

Алматы (7273)495-231
Ангарск (3955)42-70-56
Архангельск (8182)63-90-72
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-42
Белгород (4735)40-23-142
Благовещенск (4162)35-142-07
Брянск (4232)59-03-52
Владивосток (423)249-42-31
Владикавказ (8672)42-90-42
Владимир (4935) 49-43-18
Волгоград (844)278-03-42
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-142

Ижевск (3412)26-03-58
Иваново (4932)77-34-06
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-42
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4242)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Коломна (4966)23-41-49
Кострома (4942)77-07-42
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Курган (4352)50-90-47
Липецк (4742)52-20-81

Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (4219)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-142-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Ноябрьск (3496)41-32-12
Новосибирск (383)357-86-73
Ноябрьск (3496)41-32-12
Омск (3812)21-46-40
Орел (4262)44-53-42
Оренбург (4232)37-68-04
Пенза (8412)35-31-16
Петрозаводск (8142)55-98-37
Псков (8112)59-10-37

Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-142
Самара (846)206-03-16
Саранск (8342)35-96-24
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)35-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4212)29-41-42
Сочи (862)242-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Сыктывкар (8212)42-95-17
Сургут (3462)77-98-42
Тамбов (4752)50-40-97

Казахстан (772)734-952-31

Тверь (4352)63-31-42
Тольятти (8435)63-91-07
Томск (3835)98-41-53
Тула (4272)33-79-87
Тюмень (3452)66-21-18
Улан-Удэ (3012)59-97-51
Ульяновск (8435)24-23-59
Уфа (347)359-42-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Чебоксары (8435)42-53-07
Челябинск (421)202-03-61
Череповец (8202)49-02-142
Чита (3035)38-34-83
Якутск (4112)23-90-97
Ярославль (4422)69-52-93

<https://topas.nt-rt.ru> || tac@nt-rt.ru

АЭРОЗОЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР АТМ 226

Руководство по эксплуатации



1 Введение

Аэрозольный генератор ATM 226 служит для получения тест-аэрозолей с заданными свойствами (директива VDI 3491). Применяя известные аэрозольные жидкости, такие как DEHS и DOP, этот аппарат служит для испытания аппаратуры чистых комнат (в соответствии с VDI 2083 и EN 14644). Получаемые аэрозольные частицы лежат в размерном интервале 0,1 – 0,3 мкм (размер частиц с наивысшей проникающей способностью – MPPS) и гарантируют достоверную оценку высокопроизводительных фильтров на больших нагрузках.

Поскольку в аппарате используются такие конструктивные и технологические решения, то достигается высокая стабильность размеров частиц и их концентрация. Созданные аэрозоли хорошо воспроизводятся (высокая степень повторяемости).

С помощью данного генератора могут также производиться Latex – аэрозоли (удовлетворяющие стандарту калибровки) и солевые аэрозоли. В этом случае необходимо дополнительное подключение диффузионной сушилки DDU 570 для того, чтобы удалить имеющиеся капли воды или предотвратить их новое образование.

2 Описание прибора

Аэрозольный генератор представлен в мобильном исполнении. Встроенный компрессор дает возможность работать непосредственно на месте без дополнительного обеспечения сжатым воздухом.

Прибор демонстрирует прочность и долговечность.

Благодаря нержавеющей стали корпус прибора может использоваться в чистых помещениях, так как он легко очищается от загрязнений и дезинфицируется.

Все детали, находящиеся под давлением, а так же стеклянные детали, защищены стеклянным корпусом от внешних воздействий.

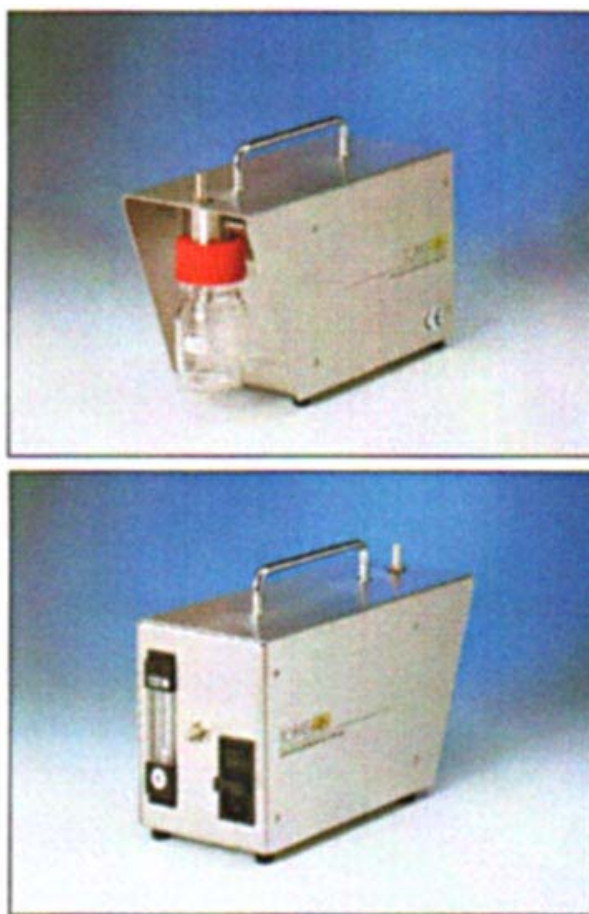


Рисунок 3. Аэрозольный генератор АТМ 226 с регулировкой объема потока аэрозоля

На передней панели генератора находятся разъем для подключения сети, выключатель, расходомер суспензии с игольчатым клапаном для настройки объемного потока аэрозоля. Для наполнения стеклянных емкостей аэрозольной жидкостью отвинчивается серая крышка, и стеклянная емкость вывинчивается наружу. Т.О., подготовка аппарата к использованию занимает всего несколько минут.

Необходимое для распыления избыточное давление создается при помощи бесшумного плунжерного компрессора. Перед попаданием в распылитель находящийся под давлением воздух очищается при помощи фильтра типа HEPA.

Пользователь может регулировать объемный поток аэрозоля в пределах 60-300 л/ч, изменяя количество аэрозоля в соответствии с необходимостью. Чтобы концентрация частиц в создаваемом аэрозоле соответствовала воздушному потоку установки, в которой производится аэрозоль, проводится соответствующая оптимизация.

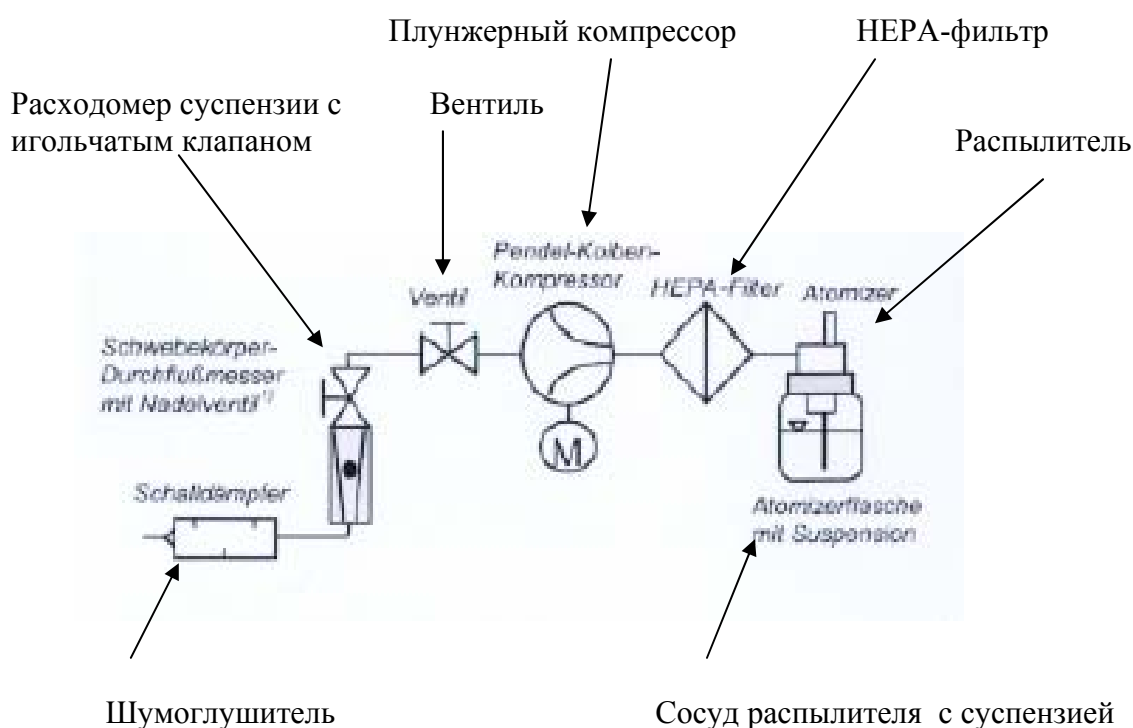


Рис. 4. Схема АТМ 226 с регулируемым объемом потока аэрозоля

Основой АТМ 226 является современный, выполненный из высококачественной стали распылитель. Его основной частью является работающее по инжекторному типу двухкомпонентное сопло, которое направлено на стеклянную поверхность. Эта стеклянная поверхность выполняет роль ловушки и служит для немедленного возвращения назад больших капель, возникающих в процессе распыления. Эта конструкция обеспечивает качественное распределение частиц распыленной жидкости по размеру.

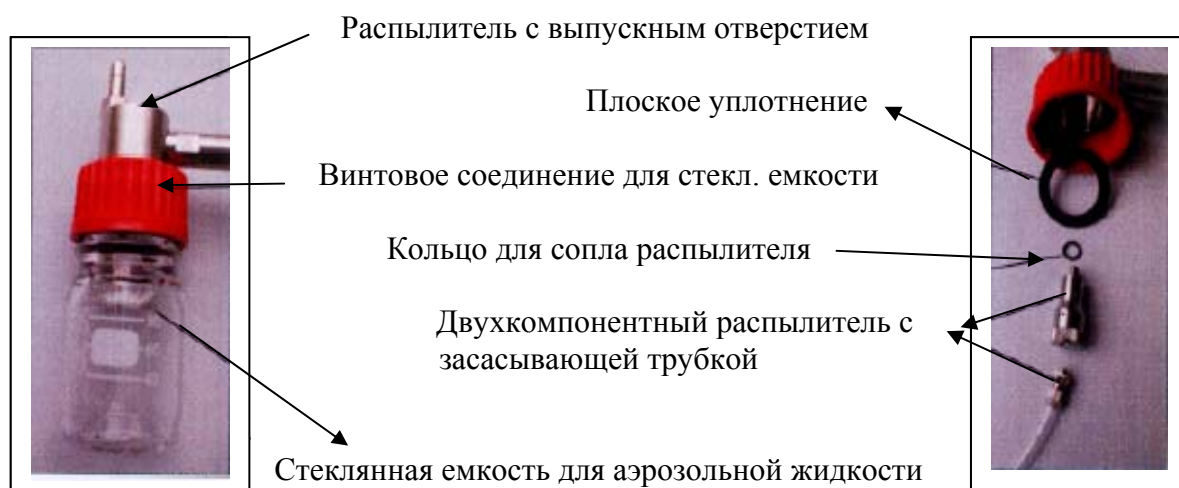
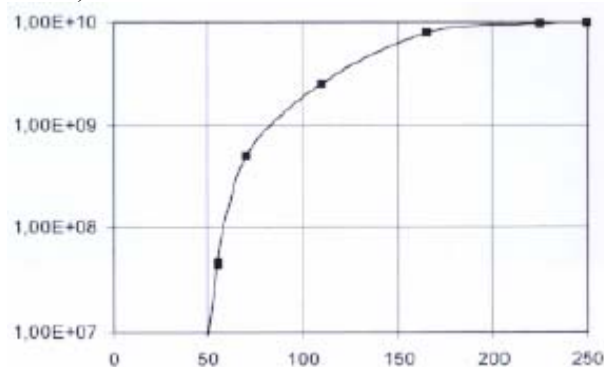


Рис. 5. Распылитель в собранном и демонтированном состоянии.

Юстировка объема выхода частиц (производительности частиц) за счет регулирования объема потока

У АТМ 226 есть возможность настройки объема выхода частиц. Для этого у генератора имеется игольчатый вентиль в комплекте с расходомером суспензии (как показывающий прибор). При перекрывании игольчатого вентиля общий объемный поток сокращается и, т.о., распылитель выходит из рабочей зоны. Низкий объемный поток, мало жидкости и, т.о., уменьшается производительность частиц (частица/время). На приведенном ниже рисунке дана кривая зависимости производительности частиц от объема потока (при его ограничении).

Частиц/мин. ($<0,3$ мкм)



Объем потока АТМ 226 (л/ч)

Рис.6. Динамика производительности АТМ 226

Динамический диапазон зависимости «производительность-регулировка» составляет 1:300. В этом случае генератор понижает производительность частиц до гарантированных значений с хорошей воспроизводимостью.

3. Ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание

Упаковка

После вскрытия упаковки необходимо проверить комплектность поставки.

В стандартную поставку входят:

- АТМ 226
- Сетевой кабель
- 80 мл DEHS
- Руководство по обслуживанию

В случае неполной комплектации или повреждения отдельных компонентов следует обращаться на фирму (Toras GmbH).

Внимание! Красная крышка, закрывающая выпускное отверстие для аэрозоля, перед началом эксплуатации должна быть обязательно удалена.

Ввод в эксплуатацию

Внимание!

Перед каждым вводом в эксплуатацию следует обратить внимание на то, чтобы отверстие для выпуска аэрозоля было открыто. Так же при эксплуатации необходимо внимательно следить за тем, чтобы аэрозоль мог свободно выходить, и на отводящих шлангах не возникали изгибы и заломы. Расходомер суспензии (с игольчатым клапаном) для установки скорости производства частиц (аэрозоля) не следует полностью закрывать.

Прибор должен быть установлен на прочном, надежном основании.

Для того, чтобы открыть поворотную крышку, аппарат должен быть поставлен на плоскую поверхность (например, стол) так, чтобы нижняя часть поворотной крышки была свободна. Положение центра тяжести предотвращает опрокидывание устройства. После открытия поворотной крышки можно вывернуть и извлечь стеклянную емкость. Стеклянная емкость наполняется аэрозольной субстанцией и снова помещается в распылитель. При наполнении стеклянной емкости нужно следить, чтобы максимально допустимое количество (субстанции), составляющее 80 мл, ни в коем случае не было превышено. Стабильный выход аэрозоля обеспечивается при условии, что остаточное количество субстанции составляет не менее 10 мл. После того, как стеклянная емкость будет ввинчена, поворотная крышка должна быть закрыта.

Электропитание осуществляется посредством подключения сетевого адаптера к низковольтному разъему АТМ 226. Включение и выключение АТМ 226 осуществляется при помощи выключателя.

Транспортировка

АТМ 226 может транспортироваться без проблем (ручкой вверх). Конструкция корпуса обеспечивает устойчивость прибора.

Внимание!

При транспортировке аппарата, заполненного жидкостью, необходимо исключить сильную тряску и толчки, чтобы жидкость не вытекла через выпускное отверстие для аэрозоля.

Техническое обслуживание

Генератор АТМ 226 работает без присмотра. Корпус легко чистится.

Необходима периодическая очистка сопла распылителя. Он легко разбирается вручную.

Для очистки применяются продувка или ультразвуковой метод.

При проведении чистки не прилагать усилий!

Указание: При последующей сборке распылителя проверить уплотнительное кольцо!

Замена НЕРА-фильтра

В АТМ 226 менять внутренний НЕРА-фильтр следует таким образом:

1. Освободить соответствующие два винта около стеклянного сосуда (громкий хлопок при повороте крышки)
 2. Снять корпус с шасси
 3. Разъединить фильтр и камеру и вставить новый фильтр
-

Указание: Если запасные фильтры уже использованы, то следует обращаться в TOPAS

При последующем монтаже следует действовать в обратном порядке.

Устранение неполадок

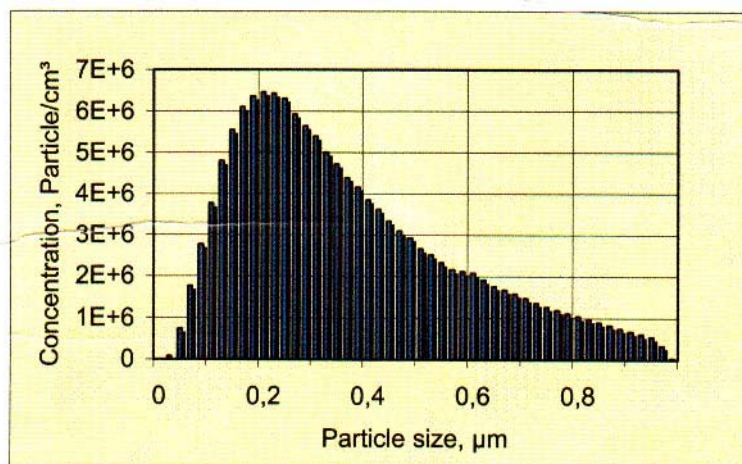
Неполадка	Возможные причины	Устранение неполадок
нет аэрозоли	отсутствует аэрозольное вещество	залить вещество аэрозоля
не работает насос	отсутствует электропитание	проверить сетевой адаптер
объем потока существенно меньше 300 л/ч	сосуд распылителя пуст	контроль уровня
	засор сопла распылителя	прочистить сопла распылитель
	падение давления внутри HEPA-Filter	HEPA-Filter заменить
объем потока существенно больше 300 л/ч	неисправность сопла распылителя	контроль уровня

4. Применение

Тестирование HEPA- и ULPA- фильтров

Одной из главных областей применения аэрозольного генератора АТМ 226 является тестирование (эффективности) фильтров или приемочно- контрольные испытания чистых комнат и камер с ламинарным потоком. Для проверки создаваемого аэрозоля проводится большое число тест-измерений. На диаграмме представлены данные измерений.

Концентрация частиц



Размер частиц мкм.

Рис.7. Распределение частиц DEHS-аэрозоля по размеру (измерено сканирующим калибровщиком мобильных частиц - Scanning Mobility Particle Sizer –SMPS)

Из рис.7 следует, что в производимых DEHS-аэрозолях концентрация частиц с наиболее высокой проникающей способностью –MPPS- (0,1-0,3 мкм) очень высока. Достигается концентрация свыше 10^7 частиц/см³. Также необходимо отметить, что диапазон измерений многих оптических счетчиков частиц лежит в пределах 0,3- 0,5 мкм и соответственно, они регистрируют концентрацию порядка $0,5 \cdot 10^5$ частиц/см³.

В следующей таблице приведены данные для трех значений концентраций частиц и типовых объемных потоков в установке и для строго определенных объемных потоков, создаваемых АТМ. Концентрация частиц отвечает требованиям VDI 2083-3 или EN 14644-3 и делает возможным сканирование поверхности фильтра пробоотборником со строго определенной начальной скоростью (соответствует норме на диаграмме).

Концентрация в общем объемном потоке	300×10^x частиц/м ³	400×10^x частиц/м ³	1000×10^x частиц/м ³
Объемный поток установки, м ³ /ч	Объемный поток АТМ, л/ч	Объемный поток АТМ, л/ч	Объемный поток АТМ, л/ч

	Requested particle concentration in test aerosol, particles/m ³		
particle concentration in total flow	300×10^6 Particle/m ³	400×10^6 Particle/m ³	1000×10^6 Particle/m ³
Flow rate Equipment, m ³ /h	Flow rate ATM l/h	Flow rate ATM l/h	Flow rate ATM l/h
50	91	92	98
100	94	96	107
200	100	104	128
300	105	111	150
600	123	136	226
700	130	145	259
800	136	154	296
900	143	164	
1000	150	173	
1200	164	193	
1500	186	226	
1600	193	237	
1800	209	267	
1900	217	281	
2000	226	296	
2200	243		
2500	278		
2800	311		

Расчет концентрации частиц в тест-аэрозолей

Проводя регулировку, экспериментатор может с помощью следующей формулы быстро рассчитать концентрацию частиц. Для этого определяются оба потока ($V_{\text{АТМ}}$ и $V_{\text{установки}}$) и рассчитывается концентрация тест-аэрозоля .

C_{ges}	=	$V_{\text{АТМ}}$	x	$C_{\text{АТМ}}$	/	$V_{\text{установки}}$
Частиц/м ³		л/ч		Частиц/м ³		м ³ /ч
C_{ges}	=		x	$1,5 \times 10^{10}$	/	
C_{ges}	=			Частиц/м ³		

В расчете принята стандартная величина концентрации частиц АТМ-аэрозоля.

Расчет объема потока аэрозоля от АТМ при изменении регулировки

Экспериментатор может по следующей формуле производить расчет объема потока от АТМ, достигая определенную концентрацию частиц в тест-аэрозоле. Для этого оба объема потока ($V_{\text{АТМ}}$ и $V_{\text{установки}}$) поддерживаются в определенных пределах, и рассчитывается $V_{\text{АТМ}}$.

$V_{\text{АТМ}}$	=	$V_{\text{установки}}$	x	C_{ges}	/	$C_{\text{АТМ}}$
л/ч		м ³ /ч		Частиц/м ³		Частиц/м ³
$V_{\text{АТМ}}$	=		x		/	$1,5 \times 10^{10}$
$V_{\text{АТМ}}$	=			л/ч		

В расчете принята стандартная величина концентрации частиц АТМ-аэрозоля.

Калибрование Latex-аэрозолей

Для этого чистую емкость распылителя наполнить подходящей суспензией. Концентрация суспензии в значительной степени определяет возможные концентрации аэрозолей.

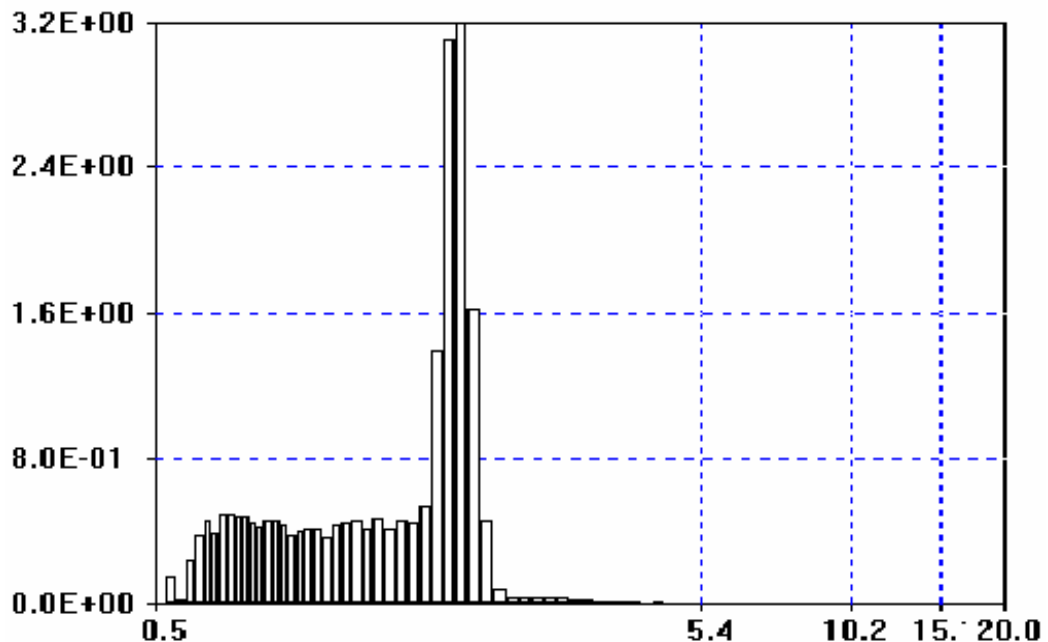


Рис.8. Результат измерения отдельных аэрозолей , полученных из Latex-суспензии (2,02 мкм).

Размер частиц для получения Latex-аэрозолей ограничен 3 мкм.. Качественный ударный сепаратор разрушает Latex-агломераты.

Генерация частиц – меток (трассирующих частиц)

Надежный и безопасный метод – оптический метод измерения потока -[метод сечения светового потока (LDA)].

Получение солевых аэрозолей

Аэрозольный генератор с распылителем серии АТМ может производить солевые аэрозоли, используя для этого растворы солей. Концентрация соли определяет размер частиц согласно следующей формуле:

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

d_p – размер частиц;

d_d – размер капли из выпускного отверстия;

c – концентрация соли.

На следующем графике показано распределение частиц по размерам при высыхании аэрозоля (концентрация раствора NaCl составляет 200 ppm – 200 мг NaCl/1 л H₂O).



Рис.9. Распределение по размеру частиц соли и первичных капель из упомянутого выше раствора

Указание:

Если вода или какая иная жидкость в течение длительного времени (> 1 ч) испаряется, то расположенные вблизи детали сильно охлаждаются, и пар переходит в насыщенное состояние. В результате происходит конденсация капель. Для дальнейшего применения АГ должна быть включена диффузионная сушилка, и идущие от генератора шланговые соединения должны быть нагреты.

В таблице представлены данные зависимости размеров кристаллов соли от концентрации (соли) и размера первичной капли (1 мкм и 5 мкм). Расчеты сделаны при условии, что кристаллы (соли) имеют шарообразную форму.

Концентрация соли		Размер кристаллов в первичной капле (размер капли 1 мкм)	Размер кристаллов в первичной капле (размер капли 5 мкм)
5,00%	50000 ppm	0,368мкм	1,842мкм
1,00%	10000 ppm	0,215мкм	1,077мкм
0,50%	5000 ppm	0,171мкм	0,855мкм
0,10%	1000 ppm	0,1мкм	0,5мкм
0,02%	200 ppm	0,058мкм	0,292мкм
0,01%	100 ppm	0,046мкм	0,232мкм
0,005%	50 ppm	0,037мкм	0,184мкм
0,001%	10 ppm	0,022мкм	0,108мкм

Область применения:

- Работа с тонкими аэрозолями
- Фильтр-тест

6 Технические характеристики

<i>Технические характеристики</i>	
объемная скорость потока	мах. 300 л/час
температура	10°C ... 30°C
максимальное избыточное давление	20 кПа (0,2 бар)
давление, открывающее предохранительный клапан	мах 90 кПа (0,9 бар)
вещество частиц	DEHS, DOP, Emery 3004, Paraffin, Latex-Suspensionen, солевой раствор
объем распыляемого вещества	min 10 мл, max 80 мл
выход аэрозоли	быстродействующее соединение Ø 8 мм
предохранитель	Ø 5x20 – 2 А
питание	100 ...240 В переменного тока
габариты	200x280x175 мм
вес	4,5 кг

<i>Генерация DEHS (расход потока 250 л/ч)</i>	
концентрация	$>10^8$ частиц/см ³
концентрация	$2 \cdot 10^7$ частиц/см ³
концентрация	$5 \cdot 10^5$ частиц/см ³
концентрация	$1 \cdot 10^5$ частиц/см ³
концентрация	$1,5 \cdot 10^7$ частиц/см ³
концентрация	$8 \cdot 10^6$ частиц/см ³
модальные значения	0,25 мкм
расход по массе	2,5 г/ч
продолжительность работы (80 мл-заправка)	Приблизительно 25 ч

Аксессуары

- Стекла́нная емкость распылителя с затвором (крышкой)



- Аэрозольная жидкость DEHS (80 мл, 0,5 л, 1 л, 5 л или 20 л)



- Диффузионная сушилка непосредственного подключения к Аэрозольному генератору для работы с солевыми и Latex-аэрозолями



- Шланговый адаптер для быстрого подключения ,прямоугольный или угловой, с монтажным ключом



- Система разбавления аэрозоля для заданного разбавления особенно предназначена для приемки установок, используемых в чистых комнатах



- Исокинетический пробоотборник прямоугольного сечения для приемки установок, находящихся в чистой комнате



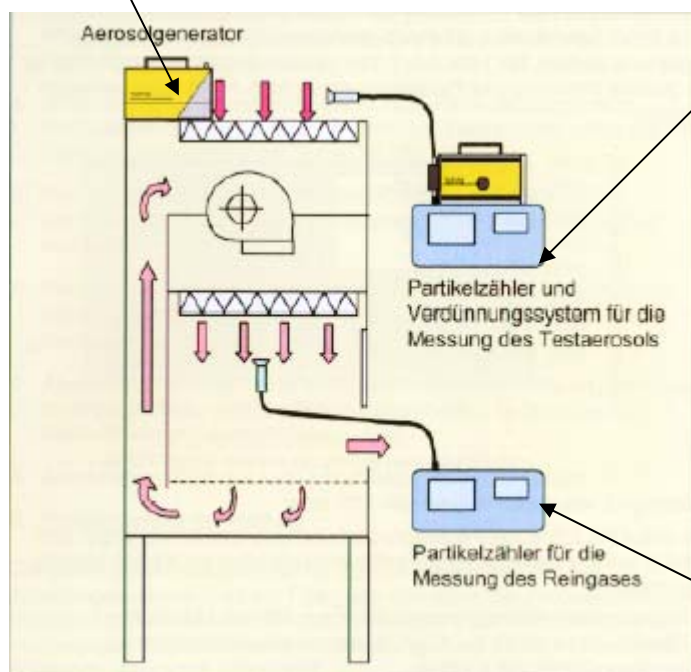
7 Приложение

Периодический контроль фильтрации в чистых помещениях.

Цель раздела – дать пользователю практические рекомендации по эффективному использованию оборудования фирмы Toras. К данному оборудованию относятся аэрозольные генераторы семейства ATM, система разбавления DIL 550, а также счетчик частиц. Контроль фильтров детально описан в EN 14644-3 или VDI 2083-3

Аэрозольный генератор

Счетчик частиц и
система разбавления для
оценки тест-аэрозолей

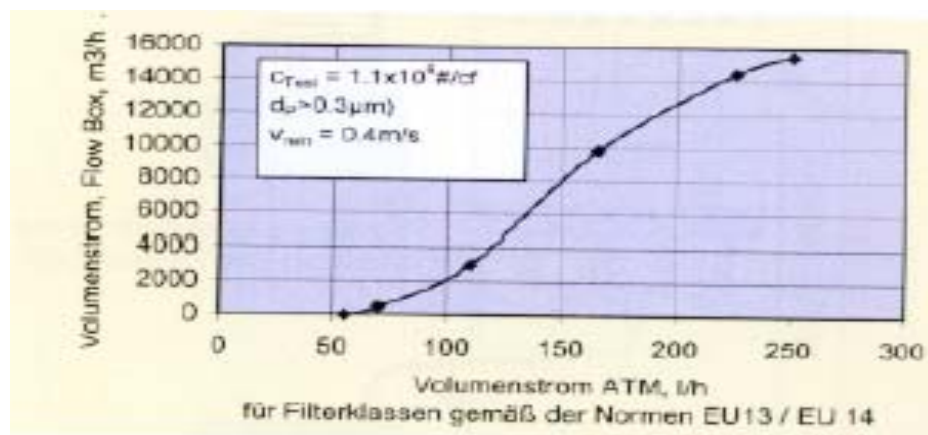


Счетчик частиц для
измерения чистых газов

Рис. 10. Расстановка оборудования для контроля фильтров.

Решающую роль в проверке фильтров играет процесс заполнения неочищенным воздухом, содержащим определенное и достаточное количество частиц. В директиве VDI-2083 указывается, что минимальная концентрация частиц в неочищенном воздухе составляет 10^6 #/cf. Градация фильтров-сепараторов, соответствующая EU13 и EU14, дает возможность использовать акустический течеискатель для чистого воздуха. Более высокая концентрация частиц (течь) легко определяется посредством быстро следующих один за другим акустических сигналов. Для измерения концентрации частиц в неочищенном воздухе необходимо обратить внимание на метод измерения с помощью счетчика частиц (зона совпадения). Возможно проводить измерения при уменьшении концентрации частиц в пробе аэрозоля в факторе 100. Для решения задач измерения разработана система разбавления DIL 550. Благодаря возможности регулировки производительности частиц, ATM 226 может решать задачу контроля концентрации частиц в неочищенном воздухе. С помощью системы разбавления DIL 550 (1:100) возможны точные измерения и регулировка концентрации частиц в неочищенном воздухе.

Объем потока.
Камера потока,
 $M^3/ч$



Объемный поток ATM, л/ч
Для фильтров, соответствующих нормам EU13/14.

Для ATM 226 с регулируемой производительностью концентрация частиц в неочищенном воздухе ниже обычно принятой, и область применения определяется нижеследующим:

- Устойчивый объемный поток 75...21000 $m^3/ч$
- Площадь поверхности фильтра 0,05...14,5 m^2 (при скорости перемещения над поверхностью фильтра 0,4 м/с).

Рекомендации по проведению проверки (тест на течь) со счетчиком частиц

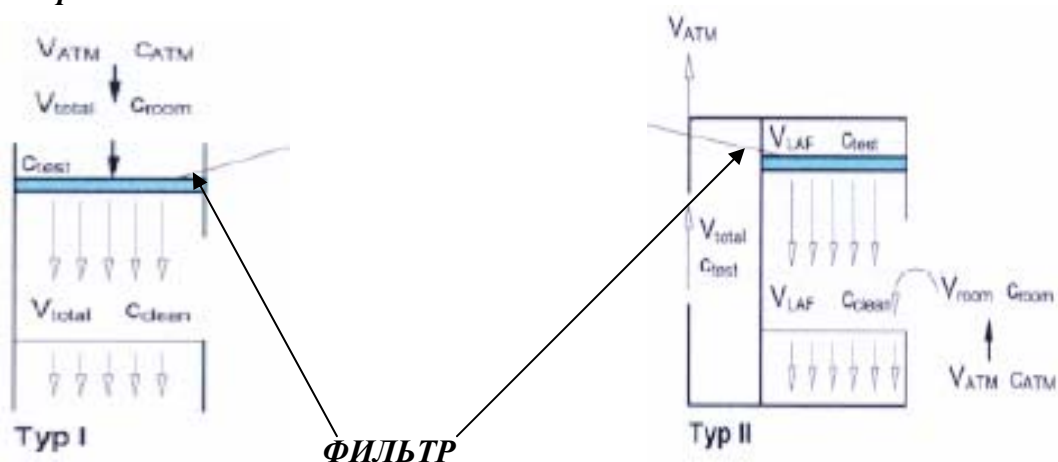
(См. Рис. 10)

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. Привести в действие АТМ и отрегулировать производительность частиц по диаграмме.
3. Скорректировать концентрацию частиц неочищенного воздуха - > 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 патрубков; 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 патрубков подачи аэрозоля.
9. Заполнить протокол проверки.

Скорость сканирования при поиске течи зависит от скорости потока через фильтр, размера зонда-пробоотборника и концентрации частиц тест-аэрозоля. Это верно для прямоугольного зонда-пробоотборника фирмы Topas (в соответствии с DIN EN ISO 14644).

Оценка концентрации частиц в неочищенном воздухе.

Расчеты проводятся для двух типов рабочих боксов (*Laminar – Flow – boxes*) ламинарными потоками.



Тип I

Тип II

Расчет концентрации частиц в неочищенном воздухе для боксов типа I и II, без учета концентрации частиц в воздухе комнаты проводят по уравнению (1).

$$C_{test} = \frac{N_{ATM}}{V_{total}} = \frac{C_{ATM} V_{ATM}}{V_{total}} \quad (1)$$

Оценка концентрации частиц в неочищенном воздухе, учитывающая концентрацию частиц в воздухе комнаты для обоих типов боксов проводится по уравнениям (2) и (3).

Тип I:

$$C_{test} = \frac{N_{ATM} + N_{room}}{V_{total}} = \frac{C_{ATM} V_{ATM} + C_{room} (V_{total} - V_{ATM})}{V_{total}} \quad (2)$$

Тип II:

$$C_{test} = \frac{N_{ATM} + N_{room}}{V_{LAF}} = \frac{C_{ATM} V_{ATM} + C_{room} (V_{room} - V_{ATM})}{V_{LAF}} \quad (3)$$

Ненасыщенный аэрозоль, получаемый на АТМ:

	Частица/см ³	частица/cf
концентрация (общая)	$>10^8$	$2,8 \cdot 10^{12}$
концентрация (размерный класс 0,3 - 0,5 мкм)	$5 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^{10}$
концентрация (размерный класс 0,5 - 1,0 мкм)	$3 \cdot 10^5$	$8,5 \cdot 10^9$

Пример расчета

Камера ламинарного потока Тип II

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

$$V_{LAF} = 70 \% V_{total} = 0.7 V_{total}$$

$$V_{room} = 30 \% V_{total} = 0.3 V_{total} \text{ (класс чистой комнаты по US-Fed. Std. 209D или 6 по VDI 2083)}$$

$$C_{ATM}(0.5-1.0\text{мкм}) = 8 \cdot 10^5 \text{ частиц/см}^3$$

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

Оценка неочищенного воздуха делается с учетом концентрации частиц в воздухе комнаты по уравнению (3):

$$C_{test} = \frac{N_{ATM} + N_{room}}{V_{LAF}} = \frac{C_{ATM}V_{ATM} + C_{room}(0.3V_{total} - V_{ATM})}{V_{LAF}}$$

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

$$C_{test} = 3334 \frac{\text{частиц}}{\text{см}^3} = 9,4 \cdot 10^7 \frac{\text{частиц}}{\text{cf}}$$

С учетом воздуха комнаты составляет 3333 частица/см³. Таким образом, не учитываемая концентрация частиц в воздухе комнаты составляет 3333 частиц/см³. Чтобы стало ясно, концентрация частиц в воздухе комнаты для неочищенного газа незначительна и, таким образом, средняя оценка, проведенная по уравнению (1), дает точный результат.

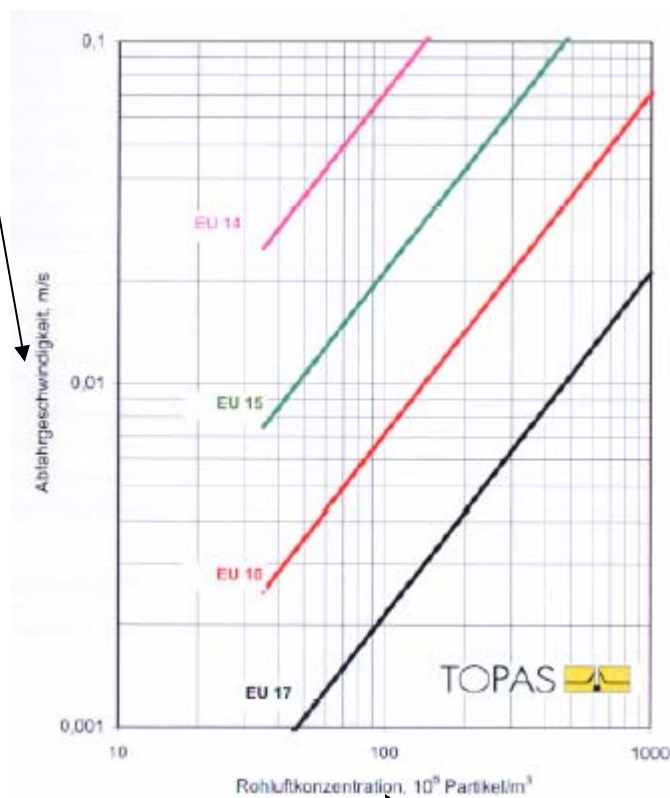
Номенклатура

Принятые обозначения в формулах	
C	концентрация
V	объемная доля (коэффициент разбавления)
v	объемная скорость потока
N	доля производимых частиц (АТМ)

Обозначения	
АТМ	аэрозольный генератор серии АТМ
LAF	ламинарное течение воздуха
room	комнатный воздух
test	тест-аэрозоль
total	общий (объем потока)
clean	очищенный воздух

Диаграмма начальной скорости с зондом-пробоотборником прямоугольной формы. Отношение $WP/DP=\max. 6:1$, в соответствии с EN ISO 14644. Зонд-пробоотборник $WP= 80$ мм $DP=15$ мм; скорость воздушного потока $0,45$ м/с.

Начальная скорость, м/с

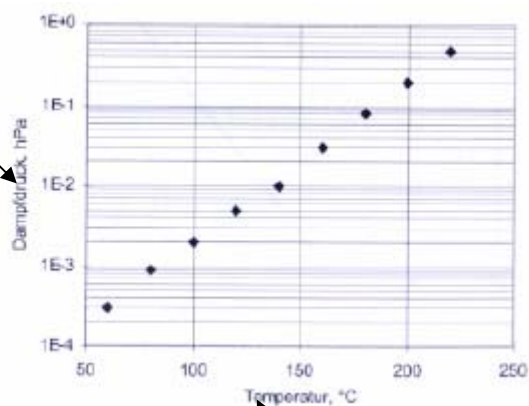


Концентрация в неочищенном воздухе, 10^5 частиц/м³

Физические свойства DEHS	
название	Di-2-Ethylhexyl-Sebacat
CAS-Nr	122-62-3
формула	$C_{26}H_{50}O_4$
молекулярная масса	426,69 г/моль
динамическая вязкость	0,023 Па с
кинематическая вязкость	25,16 мм ² /с
плотность	914 кг/м ³
t° плавления	225K (-48 °C)
t° кипения	485K (212 °C)
упругость паров (293K)	<1Па
t воспламенения	>383K (>110 °C)

Коэффициент преломления	Длина волны, НМ
1,450	650
1,452	600
1,4535	550
1,4545	500
1,4585	450

Упругость пара кПа



Температура C

Физические свойства DOP	
название	Di-2-Ethylhexyl-Sebacat
CAS-Nr	117-81-7
формула	C ₂₄ H ₃₈ O ₄
молекулярная масса	390,57 г/моль
динамическая вязкость	0,079 Па с
плотность	981 кг/м ³
t кипения	657K (384°C)
t плавления	223K (-50°C)
упругость паров (323K)	9 Па
t воспламенения	480K (207°C)
коэффициент преломления	1,4862

Физические свойства Emery 3004	
название	Polyalphaolephin
CAS-Nr	68649-12-7
динамическая вязкость	0,014 Па с
плотность	819 кг/м ³
t кипения	474K (201°C) (ASTM D-86)
коэффициент преломления	1,455

Состояние			
Размер капли	вода	Состояние DOP	DEHS
0,1	2 µs	12 min	84 min
0,3	73 µs	37 min	4h
1,0	1 ms	8h	57h
3,0	7 ms	55h	16d
10,0	80 ms	23d	160d
при комнатной температуре t=20			

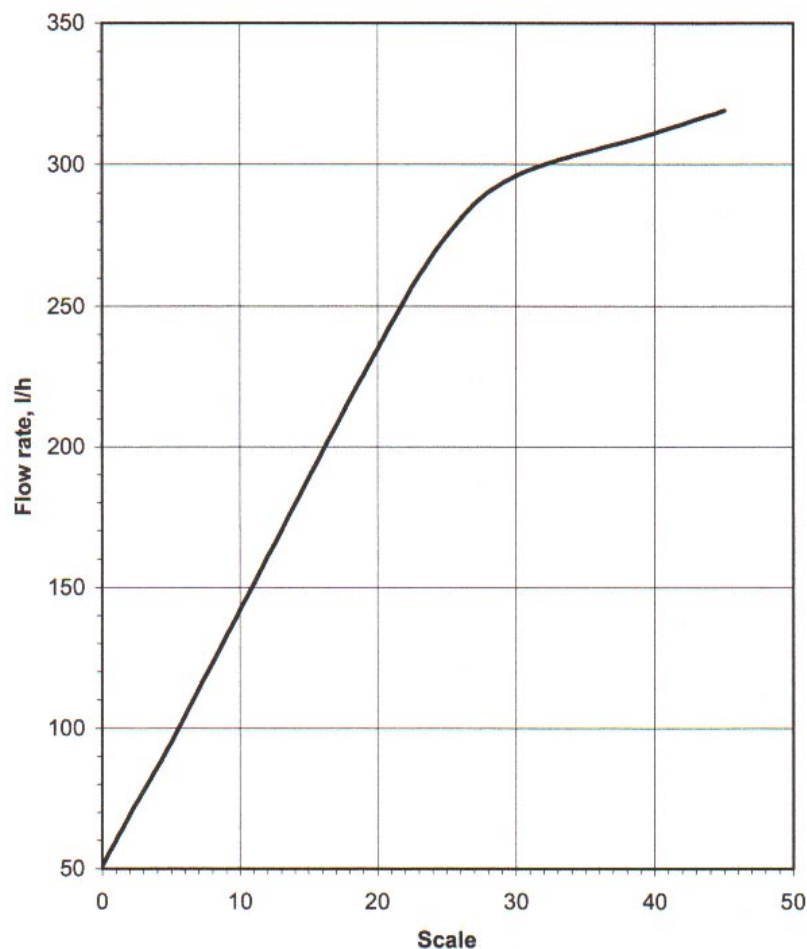
Данные о производительности АТМ 226

В таблице приведены данные о производительности АТМ 226 в зависимости от давления, создаваемого поршневым компрессором. Исследования выполнены с использованием DEHS-системы.

Flow rate		Generation of particles > 0.3µm #/min	fractions				sufficient for	
I/h	SKT		0.3-0.5µm %	0.5-0.7µm %	0.7-1.5µm %	>1.5µm %	Filter area of m²	Volume flow of m³/h
310	40	$2.65 \cdot 10^{10}$	52.26	25.38	19.82	2.53	13.6	19600
295	30	$2.58 \cdot 10^{10}$	52.48	25.23	19.74	2.55	13.3	19200
275	25	$2.42 \cdot 10^{10}$	52.33	25.19	19.97	2.51	12.4	17900
235	20	$2.04 \cdot 10^{10}$	51.49	25.27	20.60	2.65	10.3	14900
190	15	$1.58 \cdot 10^{10}$	49.66	25.28	22.12	2.94	7.7	11100
142	10	$9.27 \cdot 10^9$	46.74	24.98	24.33	3.94	4.2	6100
95	5	$1.44 \cdot 10^9$	39.91	23.46	29.27	7.36	0.6	800
70	2	$1.43 \cdot 10^8$	36.83	22.66	31.48	9.03	0.05	75

Динамический диапазон АТМ 226 по концентрации составляет 1:300. При расчетах, относящихся к использованию АТМ в приемке боксов с ламинарными потоками, за основу берутся концентрация частиц в неочищенном воздухе (от $1,2 \cdot 10^6 \text{ \#}/\text{cf}$) и скорость (выхода) фильтра – 0,4 м/с.

Калибровка ротаметра



Алматы (7273)495-231
 Ангарск (3955)42-70-56
 Архангельск (8182)63-90-72
 Астрахань (8512)99-46-04
 Барнаул (3852)73-04-42
 Белгород (4735)40-23-142
 Благовещенск (4162)35-142-07
 Брянск (4232)59-03-52
 Владивосток (423)249-42-31
 Владикавказ (8672)42-90-42
 Владимир (4935) 49-43-18
 Волгоград (844)278-03-42
 Вологда (8172)26-41-59
 Воронеж (473)204-51-73
 Екатеринбург (343)384-55-142

Ижевск (3412)26-03-58
 Иваново (4932)77-34-06
 Иркутск (395)279-98-46
 Казань (843)206-01-42
 Калининград (4012)72-03-81
 Калуга (4242)92-23-67
 Кемерово (3842)65-04-62
 Киров (8332)68-02-04
 Коломна (4966)23-41-49
 Кострома (4942)77-07-42
 Краснодар (861)203-40-90
 Красноярск (391)204-63-61
 Курск (4712)77-13-04
 Курган (4352)50-90-47
 Липецк (4742)52-20-81

Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (4219)55-03-13
 Москва (495)268-04-70
 Мурманск (8152)59-142-93
 Набережные Челны (8552)20-53-41
 Нижний Новгород (831)429-08-12
 Новокузнецк (3843)20-46-81
 Ноябрьск (3496)41-32-12
 Новосибирск (383)357-86-73
 Ноябрьск (3496)41-32-12
 Омск (3812)21-46-40
 Орел (4262)44-53-42
 Оренбург (4232)37-68-04
 Пенза (8412)35-31-16
 Петрозаводск (8142)55-98-37
 Псков (8112)59-10-37

Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47
 Ростов-на-Дону (863)308-18-15
 Рязань (4912)46-61-142
 Самара (846)206-03-16
 Саранск (8342)35-96-24
 Санкт-Петербург (812)309-46-40
 Саратов (845)249-38-78
 Севастополь (8692)35-31-93
 Симферополь (3652)67-13-56
 Смоленск (4212)29-41-42
 Сочи (862)242-72-31
 Ставрополь (8652)20-65-13
 Сыктывкар (8212)42-95-17
 Сургут (3462)77-98-42
 Тамбов (4752)50-40-97

Казахстан (772)734-952-31

Тверь (4352)63-31-42
 Тольятти (8435)63-91-07
 Томск (3835)98-41-53
 Тула (4272)33-79-87
 Тюмень (3452)66-21-18
 Улан-Удэ (3012)59-97-51
 Ульяновск (8435)24-23-59
 Уфа (347)359-42-12
 Хабаровск (4212)92-98-04
 Чебоксары (8435)42-53-07
 Челябинск (421)202-03-61
 Череповец (8202)49-02-142
 Чита (3035)38-34-83
 Якутск (4112)23-90-97
 Ярославль (4422)69-52-93