАДЁЖНО И ВСЕГДА В СРОК!



- Большой штат квалифицированных и сертифицированных инженеров и специалистов
- Отличный профессиональный инструментарий и оригинальные запчасти ко всем продуктам Sartorius
- Возможность обработать большой заказ качественно и в срок
- Выполнение сервисных работ на месте у клиента
- Контактные и приёмные пункты в крупных региональных центрах по России и СНГ

А ВЫ ЗНАЕТЕ, ЧТО?

Специалисты сервиса Sartorius:

- Проходят регулярное обучение в ведущих центрах Европы
- Обладают знаниями о всех необходимых сервисных операциях
- Грамотно подготавляют всю документацию в соответствии с нормативными требованиями контролирующих органов, или по стандартам Вашей организации
- Имеют доступ к экспертизе всех сервисных служб Sartorius в мире и их многолетнему опыту работы

Специальное предложение:

Возможно проведение срочного сервиса по дозаторам: до 50-ти штук за 3 дня!

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛУГ СЕРВИСА:

- Профилактическое обслуживание, калибровка и ремонт любых механических и электронных дозаторов, независимо от марки, модели, количества каналов или диапазона дозирования
- Проверка дозаторов занесенных в Госреестр СИ с выдачей соответствующих протоколов и свидетельств
- Профилактическое обслуживание и калибровка лабораторных весов
- Установка, тестирование, IQ|OQ, обслуживание и ремонт систем лабораторной водоподготовки
- Установка и обслуживание промышленных систем для биофармацевтических производств
- Подбор фильтров и оптимизация процессов промышленной фильтрации
- Тестирование целостности промышленных фильтров

По вопросам приобретения продуктов Sartorius Biohit family и по вопросам сервиса обращайтесь:

ООО «НеваРеактив»
195043, Санкт-Петербург
Капсюльное шоссе, д. 45
тел. (812) 325-40-65
факс: (812) 577-76-06
e-mail: office@neva-reakt.spb.su
www.nevareaktiv.ru