



материал бака -  
стеклокомпозит на основе  
бисфенольной  
эпоксивинилэфирной  
смолы DION 9700



## Особенности

- Скруббер предназначен для улавливания паров кислот в воздушном потоке, выходящем из вытяжных шкафов в лабораториях.
- Принцип действия скруббера основан на поглощении паров кислоты раствором карбоната натрия (технической соды).
- Скруббер состоит из основания и цилиндрического корпуса с крышкой, изготовленного из полипропилена.

## Принцип действия

Скруббер предназначен для улавливания паров кислот в воздушном потоке, выходящем из вытяжных шкафов в лабораториях.

Принцип действия скруббера основан на поглощении паров кислоты раствором карбоната натрия (технической соды). Воздух, содержащий пары кислот, поступает в нижнюю часть скруббера и проходит через массив орошаемых насадок из керамических кислотоупорных колец. В результате массообмена в пленке, образующейся на поверхности колец, кислота переходит в водную фазу, где нейтрализуется содой. Очищенный воздух проходит через брызгоуловитель и удаляется вентилятором системы вытяжной вентиляции лаборатории. Для орошения насадок применяются «распылители», через которые при помощи центробежного насоса постоянно подается поглощающий раствор. Кислотность поглощаемого раствора контролируется рН-метром. Поглощающий раствор заливается в бак скруббера, уровень жидкости в котором поддерживается поступлением воды из водопровода.

Отработанный поглощающий раствор содержит соли кислот (нитраты, хлориды, сульфаты, гипохлориты и т.д.) и избыток соды, поэтому он не представляет опасности для систем канализации (щелочная среда). Периодичность замены раствора в баке скруббера (или добавления в него соды) определяется количеством испаряемых кислот в лаборатории.

Скруббер состоит из основания и цилиндрического корпуса с крышкой, изготовленных из полипропилена. Основание представляет собой металлическую тумбу, в которой смонтированы стеклопластиковый бак с двумя воздухопроводами, насос и система трубопроводов. На передней части основания находятся рН-контроллер, выключатель питания сети и дифференциальный автомат.

Внутри цилиндрического корпуса находится насадка, состоящая из беспорядочно насыпанных керамических колец, которые лежат на пластиковой решетке. Насадка орошается поглощающим раствором через «распылители». Верхняя часть насадки закрыта брызгоуловителем. На задней стенке основания скруббера закреплена емкость из полиэтилена, снабженная поплавковым клапаном. С помощью этого устройства осуществляется заполнение бака скруббера водой из водопровода и поддержание постоянного уровня поглощающей жидкости в скруббере.

Скруббер может устанавливаться в любом месте лаборатории или во вспомогательных помещениях, оснащенных системой вентиляции, водопроводом и канализацией. Минимальное расстояние от задней стенки скруббера до стены 0,5-0,6м.

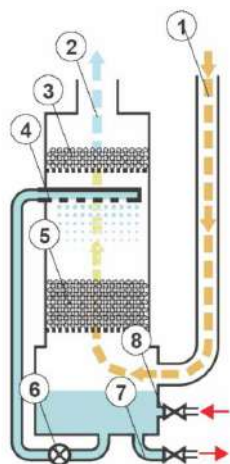
Подключение скруббера к водопроводу производится при помощи гибкой подводки. При этом наличие запорного вентиля на водопроводной линии является обязательным.

Для слива жидкости скруббер подключается к канализации пластиковыми канализационными трубами диаметром 40мм.

Вентиляционные трубы от вытяжных шкафов присоединяются к одному из нижних воздухопроводов скруббера. В зависимости от расположения скруббера относительно вытяжных шкафов используется, либо левый, либо правый воздухопровод. Неиспользуемый воздухопровод закрывается крышкой и служит для загрузки поглощающего раствора.

Вентиляционная труба присоединяется к верхнему патрубку скруббера. При этом, соединение должно предусматривать возможность периодического контроля состояния «распылителей».

### Схема действия скруббера



1. Ввод воздушной смеси из вытяжного шкафа
2. Выход очищенного воздуха в вентиляцию
3. Отбойник
4. "Распылители"
5. Керамическая насадка
6. Насос кислотостойкий
7. Вывод отработанной жидкости
8. Подача водопроводной воды

### Особенности работы скруббера

**Влияние количества упариваемой кислоты на степень улавливания скруббером (на примере царской водки).  
Расход воздуха – 1700 куб. в час**

№	Испарялось кислоты		Концентрация кислоты в воздухе, г-э/куб.м	Степень улавливания, %
	л/ч	г-э (грамм-эквивалент)/ч		
1	0,4	5,5	0,0032	94
2	0,78	10,7	0,0063	96
3	1,1	15,7	0,0090	80
4	1,5	20,8	0,0122	76

Максимально возможное количество кислоты при расходе воздуха, равном 1700 куб. м в час не должно превышать 0,8 л в час или 6,4 л за 8 часов (рабочий день). В этом случае эффективность скруббера наибольшая (степень улавливания составляет 94-96%). При увеличении количества упариваемой кислоты до 8 л и более за рабочий день степень улавливания падает до 75-80%

**Влияние расхода воздуха на степень улавливания кислоты скруббером (на примере царской водки).  
Количество испаряемой кислоты 10,3 грамм-эквивалентов в час (0,8 л в час)**

№	Расход воздуха куб. м в час	Концентрация кислоты в воздухе, г-э/куб.м	Степень улавливания, %
1	1700	0,0060	96
2	1200	0,0090	74
3	800	0,0137	66

С уменьшением расхода воздуха, поступающего через вытяжной шкаф при одном и том же количестве испаряемой кислоты, степень улавливания падает. Это связано с увеличением концентрации кислоты в воздухе (с 0,0060 до 0,0137 грамм-эквивалентов/куб. м). При этом высоты насадки не хватает и наступает «проскок». Кроме этого, с уменьшением скорости воздуха (вследствие уменьшения расхода) ухудшается массообмен (поглощение кислоты раствором). Таким образом, расход воздуха через скруббер должен быть 1500-1700 куб.м. в час.

**Влияние равномерности испарения кислоты на степень улавливания скруббера (на примере царской водки).**

При упаривании кислоты существует опасность «залпового» выброса. Это происходит при нагреве соляной кислоты или царской водки. В этом случае в начальный момент (в первые несколько минут) происходит интенсивное выделение растворенных газов: хлористого водорода, хлора и окислов азота.

Другими словами, если поместить в вытяжной шкаф много проб с перечисленными кислотами и нагреть их (не доводя до кипения), то выделившиеся газы «проскочат» через насадку, поглотившись лишь частично.

№	Длительность нагрева, мин	Испарялось кислоты Г-э	Концентрация кислоты в воздухе, г-э/куб.м	Степень улавливания, %
1	5	3,3	0,0232	45
2	10	1,7	0,0060	92
3	20	2,6	0,0046	92

Чем равномернее упаривается кислота, тем выше степень улавливания. При работе с

галогенсодержащими кислотами следует избегать одновременного быстрого нагрева более чем 0.5 л кислот. Достаточно последовательно нагревать по 0,5 л кислоты в течение 3-4 минут, после чего все пробы можно кипятить любое количество времени. В этом случае степень улавливания скруббера будет не ниже 92 %.

## Зависимость гидравлического сопротивления скруббера от расхода воздуха

№	Гидравлическое сопротивление, Па	Расход воздуха, куб. м/час
1	100	550
2	200	830
3	400	1170
4	600	1430
5	800	1650
6	1000	1850

Зависимость гидравлического сопротивления скруббера (Па) от расхода воздуха (куб.м/сек) может быть рассчитана по формуле 1:  $\Delta p_{ср} = 3775 W^2$

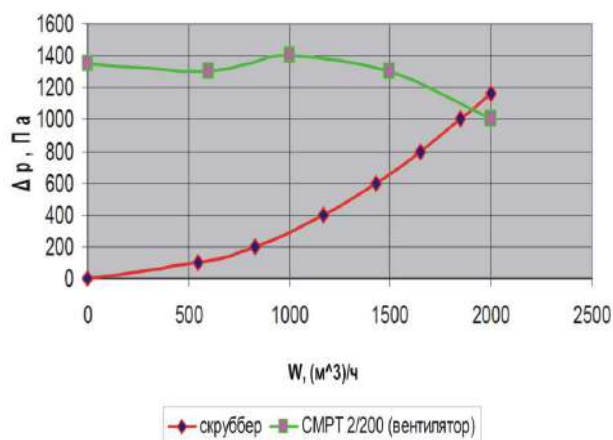


График зависимости гидравлического сопротивления скруббера от расхода воздуха

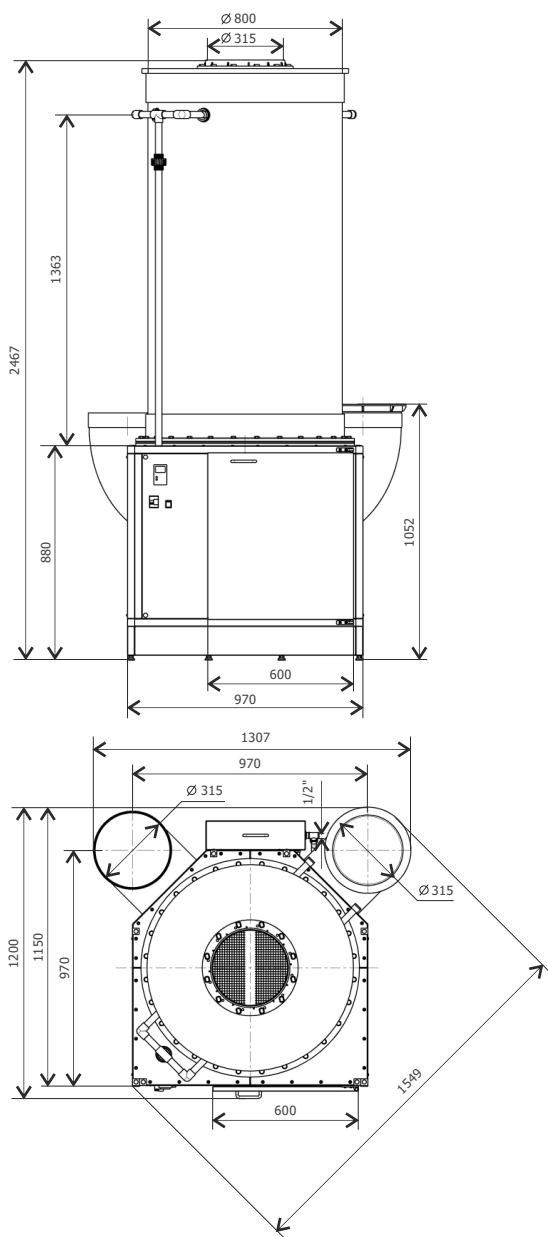
На графике показана точка пересечения рабочей характеристики вентилятора CMPT2/200 (Испания) и характеристики гидравлического

сопротивления скруббера. Это и будет реальный расход воздуха при работе вентилятора CMPT2/200 со скруббером.

Сопротивление скруббера при расходе воздуха, равным приблизительно 1800 куб.м в час, составляет 1000 Па (102 мм.вод.ст). Расчет сопротивления скруббера при 2000 куб.м. в час (если пытаться подключить 3 вытяжных шкафа шириной 1500 мм) приводит к цифре 1164 Па. Подобрать вентилятор для такого расхода и перепада давления из группы кислотостойких вентиляторов (например, CMPT) невозможно.

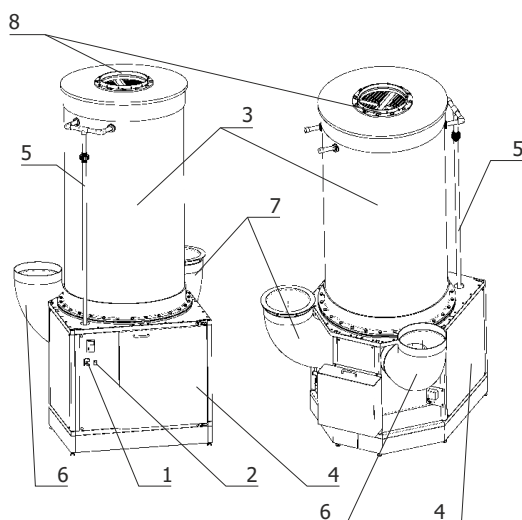
Таким образом, данный скруббер может эффективно использоваться при работе с двумя вытяжными шкафами шириной 1500 мм и тремя – шириной 1200 мм. Максимальный расход воздуха составит 1700 куб.м. в час. С учетом потерь на повороты, сужения и т.п. в реальной лаборатории расход будет равняться 1500-1600 куб.м в час. Нужно подчеркнуть, что попытка увеличить расход воздуха приводит к резкому возрастанию гидравлического сопротивления (см. формулу 1).

### Технические характеристики



Характеристика	Значение
Расход очищаемого воздуха, куб.м в час	1500-1800
Максимальное количество испаряемой кислоты за 8 час при степени улавливания, равной 94-96%, л	6
Гидравлическое сопротивление при расходе воздуха 1700 куб.м в час, Па	900
Оптимальное количество вытяжных шкафов, подключаемых к скрубберу:	
шириной 1200 мм	3
шириной 1500 мм	2
шириной 1800 мм	2
Требования к вентиляционной установке, подключаемой к скрубберу:	
вентилятор центробежный, изготовленный из полимерных материалов	
давление, развиваемое вентилятором при расходе воздуха 1500 куб. м в час, не менее, Па	1300
мощность электродвигателя вентилятора, не менее, кВт	1,5
Насадка скруббера:	
материал - кольца кислотоупорные керамические 15x15x3 и 25x25x3	
масса насадки, кг	490
высота, мм	1200
диаметр, мм	780
Бак для поглощающего раствора	
емкость бака, л	150
материал бака - стеклокомпозит на основе бисфенольной эпоксивинилэфирной смолы DION 9700	
Насос для орошения насадки:	
материал насоса - полипропилен	
исполнение - насос центробежный с магнитной муфтой	
производительность насоса, куб. м в час	4,5
мощность электродвигателя насоса, Вт	120
Электрическое питание скруббера	220В, 50Гц, 150Вт
Габаритные размеры	
ширина с патрубками мм	1307
высота, мм	2467
глубина, мм	1200
диаметр воздухопроводов для присоединения к вентиляции, мм	315
диаметр штуцера для присоединения к водопроводу	1/2 дюйма
диаметр трубы для присоединения к канализации, мм	40
Масса снаряженного скруббера, кг	700

### Комплектация и состав изделия



Название	Количество шт.
1 Дифференциальный автомат	1
2 Выключатель электрического питания	1
3 Цилиндрический корпус	1
4 Основание	1
5 Труба	1
6 Левый воздухопровод	1
7 Правый воздухопровод	1
8 Фланец	1

### Размеры

Скруббер					
	Название	Длина	Ширина	Высота	Кат. №
	Скруббер	1307мм	1200мм	2467мм	573400