

## ► Руководство по эксплуатации ◀

### Аэрозольный генератор

ATM 228



## Содержание:

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                                                                           | 6  |
| Описание прибора .....                                                                                  | 9  |
| Получение необходимого числа частиц посредством регулировки объема потока .....                         | 12 |
| Ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание .....                                                    | 14 |
| Упаковка .....                                                                                          | 14 |
| Ввод в эксплуатацию.....                                                                                | 15 |
| Транспортировка.....                                                                                    | 16 |
| Техническое обслуживание .....                                                                          | 17 |
| Замена внутреннего HEPA-фильтра .....                                                                   | 18 |
| Устранение неполадок.....                                                                               | 19 |
| Применение.....                                                                                         | 20 |
| Тест HEPA- и ULPA- фильтров.....                                                                        | 20 |
| Расчет регулируемого расхода аэрозольных частиц через АТМ.....                                          | 21 |
| PSL Аэрозоли .....                                                                                      | 22 |
| Генерация трассирующих частиц .....                                                                     | 22 |
| Получение солевых аэрозолей .....                                                                       | 22 |
| Спецификация.....                                                                                       | 24 |
| Технические данные.....                                                                                 | 24 |
| Принадлежности .....                                                                                    | 27 |
| Приложение .....                                                                                        | 29 |
| Периодические испытания воздушных фильтров для твердых частиц в оборудовании для чистых помещений ..... | 29 |
| Рекомендации по проведению теста на утечку с одним счетчиком частиц (см. Рисунок 11) .....              | 31 |
| Оценка концентрации частиц исследуемого аэрозоля.....                                                   | 32 |
| Формула расчета для двух типов ламинарных боксов .....                                                  | 32 |
| Пример.....                                                                                             | 33 |

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| Физические свойства DEHS.....              | 37 |
| Физические свойства PAO (Emery 3004) ..... | 38 |
| Характеристики ATM 228.....                | 39 |
| Режимы работы двухкомпонентного сопла..... | 41 |
| Утилизация отслужившего оборудования ..... | 42 |
| Декларация соответствия .....              | 43 |

## Производитель и сервисный адрес

Topas GmbH

Аэрозольная техника для технологических применений

Wilischstraße 1

D-01279 Dresden

|                   |                                                          |
|-------------------|----------------------------------------------------------|
| Телефон           | +49 (351) 21 66 43 – 0                                   |
| Телефакс          | +49 (351) 21 66 43 – 55                                  |
| Электронная почта | office@topas-gmbh.de                                     |
| Интернет          | <a href="http://www.topas-gmbh.de">www.topas-gmbh.de</a> |

## Гарантия и ответственность

Topas GmbH гарантирует, что этот продукт при нормальном использовании и обслуживании, как описано в данном руководстве, не будет иметь дефектов изготовления и материалов в течение двенадцати (12) месяцев с даты отгрузки заказчику.

Если устройство доставлено транспортной компанией, не исключены повреждения. Поэтому сразу после доставки упаковку необходимо тщательно проверить на наличие внешних повреждений. О любых видимых признаках повреждений при транспортировке следует сообщать в страховую компанию или нам. Также не следует включать поврежденный инструмент, о чем следует сообщить агенту.



*Пожалуйста, внимательно прочтите это руководство перед использованием устройства. Topas GmbH не несет ответственности за ущерб, вызванный неправильной эксплуатацией, нанесением, очисткой или использованием неподходящих материалов.*

---

## Использование

Аэрозольный генератор ATM 228 - это прибор, служащий для распыления аэрозольных частиц с известными свойствами (в соответствии с директивой VDI 3491).

Например, для тестирования фильтров и для валидации чистых помещений. Подходящими аэрозольными веществами являются жидкости, предпочтительно DEHS и PAO (Emery 3004) (размер генерируемых частиц в основном находится в диапазоне от 0,1 до 0,3 мкм).

ATM 228 предназначен только для образования жидких аэрозолей, но не для пыли. Вся ответственность за обращение с любым типом аэрозольного вещества, а также за нанесение образовавшихся аэрозольных частиц, в том числе за здоровье и безопасность, лежит на пользователе. Это также относится ко всем не перечисленным веществам (таким как биологически активные, радиоактивные, токсичные и экологически опасные вещества), использование которых технически возможно.

## Инструкции по технике безопасности

---



*Опасность пожара и взрыва!*

*Аппарат нельзя использовать во взрывоопасных средах и с легковоспламеняющимися аэрозольными веществами (обратите внимание на данные в соответствующем паспорте безопасности).*



*Риск повреждения из-за утечки жидкости. Жидкость может вытечь через выпускное отверстие для аэрозоля, если инструмент слишком сильно наклонен. Будьте осторожны при транспортировке ATM с заполненным сосудом с жидкостью.*

*В случае транспортировки устройства для ремонта, обслуживания или повторной калибровки его необходимо полностью опорожнить.*



*Во избежание повреждения устройства из-за сильного загрязнения следует использовать только чистую аэрозольную жидкость.*

## Введение

Аэрозольный генератор ATM 228 - это прибор, служащий для распыления аэрозольных частиц с известными свойствами в соответствии с немецким руководством VDI 3491. Когда выбраны стандартные аэрозольные растворы, такие как DEHS или PAO, прибор подходит для испытания аппаратуры чистых комнат в соответствии со стандартами VDI 2083 и EN ISO 14644. Образующиеся частицы находятся в диапазоне размера наиболее проникающих частиц (MPPS). от 0,1 до 0,3 мкм и тем самым гарантируют безопасную оценку высокопроизводительных фильтров без сильной нагрузки на фильтр.

Аэрозольный генератор ATM 228 представляет собой обновленную версию аэрозольного генератора ATM 226 и используется для устойчивого образования аэрозольных частиц при более низких объемных расходах в сопле или давлении на входе в сопло. Преимущество генератора - очень широкий диапазон регулировки концентрации и диапазона расхода аэрозоля. Чтобы обеспечить образование частиц при низком давлении в сопле, сопло распылителя полностью погружается в аэрозольную жидкость.

Новое разработанное устройство отличается значительными нововведениями:

1. Новая концепция интегрированного управления насосом
  - новый насос с долговечным бесщеточным двигателем
  - встроенный датчик давления на входе в сопло
  - регулирование с помощью электрического пропорционального клапана
  - очень широкий диапазон регулировки и низкая скорость производства частиц
2. Новый режим работы сопла для большого диапазона концентраций (пневматическая сопло в погруженном состоянии)
3. Питание от батареи (опция).
  - возможность снижения энергопотребления
  - отсутствие необходимости во внешних кабелях и трубках
  - быстрая и простая замена внешней батареи
4. Интерфейс для внешнего управления (опция)

Конструкция и реализованные технологические особенности гарантируют производство аэрозолей с постоянным размером частиц и концентрацией, а также с высокой воспроизводимостью.

АТМ 228 также может производить латексные аэрозоли (калибровочный стандарт) или солевые аэрозоли. В этом случае рекомендуется использовать диффузионную сушилку DDU 570 после генератора аэрозоля, чтобы удалить оставшиеся капли воды или предотвратить их образование.



Рисунок 1 - Устройства Торас для приемочных измерений технологий чистых помещений: распылитель АТМ 226, система разбавления DIL 554, счетчик частиц LAP 340, пробоотборник SYS 529

Для квалификационных измерений чистых помещений Торас предлагает специальное программное обеспечение. **CRQWin**. Он обеспечивает структурированный сбор, представление, анализ, хранение и архивирование всей необходимой информации и показаний.

| Reinraum-Qualifizierung nach ISO-14644, EU-GMP                               |            |            |        |                          |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|--------|--------------------------|
| Reinraumklassenbestimmung   Filterintegritätstest   Recovery   Strömungstest |            |            |        |                          |
| Raum/System                                                                  | Normklasse | Normklasse | Status | Status                   |
|                                                                              | SOLL-Wert  | IST-Wert   | Code   | Text                     |
| Raum1                                                                        | ISO 3      | ISO -      | SSM    | Nicht bestanden          |
| Raum1 LAF1                                                                   | ISO 4      | ISO 6      | ACL    | Nicht bestanden          |
| Raum2                                                                        | GMP C      | GMP C      | PAS    | Bestanden                |
| Raum3                                                                        | ISO 3      | ISO 3      | PAS    | Bestanden                |
| Raum3 LAF1                                                                   | ISO 5      | ISO 5      | PAS    | Bestanden                |
| Raum3 LAF2                                                                   | GMP B      | GMP -      | VOI    | Ungenügend Volumen       |
| Raum4                                                                        | ISO 6      | ISO 7      | UCL    | Nicht bestanden          |
| Raum5                                                                        | ISO -      | ISO -      | TNS    | Zielklasse nicht gewählt |
| Raum6                                                                        | ISO 3      | ISO -      | NOM    | Nicht gemessen           |
| Raum7                                                                        | ISO 6      | ISO -      | MSC    | Fehlende Größenklasse    |

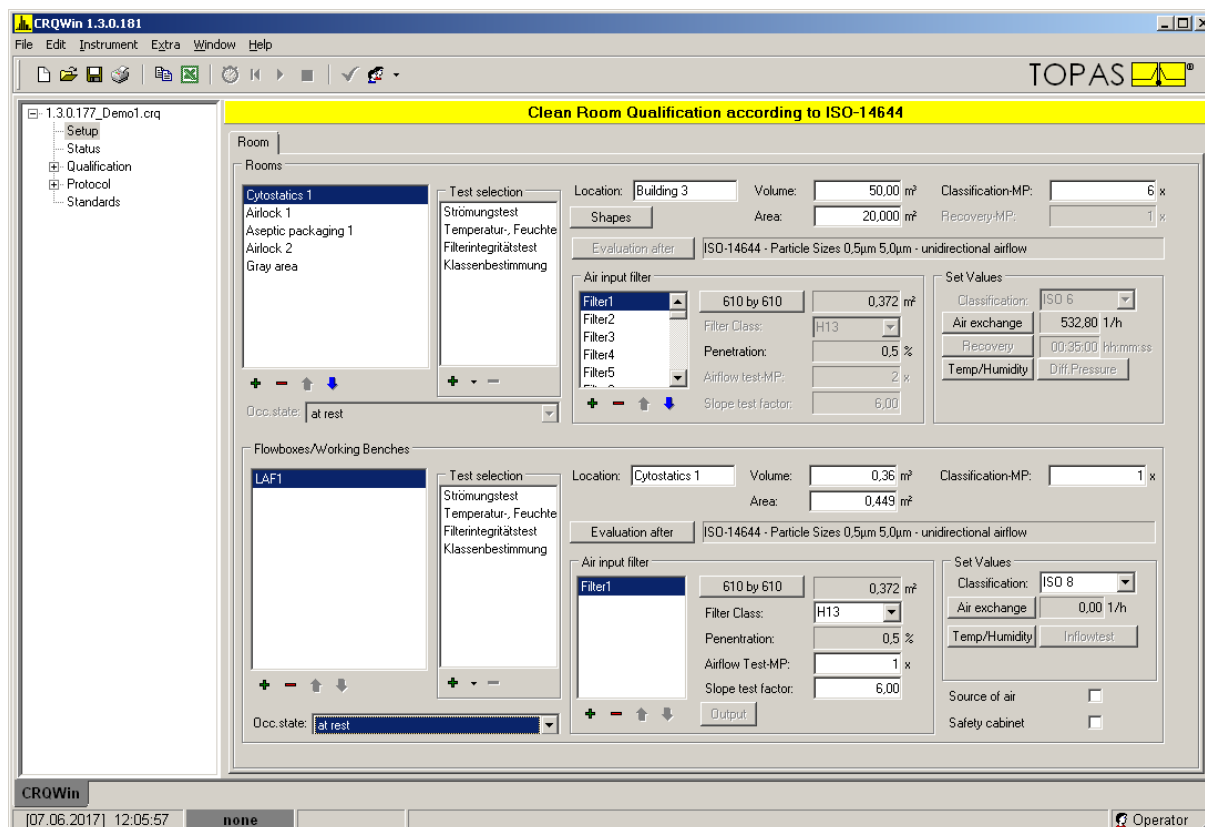


Рисунок 2 - Программное обеспечение CRQWin, примерные скриншоты

## Описание прибора

Аэрозольный генератор АТМ 228 создан для мобильного использования и имеет очень компактную и прочную конструкцию. Он может работать с минимальным количеством других коммуникаций, то есть без подачи сжатого воздуха. Его конструкция ориентирована на долгий срок службы, высокую доступность и надежность устройства.

Благодаря корпусу из нержавеющей стали устройство отлично подходит для использования в чистых помещениях, поскольку его можно легко чистить и дезинфицировать, не причиняя ему вреда.



Рисунок 3 - Аэрозольный генератор АТМ 228 с регулировкой объема потока аэрозоля

На передней стороне генератора находятся разъем для подключения сетевого кабеля и разъем для подключения альтернативного внешнего источника питания с напряжением 12 В постоянного тока, а также последовательный интерфейс, расположенный с правой стороны.

С левой стороны вы найдете главный выключатель и поворотную кнопку для настройки генерации аэрозоля и для запуска генерации аэрозоля.

Чтобы заполнить устройство аэрозольной жидкостью, необходимо отвинтить стеклянный сосуд. Таким образом, устройство готово к использованию в течение нескольких минут.



Рисунок 4 - Элементы управления аэрозольного генератора ATM 228

Поршневой насос с поворотным механизмом с низким уровнем шума производит сжатый воздух, необходимый для образования аэрозоля. Воздух за воздухозаборником очищается HEPA-фильтром, прежде чем направиться в распылитель.

Скорость потока аэрозоля можно регулировать в диапазоне приблизительно 20... 250 л / ч. Таким образом, скорость образования частиц может быть адаптирована к соответствующему применению.

Скорость образования аэрозоля можно регулировать с помощью поворотной кнопки на передней панели.

Клапан сброса давления встроен в головку распылителя, чтобы защитить стеклянный сосуд от избыточного давления, если выходное отверстие заблокировано.

Техническая конфигурация ATM 228 показана на следующем рисунке.

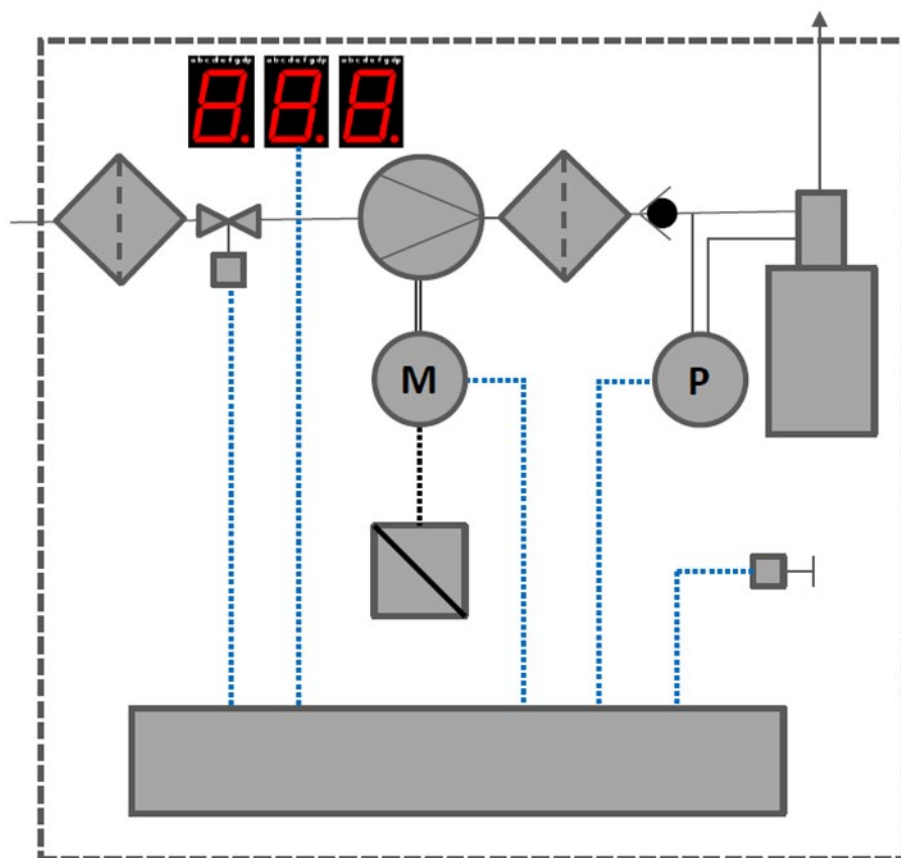


Рисунок 5 - Схема ATM 228 с настраиваемым расходом аэрозоля

Уникальный распылитель - ключевая часть ATM 228. Он изготовлен из высококачественной нержавеющей стали и работает как двухкомпонентное сопло, основанное на принципе впрыска, который заключается в погружении в аэрозоль. Жидкость действует как сепаратор для крупных капель и поэтому в основном определяет распределение частиц по размерам.



Рисунок 6 - Компоненты распылителя в смонтированном и разобранном состоянии

## Получение необходимого числа частиц посредством регулировки объема потока

В случае АТМ 228 переключатель используется как для включения и выключения, так и для установки скорости образования частиц. В отличие от АТМ 226, где главный выключатель используется только для включения и выключения устройства.

После включения главного выключателя дисплей давления инициализируется и показывает последнее установленное значение давления на входе сопла (с точкой в конце). В этом режиме ожидания внутренний насос еще не активирован, что означает отсутствие образования аэрозоля.

Поворачивая комбинированную поворот-нажимную кнопку, можно выбрать новое заданное значение давления на входе сопла в диапазоне 5 ... 1400 мбар.

При нажатии комбинированной поворот-нажимной кнопки включается внутренний насос и настраивается выбранное заданное значение давления на входе сопла. При повторном нажатии комбинированной поворот-нажимной кнопки образование аэрозоля прекращается.



Рисунок 7 - Индикация давления в сопло (слева: установленное значение давления на входе в сопло с точкой справа, справа: считывание значения давления на входе в сопло)

Новое заданное значение давления на входе в сопло можно выбрать как во время работы генератора, так и в режиме ожидания. Более высокое давление на входе в сопло связано с более высоким расходом аэрозоля и повышенным уровнем образования частиц. Соответствующие спецификации прибора можно найти в главе 6.

## Ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание

### Упаковка

После распаковки необходимо проверить комплектность партии.

Стандартный объем поставки:

- ATM 228
- Сетевой кабель
- 80 мл DEHS
- Руководство пользователя

Пожалуйста, свяжитесь с Toras GmbH, если что-то отсутствует или повреждено.



*Перед использованием устройства снимите желтый защитный колпачок с выпускного отверстия для аэрозоля.*



*Аккумулятор для автономной работы Toras GmbH не прилагается. Принадлежности (стандартный высокопроизводительный блок питания с выходом 12 В для полых разъемов) можно приобрести в магазинах электроники.*

---

## Ввод в эксплуатацию

---



*Перед запуском убедитесь, что выпускное отверстие для аэрозоля открыто. Во время работы убедитесь, что образующийся аэрозоль может беспрепятственно выходить через трубки, подключенные к выходному отверстию распылителя, и чтобы в выходных трубках не было изгибов.*

---



*Пожалуйста, следите за тем, чтобы вентиляция оставалась свободной (см. Нижнюю часть генератора).*

---

Генератор аэрозоля следует размещать на жесткой и ровной поверхности. Стекланный сосуд распылителя можно отвинтить и снять, чтобы заполнить его аэрозольным веществом. Для нормальной работы объем аэрозольного вещества должен быть от 20 мл до 80 мл. Стабильный выход аэрозоля обеспечивается при условии, что остаточное количество субстанции составляет не менее 20 мл. Снова подсоедините стекланный сосуд к распылителю.

Для питания подключите сетевой кабель к обычной сетевой розетке. Генератор оснащен стандартной вилкой (IEC / EN 60320-1), а также встроенным широкодиапазонным источником питания.

В качестве альтернативы можно подключить внешний источник питания 12 В постоянного тока (примерно до 3 А) через соответствующий соединительный кабель. Это может быть батарея подходящего размера (например, стартерная батарея для легковых автомобилей). Во время работы устройство обнаруживает падение напряжения при разряженной батарее и останавливает образование аэрозоля при напряжении <10,6 В постоянного тока. Мигающая точка в правом нижнем углу дисплея указывает на то, что оставшаяся емкость аккумулятора очень мала.

Работа может быть запущена / остановлена нажатием главного выключателя.

## Транспортировка

АТМ 228 можно транспортировать с помощью прилагаемой ручки.

Конструкция корпуса гарантирует безопасную переноску устройства.

Наклоняя устройство, убедитесь, что баллон с аэрозолем опорожнен.



*Генератор аэрозолей АТМ 228 ни в коем случае нельзя транспортировать с заполненным сосудом распылителя. Существует риск повреждения из-за возврата жидкости в устройство. Повреждение устройства без учета соответствия этому правилу не является гарантией.*

*В случае транспортировки устройства для ремонта, обслуживания или повторной калибровки его необходимо полностью опорожнить.*

---

## Техническое обслуживание

Генератор АТМ 228 не требует особого обслуживания. Рекомендуется регулярная чистка сопла распылителя. Для этого отверните сопло распылителя и очистите ее в ультразвуковой ванне или сжатым воздухом. Избегайте использования острых инструментов.



*После сборки сопла проверьте правильность положения уплотнительных колец.*

---

Обслуживание и ремонт устройства осуществляет Topas GmbH. Пользователь может изменить внутренний HEPA-фильтр.

Все услуги и техническое обслуживание также выполняет Topas GmbH.



*Особо следует отметить, что откалибровать или отремонтировать устройства можно только в Topas, если они были предварительно очищены от загрязнений специалистами.*

*Соответствующие меры очистки, связанные с веществами, должны быть определены и приняты заказчиком и подтверждены обязательным заявлением в Декларации очистки.*

*Декларация о дезактивации Topas (скачать на <http://www.topasgmbh.de>) всегда должна быть полностью заполнена и прикреплена к внешней стороне упаковки. Необходимо заявить о загрязнении устройств и компонентов, даже если они были удалены.*

---

## Замена внутреннего HEPA-фильтра

Для замены картриджа внутреннего фильтра необходимо открыть АТМ 228. Делается это следующим образом:

1. Открутите 8 винтов по бокам корпуса крестовой отверткой.
2. Снимите корпус АТМ с шасси.
3. Извлеките фильтрующий элемент из трубок и замените его новым.



*Опасность поражения электрическим током! Перед открытием отсоедините сетевой кабель.*



*Пожалуйста, свяжитесь с Toras, чтобы получить новый фильтрующий картридж. Не используйте другой патрон фильтра.*

---

Монтаж корпуса АТМ будет производиться в обратной последовательности.

## Устранение неполадок

| Проблема                                                          | Возможная причина                                     | Предлагаемое решение / Действие                                                          |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Нет аэрозоля                                                      | Отсутствие аэрозольного вещества                      | Проверить степень заполнения аэрозольным веществом в распылителе.                        |
| Насос не работает                                                 | Процесс генерации аэрозоля не запущен                 | Нажмите кнопку поворота, чтобы начать                                                    |
|                                                                   | Нет источника питания                                 | Заменить плавкие предохранители (230 В постоянного тока)<br>Проверить заряд аккумулятора |
|                                                                   | Неисправность помпы или блока питания                 | Ремонт                                                                                   |
| Макс. скорость потока намного ниже, чем 250 л / ч                 | Неправильное положение стеклянного сосуда распылителя | Проверить правильность положения стеклянного сосуда                                      |
|                                                                   | Отсутствует плоская прокладка                         | Заменить плоскую прокладку                                                               |
|                                                                   | Сопло распылителя заблокировано                       | Очистить сопло распылителя                                                               |
|                                                                   | Падение давления на НЕРА-фильтре слишком велико.      | Заменить картридж НЕРА-фильтра                                                           |
|                                                                   | Напорная трубка не подключена                         | Проверьте соединение трубки на распылителе.                                              |
| Максимум. скорость потока намного выше 250 л / ч                  | Узел сопла может течь                                 | Проверить на утечки                                                                      |
| Очень низкое сопло входное давление не может быть скорректировано | Неисправность / утечка насоса из-за перегрева         | Ремонт                                                                                   |

## Применение

### Тестирование фильтров HEPA / ULPA

Очень важным приложением АТМ 228 является тестирование высокоэффективных фильтров, а также проверка чистых помещений и боксов с ламинарным потоком. Полученный аэрозоль анализировали с помощью обширных измерений с помощью системы измерения подвижности частиц со сканированием (TSI Inc.). Полученное распределение частиц по размерам показано на следующей диаграмме.

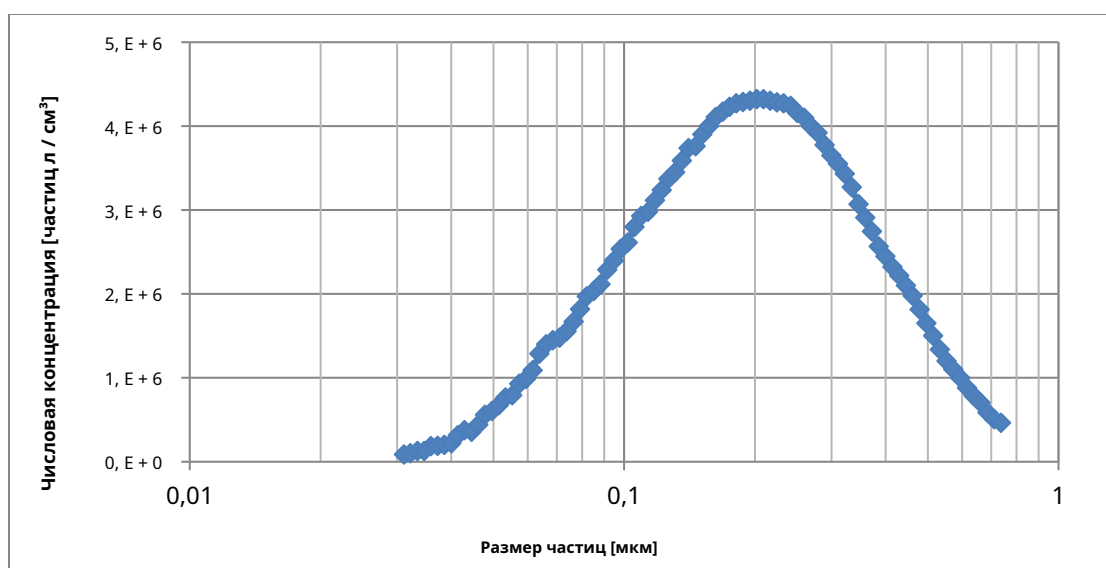


Рисунок 8 - Распределение размеров частиц аэрозоля DEHS, измеренное с помощью измерителя подвижности частиц Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS)

Производимые аэрозоли DEHS имеют очень высокую концентрацию частиц для размеров частиц, близких к так называемому размеру частиц с наибольшей проницаемостью MPPS (0,1 ... 0,3 мкм). Концентрация частиц также достаточно высока в диапазоне измерения большинства оптических счетчиков частиц (0,3 ... 0,5 мкм).

#### Расчет концентрации частиц в полученном тестовом аэрозоле.

Если требуются другие настройки, приведенная ниже формула может использоваться для расчета общей концентрации в тестовом аэрозоле.

Введя текущий и общий расход системы, можно легко рассчитать концентрацию генерируемого аэрозоля в тестовой системе следующим образом:

|                         |   |                   |   |                         |   |                      |
|-------------------------|---|-------------------|---|-------------------------|---|----------------------|
| $C_{\text{общ.}}$       | = | $V'_{\text{АТМ}}$ | × | $C_{\text{АТМ}}$        | / | $V'_{\text{сист.}}$  |
| Частиц / м <sup>3</sup> |   | л / ч             |   | Частиц / м <sup>3</sup> |   | м <sup>3</sup> / час |

|                   |   |  |   |                         |   |  |
|-------------------|---|--|---|-------------------------|---|--|
| $C_{\text{общ.}}$ | = |  | × | $2,7 \times 10^9$       | / |  |
| $C_{\text{общ.}}$ | = |  |   | Частиц / м <sup>3</sup> |   |  |

Конверсия единиц учтена в формуле.

## Расчет регулируемого расхода аэрозоля через АТМ

Следующая формула позволяет рассчитать расход АТМ, который необходимо отрегулировать для достижения определенной концентрации частиц в тестовом аэрозоле.

Введите требуемую концентрацию частиц и расход системы, чтобы рассчитать расход, который необходимо отрегулировать с помощью игольчатого клапана.

|                   |   |                      |   |                         |   |                         |
|-------------------|---|----------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|
| $V'_{\text{АТМ}}$ | = | $V'_{\text{сист.}}$  | × | $C_{\text{ges}}$        | / | $C_{\text{АТМ}}$        |
| л / ч             |   | м <sup>3</sup> / час |   | Частиц / м <sup>3</sup> |   | Частиц / м <sup>3</sup> |

|                   |   |  |   |       |   |                   |
|-------------------|---|--|---|-------|---|-------------------|
| $V'_{\text{АТМ}}$ | = |  | × |       | / | $2,7 \times 10^9$ |
| $V'_{\text{АТМ}}$ | = |  |   | л / ч |   |                   |

Конверсия единиц учтена в формуле.

$$C_{\text{необр. газ}} = \frac{N'_{\text{АТМ}}}{V'_{\text{общ.}}} = \frac{C_{\text{АТМ}} * V'_{\text{АТМ}}}{V'_{\text{вент.}} + V'_{\text{АТМ}}} = \frac{\frac{10^{13} \text{ P}}{\text{м}^3} \cdot 0,1 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}}{1000 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} + 0,1 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}}$$

$$= 1000 \text{ частиц / см}^3$$

$$= 10 \text{ частиц / см}^3 \text{ (разбавленный 1: 100)}$$

$$C_{\text{АТМ}} (< 0,1 \text{ мкм при } 100 \text{ л / ч}) = 10^7 \text{ частиц / см}^3$$

## PSL Аэрозоли

Аэрозольный генератор ATM 228 позволяет производить распыление аэрозолей PSL в соответствии с определенными стандартами размера частиц.

Для этого в очищенную бутылку распылителя налейте подходящую суспензию латекса. Концентрация суспензии PSL определяет количественную концентрацию производимого аэрозоля.

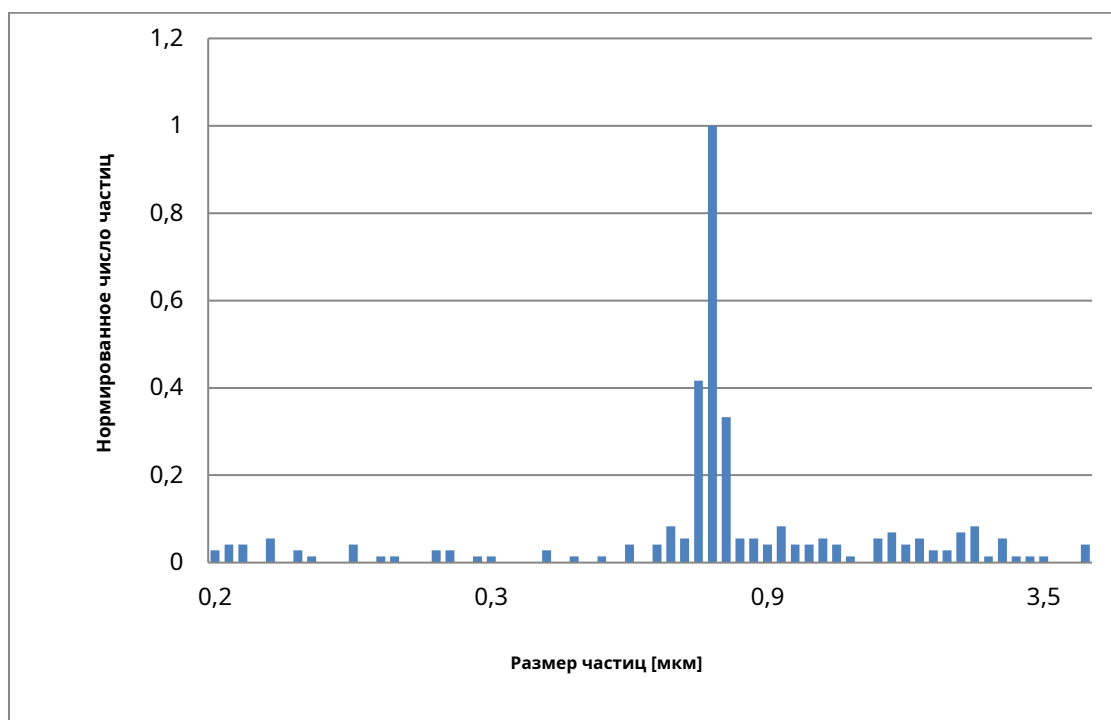


Рисунок 9 - Результаты измерения аэрозоля PSL 0,76 мкм

Распыление аэрозолей PSL с помощью ATM 228 возможно с размером частиц до 2 мкм. Благодаря отличным разделительным характеристикам встроенной перегородки можно предотвратить образование агломератов.

### Генерация трассирующих частиц

Надежное и стабильное образование частиц важно при использовании оптических методов (LDA, PIV) для измерения скорости и распределения потоков. ATM 228 отвечает этим требованиям и также подходит для генерации трассирующих частиц.

### Создание солевых аэрозолей

Аэрозольный генератор серии ATM также может производить солевые аэрозоли, используя для этого растворы солей. Полученный размер частиц  $d_p$

зависит от размера капель, генерируемых распылителем  $d_d$  концентрация солевого раствора  $c$  согласно следующему уравнению:

$$d_p = d_d \sqrt[3]{c}$$



Если жидкости, такие как вода, распыляются в течение более длительных периодов времени (> 1 часа), оборудование, подключенное к АТМ, охлаждается ниже температуры насыщения. В этом случае капли неизбежно снова будут конденсироваться. Для таких целей рекомендуется использовать диффузионный осушитель и нагревать подсоединенные аэрозольные трубки.

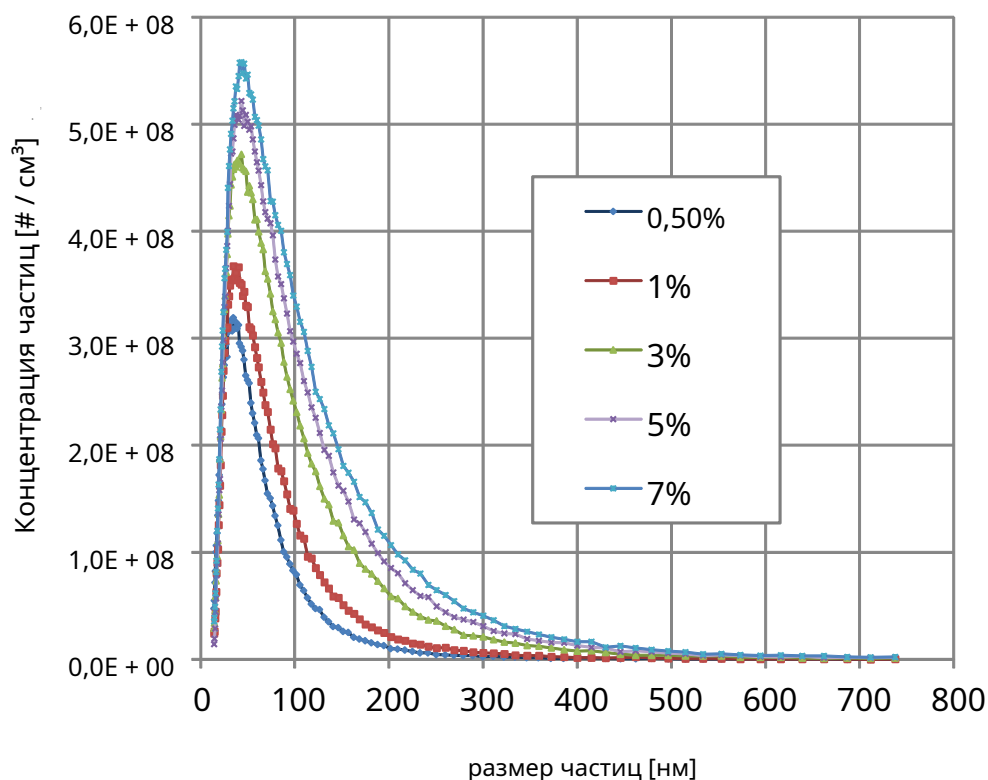


Рисунок 10 - размеры частиц раствора NaCl при различных массовых концентрациях раствора, измеренный системой SMPS.

## Спецификация

Следующие характеристики соответствуют стандарту VDI 3491-2.

## Технические данные

| Спецификация аэрозоля                                                                             |                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Параметр                                                                                          | Величина                                                                                                        |
| Аэрозольные вещества                                                                              | DEHS, PAO (Emery 3004),<br>парафиновое масло низкой<br>вязкости, латексные суспензии (PSL),<br>солевые растворы |
| Диспергирующий газ                                                                                | без конденсации, без частиц<br>сжатый воздух, производимый внутренним<br>компрессором                           |
| Условия окружающей среды<br>Температура окружающей среды<br>Давление воздуха<br>Влажность воздуха | 0 ... 50 ° C<br>70 ... 110 кПа<br>5 ... 95%                                                                     |
| Избыточное давление                                                                               | Максимум. 40 кПа (0,4 бар)                                                                                      |
| Давление открытия предохранительного<br>клапана                                                   | 50 кПа                                                                                                          |
| Нижний предел давления                                                                            | Давление внутри устройства не должно<br>опускаться ниже давления паров<br>аэрозольного вещества.                |
| Степень заполнения                                                                                | мин. 20 мл, макс. 80 мл                                                                                         |
| Максимум. период дозирования                                                                      | около 44 ч (непрерывная работа)                                                                                 |
| Заполнение во время работы                                                                        | нет                                                                                                             |
| Время возрастания                                                                                 | ≤ 20 с                                                                                                          |
| Присоединения для аэрозоля                                                                        | Быстрое присоединение, Ø 8 мм                                                                                   |
| Предохранитель устройства                                                                         | предохран. Ø 5x20 - 2А быстродействующий                                                                        |

| Спецификация прибора                                                                                          |                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Параметр                                                                                                      | Величина                                                                                                                                                                                   |
| Скорость потока аэрозоля                                                                                      | 20... 250 л / ч                                                                                                                                                                            |
| Массовый расход жидкости                                                                                      | 0... 1,4 г / ч                                                                                                                                                                             |
| Массовая концентрация                                                                                         | 0 ... 5,5 мкг / см <sup>3</sup>                                                                                                                                                            |
| Распределение размера частиц<br>Модальное значение размера частиц                                             | 0,15 ... 0,25 мкм (DEHS)                                                                                                                                                                   |
| Изменение<br>концентрации аэрозоля<br>(период времени 60 мин)                                                 | 0,9% (DEHS при 50 л / ч)<br>0,8% (DEHS при 100 л / ч)<br>0,4% (DEHS при 250 л / ч)                                                                                                         |
| Стандартное отклонение повторяемости<br>(10 повторов)                                                         | 4,6% (DEHS при 50 л / ч)<br>0,9% (DEHS при 100 л / ч)<br>0,3% (DEHS при 250 л / ч)                                                                                                         |
| Расход числа частиц /<br>Скорость производства частиц                                                         | 4,7 E + 2... 1,4 E + 10 частиц / с                                                                                                                                                         |
| Концентрация числа частиц                                                                                     | > 3,1 E + 5 частиц / см <sup>3</sup> (DEHS при 50 л / ч)<br><br>> 2,5 E + 7 частиц / см <sup>3</sup> (DEHS при 100 л / ч)<br><br>> 2,0 E + 8 частиц / см <sup>3</sup> (DEHS при 250 л / ч) |
| Числовой расход<br>(DEHS при 250 л / ч)<br>Класс: <0,2 мкм<br>Класс: 0,2 ... 0,4 мкм<br>Класс:> 0,4 мкм       | 7.1 E + 9 частиц / с<br>5.0 E + 9 частиц / с<br>1,5 E + 9 частиц / с                                                                                                                       |
| Числовая концентрация<br>(DEHS при 250 л / ч)<br>Класс: <0,2 мкм<br>Класс: 0,2 ... 0,4 мкм<br>Класс:> 0,4 мкм | 1,0 E + 8 частиц / см <sup>3</sup><br>7,3 E + 7 частиц / см <sup>3</sup><br>2,2 E + 7 частиц / см <sup>3</sup>                                                                             |

| Технические характеристики |                                |
|----------------------------|--------------------------------|
| Параметр                   | Величина                       |
| Источник питания           | 100 ... 240 В переменного тока |
| Размеры                    | 300 x 120 x 195 мм             |
| Масса                      | 3.9 кг                         |

## Принадлежности

Кабель для внешнего аккумулятора (ID 995)



Интерфейсный кабель (ID 996)

Для последовательного подключения  
через USB к ПК



Дополнительный стеклянный сосуд распылителя (ID 64)



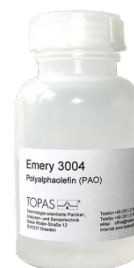
Аэрозольная жидкость DEHS

- 1 л (ID 14)
- 5 л (ID 50)
- 20 л (ID 15)



### Аэрозольная жидкость АО (Emery 3004)

- 1л (ID 413)
- 5л (ID 414)



Диффузионная сушилка DDU 570, возможно прямое подключение к ATM для образования солевых или PSL-аэрозолей

- Длина: 470 мм (ID 142)
- Длина: 250 мм (ID 143)



Система разбавления DIL 550 или DIL 554 для определенного разбавления аэрозоля, подходящая для проверки тестовых аэрозолей с использованием счетчиков частиц (проверка чистых помещений, боксов с ламинарным потоком, стендов безопасности в соответствии с EN 14644 и VDI 2083-3)

- DIL 550 (ID 1)
- DIL 554 (ID 448)



Изокинетические прямоугольные пробоотборные зонды для тестирования фильтров в чистых помещениях, боксов с ламинарным потоком, в соответствии с EN 14644-3 и VDI 2083-3

- SYS 529 (ID 230)



## **Приложение**

### **Периодические испытания воздушных фильтров для твердых частиц в оборудовании для чистых помещений**

В этой главе пользователю даются рекомендации, как эффективно объединить различные инструменты Toras в одну испытательную установку. В частности, генератор аэрозолей ATM 228, систему разбавления DIL 550 или DIL 554, изокинетический пробоотборный зонд SYS 529 и счетчик частиц успешно сочетались в прошлом для тестирования боксов с ламинарным потоком, безопасных рабочих мест и небольших чистых помещений. Все рекомендации основаны на стандартах EN ISO 14644-3 и VDI 2083, лист 3 для испытаний воздушных фильтров для твердых частиц.

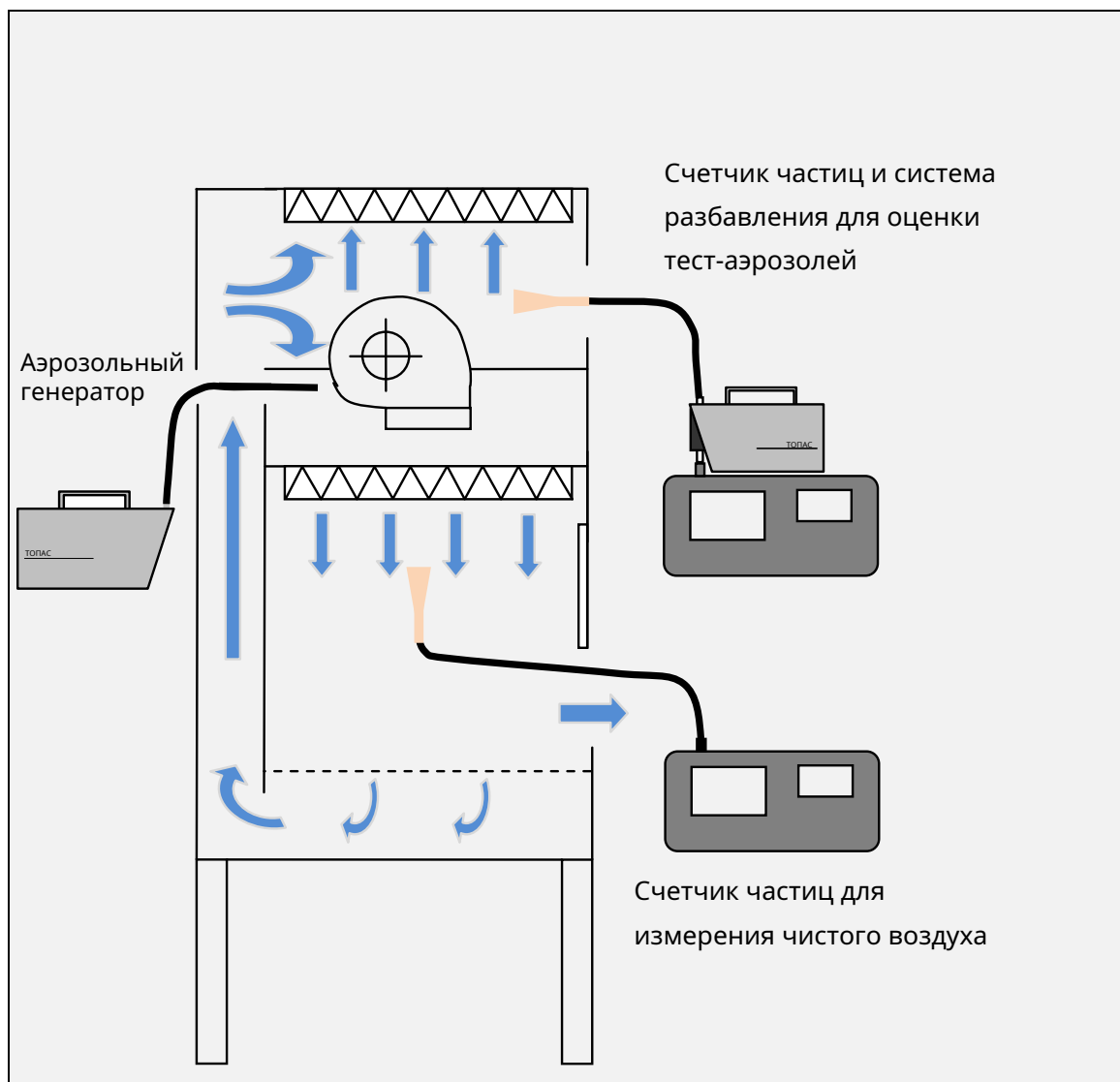


Рисунок 11 - Приложения для инструментов Topas

Использование тестового аэрозоля с определенным количеством частиц является основой для проверки качества фильтра. В Германии эта процедура испытания определяет минимальную концентрацию частиц  $10^6 \text{ \# / куб.фут}$  в соответствии со стандартом VDI. 2083. Эта числовая концентрация частиц позволяет обнаруживать утечки на акустической основе, поскольку обычно используемые счетчики частиц в чистых помещениях издают звуковой сигнал при обнаружении частиц. Концентрация частиц, превышающая критическое значение, вызовет непрерывный звуковой сигнал. Таким образом можно проверить фильтры с эффективностью разделения согласно EU 13 и EU 14. Утечки можно легко обнаружить, просканировав расположенный ниже по потоку фильтр.

Чтобы измерить концентрацию частиц в тестовом аэрозоле, обычно используемые счетчики частиц в чистых помещениях требуют разбавления с определенным коэффициентом. Системы разбавления DIL 550 и DIL 554 были разработаны специально для этого применения.

Возможность регулировки расхода и концентрации аэрозоля с помощью АТМ 228 в сочетании с системой разбавления серии DIL позволяет измерять числовую концентрацию частиц тестового аэрозоля с высокой точностью.

Предполагая такую концентрацию частиц неочищенного воздуха, можно использовать АТМ 228.

- с объемным расходом от 75 до 21000 м<sup>3</sup> / ч
- для площади фильтра от 0,05 до 14,5 м<sup>2</sup> (при скорости перемещения над поверхностью фильтра 0,4 м/с)

### **Рекомендации по проведению теста на утечку с одним счетчиком частиц (см. Рисунок 11)**

- 1) Подключить АТМ к специальному подающему аэрозоль патрубку (штуцер), соответственно сопло патрубка устройства – засасывающему отверстию установки; подключить счетчик частиц с системой разбавления DIL 550 к патрубку контроля неочищенного воздуха. Привести в действие счетчик частиц и осуществить регулировку системы разбавления в LF-установке
- 2) Запустить АТМ и установить требуемый расход аэрозоля, используя приведенную выше схему.
- 3) Скорректировать концентрацию частиц неочищенного воздуха до - > 1 миллион частиц/cf (счетчик частиц - > 10000 частиц/мин), проводя регулировку производительности частиц).
- 4) Измерить, по мере возможностей, концентрацию частиц неочищенного воздуха (не менее 3-х измерений по 1 мин.) при использовании системы разбавления аэрозоля серии DIL 550.

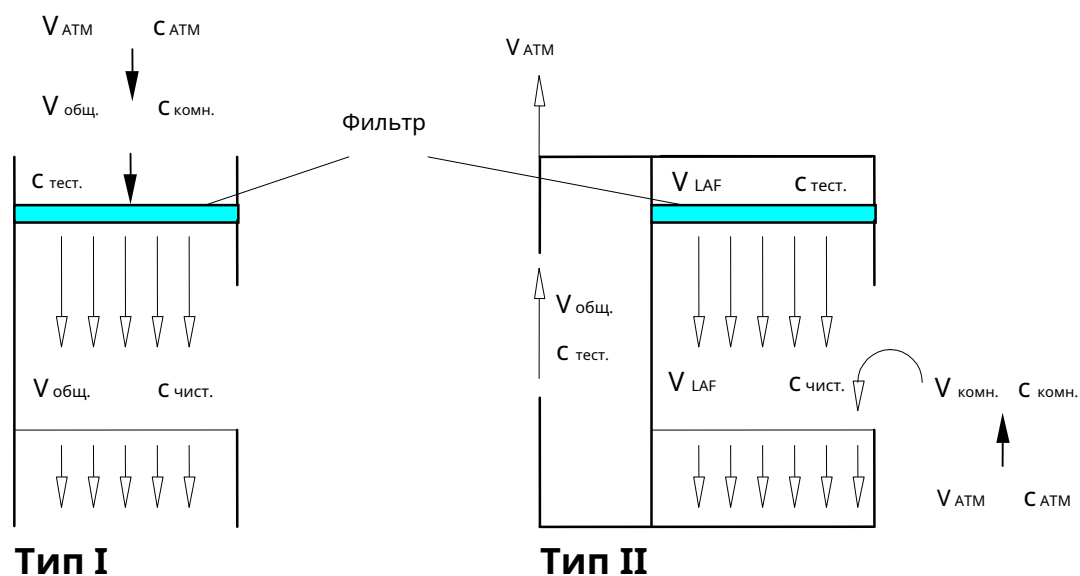
- 5) Счетчик частиц выключить; шланг для неочищенного воздуха отсоединить от контрольного патрубка и закрыть патрубок; далее привести в действие АТМ.
- 6) Прямоугольный зонд-пробоотборник с (абсолютным) фильтром подключить к счетчику частиц. Счетчик частиц включить и привести в действие (до тех пор, пока ни одна частица больше не обнаружится); выключить насос
- 7) Удалить (абсолютный) фильтр с зондом-пробоотборником. Далее в зонд поместить фильтр; включить насос; провести поиск течи и измерение чистого воздуха.
- 8) Выключить АТМ; закрыть патрубок подачи аэрозоля.
- 9) Заполнить протокол проверки.

Скорость сканирования при испытании на герметичность зависит от скорости на выходе фильтра, размеров поперечного сечения пробоотборного зонда и концентрации частиц тестового аэрозоля.

Используется для одного из прямоугольных пробоотборных зондов Торас (согласно DIN EN ISO 14644).

## Оценка концентрации частиц в тестовом аэрозоле

### Формула расчета для двух типов ламинарных боксов



Для обоих типов боксов с ламинарным потоком количественная концентрация частиц в воздухе может быть рассчитана по формуле (1). В этой формуле не учитывается числовая концентрация частиц в окружающем воздухе.

$$c_{\text{тест.}} = \frac{N'_{\text{АТМ}}}{V'_{\text{общ.}}} = \frac{c_{\text{АТМ}} V'_{\text{АТМ}}}{V'_{\text{общ.}}} \quad (1)$$

Если необходимо учитывать числовую концентрацию частиц в окружающем воздухе, необходимо использовать другие формулы для двух типов камер с ламинарным потоком формулы (2) и (3).

Модель I:

$$c_{\text{тест.}} = \frac{N'_{\text{АТМ}} + N'_{\text{комн.}}}{V'_{\text{общ.}}} = \frac{c_{\text{АТМ}} V'_{\text{АТМ}} + c_{\text{комн.}} (V'_{\text{общ.}} - V'_{\text{АТМ}})}{V'_{\text{общ.}}} \quad (2)$$

Модель II:

$$c_{\text{тест.}} = \frac{N'_{\text{АТМ}} + N'_{\text{комн.}}}{V'_{\text{LAF}}} = \frac{c_{\text{АТМ}} V'_{\text{АТМ}} + c_{\text{комн.}} (V'_{\text{комн.}} - V'_{\text{АТМ}})}{V'_{\text{LAF}}} \quad (3)$$

#### Аэрозоли, производимые АТМ (без разбавления)

|                                                | Частиц / см <sup>3</sup> | Частиц / куб. фут      |
|------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Числовая концентрация (общая)                  | > 10 <sup>8</sup>        | 2,8 · 10 <sup>12</sup> |
| Числовая концентрация (фракции 0,3 - 0,5 мкм): | 5 · 10 <sup>5</sup>      | 1,4 · 10 <sup>10</sup> |
| Числовая концентрация (фракции 0,5 - 1,0 мкм): | 3 · 10 <sup>5</sup>      | 8,5 · 10 <sup>9</sup>  |

#### Пример

Камера ламинарного потока тип II

$V_{\text{LAF}} = 600 \text{ м}^3 / \text{час}$

$V_{\text{LAF}} = 70\% V_{\text{общ.}} = 0,7 V_{\text{общ.}}$

$V_{\text{комн.}} = 30\% V_{\text{общ.}} = 0,3 V_{\text{общ.}}$

$c_{\text{комн.}}(0,5 \text{ мкм}) = 3,5 \text{ частиц} / \text{см}^3$  (чистая комната стандарт 100000

→ США-Fed.Std. 209D или в Германии: VDI2083)

$$c_{\text{ATM}} (0,5 - 1,0 \text{ мкм}) = 3 \cdot 10^5 \text{ Частиц/см}^3$$

$$V_{\text{ATM}} = 250 \text{ л/ч} = 250 \cdot 10^3 \text{ см}^3 / \text{час}$$

Учитывая допустимую числовую концентрацию частиц в окружающем воздухе, концентрация частиц в образующемся аэрозоле будет рассчитана следующим образом:

$$c_{\text{тест.}} = \frac{N'_{\text{ATM}} + N'_{\text{комн.}}}{V'_{\text{LAF}}} = \frac{c_{\text{ATM}} V'_{\text{ATM}} + c_{\text{комн.}} (0,3 V'_{\text{общ.}} - V'_{\text{ATM}})}{V'_{\text{LAF}}}$$

$$c_{\text{тест.}} = \frac{8 \cdot 10^6 \frac{\text{Частиц}}{\text{см}^3} 250 \cdot 10^3 \frac{\text{см}^3}{\text{ч}} + 3,5 \frac{\text{Частиц}}{\text{см}^3} (0,3 \cdot 600 \cdot 10^6 - 250 \cdot 10^3) \frac{\text{см}^3}{\text{ч}}}{600 \cdot 10^6 \frac{\text{см}^3}{\text{ч}}}$$

$$c_{\text{тест.}} = 126 \frac{\text{Частиц}}{\text{см}^3} = 3,6 \cdot 10^6 \frac{\text{Частиц}}{\text{куб.фут}}$$

Если принять во внимание комнатный воздух, то концентрация полученного тестового аэрозоля рассчитывается как 126 частиц/см<sup>3</sup> (3,6 · 10<sup>6</sup> Частиц / куб.фут), тогда как без него концентрация составляет 125 частиц/см<sup>3</sup>. Этот пример показывает, что допустимо пренебречь числовой концентрацией частиц в комнатном воздухе и применить формулу (1).

## Используемые символы и индексы

---

### Условное обозначение

---

|           |                                |
|-----------|--------------------------------|
| C         | Концентрация числа частиц      |
| V         | Фактор разбавления             |
| $\dot{V}$ | Объемный расход                |
| N·        | Скорость потока аэрозоля (атм) |

---

### Индексы:

---

|            |                                            |
|------------|--------------------------------------------|
| АТМ        | Аэрозольный генератор, серия АТМ           |
| LAF        | Ламинарное течение воздуха                 |
| комн.      | Комнатный воздух                           |
| тест.      | Тестовый аэрозоль                          |
| общ.       | Общий объемный расход                      |
| чист.      | Чистый воздух                              |
| необр. газ | Газ перед устройством контроля загрязнения |
| вент.      | Машина для транспортировки и сжатия газов  |

---

**Схема определения скорости сканирования при использовании зонда прямоугольной формы** (Размеры WP / DP = макс. согласно EN ISO 14 644, Зонд WP = 80 мм; DP = 15мм; скорость воздуха 0,45 м / с

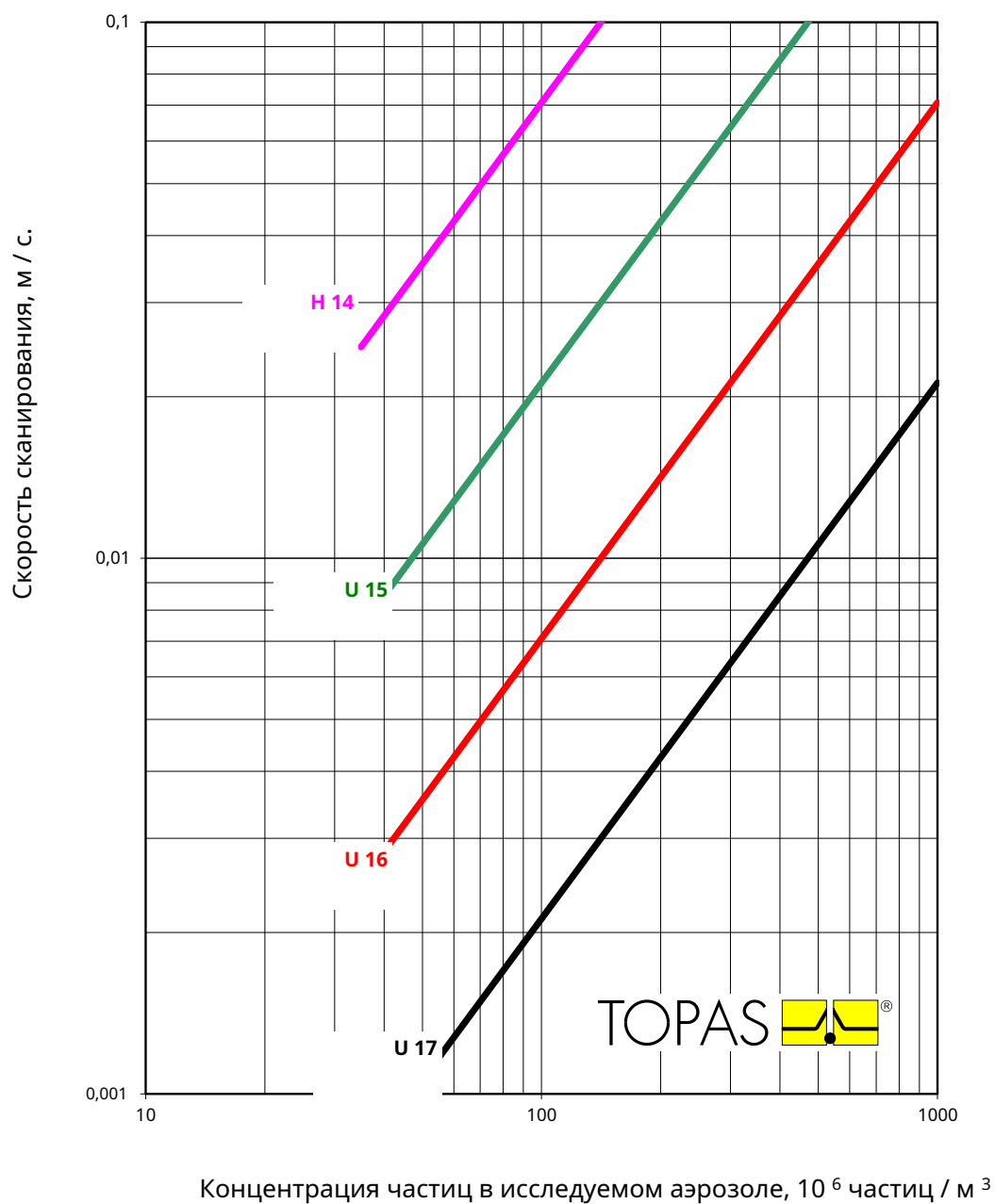
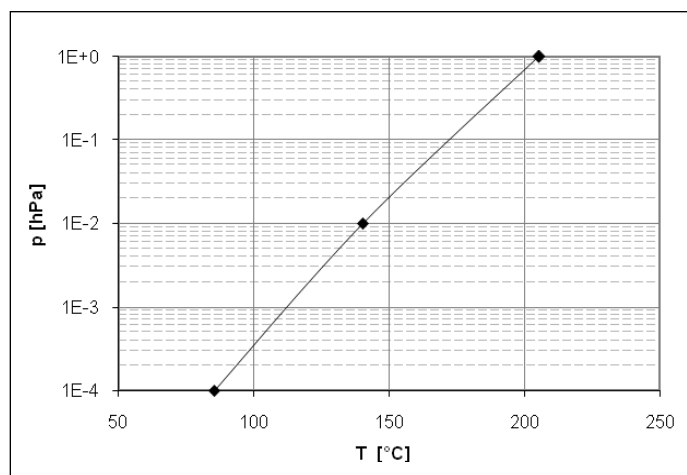


Рисунок 12 - Скорость сканирования для прямоугольного пробоотборного зонда

## Физические данные DEHS

|                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| Имя                     | Ди(2-этилгексил) себацинат |
| CAS-№                   | 122-62-3                   |
| Формула                 | $C_{26}H_{50}O_4$          |
| Плотность               | 0.912 г/см <sup>3</sup>    |
| Динамическая вязкость   | 0.023 Па с                 |
| Кинематическая вязкость | 25.16 мм <sup>2</sup> /с   |
| Точка кипения           | 525 К (252 °C)             |
| Давление пара (293 К)   | > 1 Па                     |
| Температура вспышки     | > 473 К (> 200 °C)         |

| Показатель преломления | Длина волны, нм |
|------------------------|-----------------|
| 1,450                  | 650             |
| 1,452                  | 600             |
| 1,4535                 | 550             |
| 1,4545                 | 500             |
| 1,4585                 | 450             |



## Физические данные РАО (Emery 3004)

|                         |                                                 |
|-------------------------|-------------------------------------------------|
| Имя                     | Полиальфаолефин (Поли (1-децен), гидрированный) |
| CAS-№                   | 68649-12-7; 68037-01-4                          |
| Формула                 | $C_{10}H_{20}$                                  |
| Плотность               | 0.819 г/см <sup>3</sup>                         |
| Динамическая вязкость   | 0.014 Па с                                      |
| Кинематическая вязкость | 16 мм <sup>2</sup> /с                           |
| Точка кипения           | 474 К (201 °С)                                  |
| Давление пара (293 К)   | > 1 Па                                          |
| Температура вспышки     | > 473 К (> 200 °С)                              |
| Показатель преломления  | 1,455                                           |

## Срок службы аэрозоля

| Диаметр капли,<br>мкм | Время жизни |          |
|-----------------------|-------------|----------|
|                       | Вода        | DEHS *)  |
| 0,1                   | 2 мкс       | 84 мин   |
| 0,3                   | 73 мкс      | 4 ч      |
| 1.0                   | 1 мс        | 57 часов |
| 3.0                   | 7 мс        | 16 дней  |
| 10.0                  | 80 мс       | 160 дн   |

Значения для 20 °С.

\*) В.Хиндс: Технология аэрозолей, 1999, Wiley;  
П. Кулькарни: Измерения аэрозолей, 2011, Wiley

## Характеристики АТМ 228

В зависимости от расхода АТМ, заданного выбранным положением клапана, в таблице были определены следующие рабочие характеристики. Значения были определены с веществом DEHS и счетчиком частиц, диапазон измерения 0,3-20 мкм.

Общий диапазон настройки расхода аэрозоля 5 ... 280 л / ч.

Технические характеристики, приведенные в соответствии с VDI 3491, лист 2, действительны для диапазона расхода аэрозоля 50... 250 л / ч.

АТМ 228 может охватывать широкий диапазон производства частиц. Из приведенной выше таблицы видно, что максимальная концентрация до 300 раз превышает минимальную концентрацию.

Для расчетов, касающихся проверки боксов с ламинарным потоком, была принята скорость на выходе из фильтра 0,4 м / с и концентрация частиц  $1,2 \cdot 10^6 \text{ \# / куб. фут.}$  Учитывались только частицы размером 0,3 - 0,5 мкм.

### Характеристическая кривая сопла АТМ 228

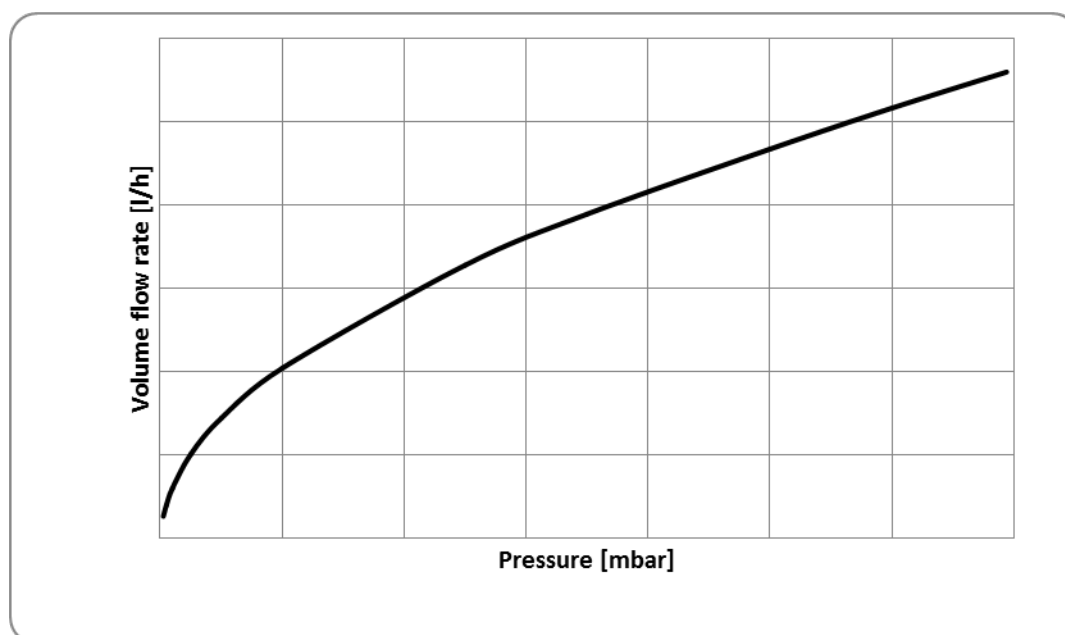


Рисунок 14 - Характеристическая кривая форсунки распылителя АТМ 228

## Другие генераторы аэрозолей Topas

Для работы в лаборатории рекомендуется использовать ATM 220. Это устройство должно быть подключено к источнику сжатого воздуха и рассчитано на объемные потоки аэрозолей от 50 до 250 л / мин.



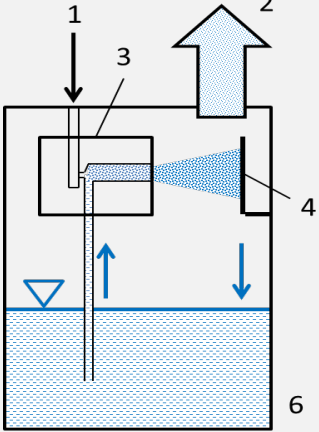
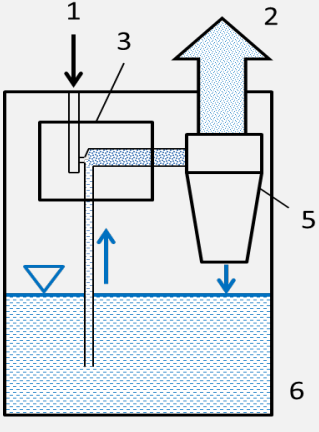
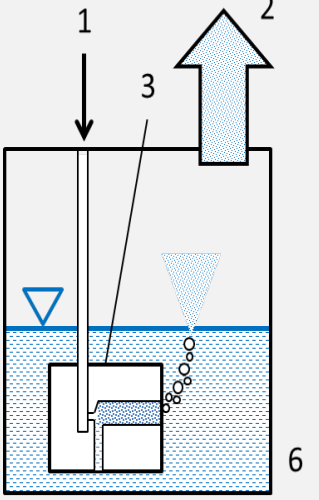
Рисунок 15 - Генераторы аэрозолей с распылителем ATM 226 и ATM 220

Аэрозольные генераторы ATM 230 и ATM 241, также работающие на сжатом воздухе, рассчитаны на гораздо более высокие скорости потока аэрозолей.



Рисунок 16 - Генераторы аэрозолей с распылителем ATM 230 и ATM 241 с высоким выходом аэрозолей

## Режимы работы двухкомпонентного сопла

| Операционная                                        | разделитель    | Схематический эскиз                                                                 | Характеристики                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Лит.          |
|-----------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| двухкомпонентное сопло<br><br>открытая эксплуатация | зона импактора |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>двухкомпонентное сопло над уровнем жидкости</li> <li>осаждение крупных частиц на поверхности импактора</li> <li>определенный предел расстояния до зоны импактора</li> <li>возврат в предварительный контейнер</li> </ul>                                         | [1], [3], [4] |
|                                                     | циклон         |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>двухкомпонентное сопло над уровнем жидкости</li> <li>осаждение более крупных частиц циклоном</li> <li>определенный предел разделения циклоном</li> <li>возврат в предварительный контейнер</li> </ul>                                                            | [5]           |
| двухкомпонентное сопло<br><br>закрытая эксплуатация | жидкость       |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>двухкомпонентное сопло на уровне жидкости</li> <li>осаждение более крупных частиц непосредственно в аэрозольном веществе</li> <li>предотвращение образования кристаллизационных отложений.</li> <li>можно генерировать даже небольшие массовые потоки</li> </ul> | [1], [2]      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1: Низкая масса дисперсионного газа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2: Аэрозоль                                      |
| 3: двухкомпонентное сопло                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4: Область импактора                             |
| 5: циклон                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6: емкость для хранения (резервуар для жидкости) |
| <p>[1] Отчет лаборатории морских исследований 5929 (1963), Echols &amp; Young</p> <p>[2] Патент DE 19821552C1 (1998) Rudolph &amp; Adam</p> <p>[3] Journal of Aerosol Science (1973) 4/3 S 235-238, май</p> <p>[4] Журнал клинической микробиологии (1977) 5/2 S 131-136, Young et. al.</p> <p>[5] Chemie Ingenieur Technik (1982) 54/7 S 621-630, Bohnet</p> |                                                  |

## Утилизация отслужившего оборудования

Отработанное оборудование необходимо дезактивировать соответствующим профессиональным образом.

Утилизация должна производиться в соответствии с законодательными положениями, особенно в отношении электрического и электронного оборудования, а также в соответствии со специальными местными правилами и инструкциями по переработке.

Отработанное электрическое и электронное оборудование может быть возвращено производителю только с приложением заполненной декларации о дезактивации. Toras GmbH не несет никаких транспортных расходов.



**ATOMIZER AEROSOL GENERATOR ATM 228**

**EG-Konformitätserklärung**

Hiermit erklären wir, dass der oben bezeichnete Aerosolgenerator in der von uns in Verkehr gebrachten Ausführung folgenden EG-Richtlinien entspricht.

Maschinenrichtlinie 2006/42/EG vom 17.5.2006

Angewandte harmonisierte Normen: EN ISO 12100:2010

Richtlinie Elektromagnetische Verträglichkeit 2004/108/EG vom 15.12.2004

Angewandte harmonisierte Normen: EN 61000-6-1:2007  
EN 61000-6-3:2007/A1:2011/AC:2012

Die Schutzziele der Niederspannungsrichtlinie wurden gemäß Anhang I, Nr. 1.5.1 der Maschinenrichtlinie eingehalten.

Bei einer mit uns nicht abgestimmten Änderung am Gerät verliert diese Erklärung ihre Gültigkeit.

**EC Declaration of Conformity**

We confirm that the conception and the design of the aerosol generator meet the requirements of the following guidelines of the European Community (EC).

EC-Directive machinery 2006/42/EG (17 May 2006)

Harmonizing standards: EN ISO 12100:2010

EC-Directive for electromagnetic compatibility 2004/108/EG (15 December 2004)

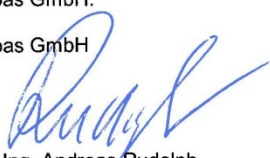
Harmonizing standards: EN 61000-6-1:2007  
EN 61000-6-3:2007/A1:2011/AC:2012

The safety objectives of the Low Voltage Directive in accordance with Annex I, No. 1.5.1 of the Machinery Directive are satisfied.

This declaration is no longer valid if the device has been modified without a written permission of the Topas GmbH.

Topas GmbH

Dresden, 23.06.17

  
Dr.-Ing. Andreas Rudolph  
Geschäftsführer  
Managing Director



Topas GmbH  
Technologie-orientierte  
Partikel-, Analysen- und Sensortechnik  
Oskar-Röder-Straße 12 · D-01237 Dresden

Telefon +49 (351) 21 66 43 - 0  
Fax +49 (351) 21 66 43 55  
E-Mail [office@topas-gmbh.de](mailto:office@topas-gmbh.de)  
Internet [www.topas-gmbh.de](http://www.topas-gmbh.de)