

## НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ВЫБРОСОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В МИКРОЭЛЕКТРОННОМ И ВАКУУМНОМ ПРОИЗВОДСТВАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖИДКОСТНОГО СКРУББЕРА

### NEUTRALIZATION OF PROCESS EQUIPMENT EMISSIONS IN MICROELECTRONIC AND VACUUM INDUSTRIES USING A LIQUID SCRUBBER

С.В.Сажнев /sazhnev@eltochpribor.ru

А.А.Дорофеев / gas@eltochpribor.ru

S.V.Sazhnev, A.A.Dorofeev

ООО «ЭЛТОЧПРИБОР», г. Москва, г. Зеленоград

*Работа посвящена исследованию разработанного жидкостного скруббера для нейтрализации вредных газов, используемых в технологических процессах. Теоретически определено максимальное количество хлора, поглощаемое скруббером. Проведены экспериментальные исследования по поглощению скруббером основных реагентов до уровня предельно допустимых концентраций.*

*The work is devoted to the study of the developed liquid scrubber for neutralizing harmful gases used in technological processes. The maximum amount of chlorine absorbed by the scrubber is theoretically determined. Experimental studies were carried out on the absorption of the main reagents by the scrubber to the level of maximum permissible concentrations*

*Ключевые слова: скруббер, нейтрализация, предельно допустимая концентрация, технологические газы*

*Key words: scrubber, neutralization, maximum permissible concentration, process gases.*

Во многих технологических процессах создания микроэлектронных приборов используются токсичные, взрывоопасные, агрессивные, азоноразрушающие газы и газовые смеси. В соответствии с требованиями природоохранного законодательства производственные выбросы в атмосферу не должны превышать установленных предельно допустимых концентраций (ПДК).

Очистке должны подвергаться как подаваемые в оборудование газы (как правило, приблизительно половина из них не участвует в реакции и выбрасывается в первичном состоянии) так и газы, образующиеся в результате реакций в технологических реакторах оборудования [1].

Расходы газов, подлежащих нейтрализации, в микроэлектронном и вакуумном производстве небольшие и составляют несколько десятков литров в час.

В качестве устройств, нейтрализующих вредные выбросы, используют скрубберы. Скрубберы можно разделить на следующие типы:

- сухие картриджного типа;
- жидкостные;
- термические;
- смешанные.

В зависимости от применяемых в технологии газов выбирают соответствующий тип скруббера (рис. 1). Подбор скруббера сопровождается специальным расчетом, проводимым производителем или поставщиком оборудования.

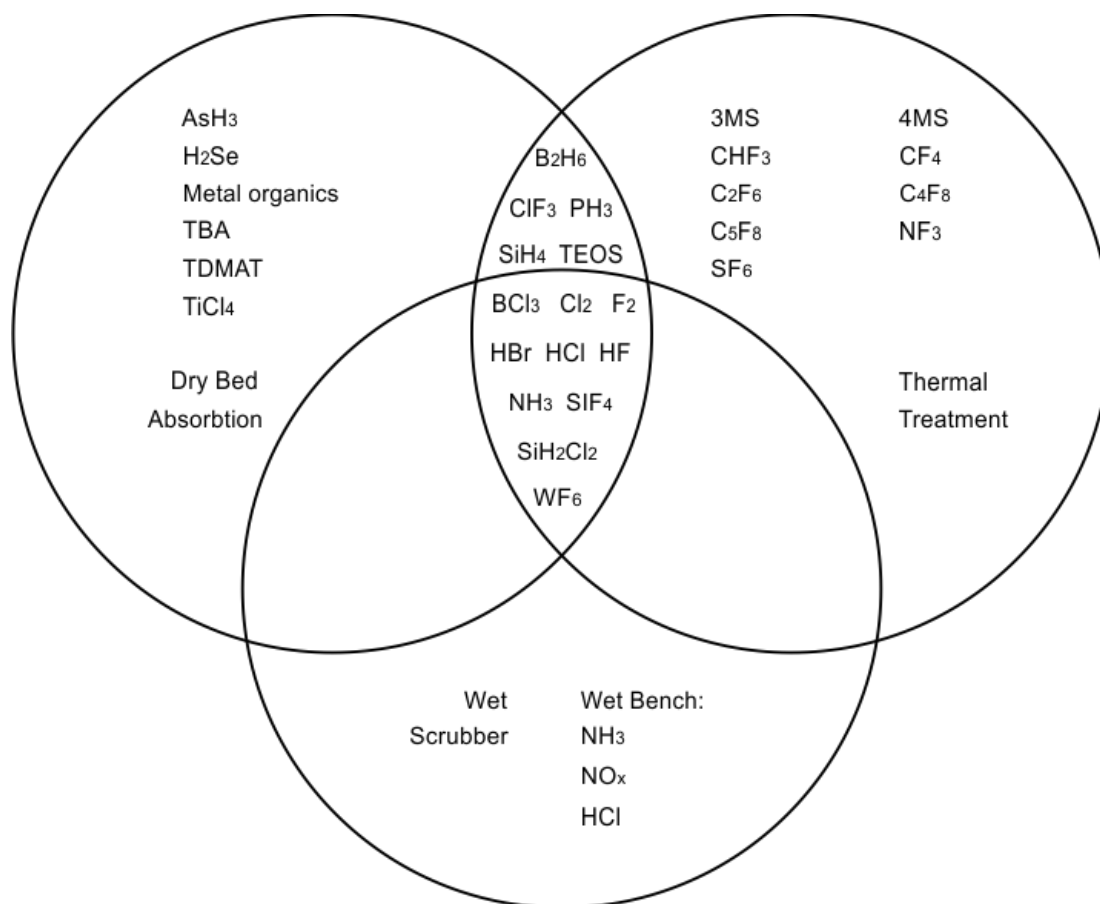


Рис. 1. Применение различных типов скрубберов в зависимости от используемых газов.

Целью работы являлась разработка жидкостного скруббера (рис. 2) и исследование его характеристик [2].

Газы на нейтрализацию подаются через впускной коллектор, который может содержать несколько впускных отверстий для предотвращения смешивания несовместимых газов. Здесь же происходит смешение с газом-носителем N<sub>2</sub>, и дальше разбавленная смесь проходит через колонну, в которой происходит распыл нейтрализующей жидкости. Далее газовлажная среда, пройдя через резервуар с рециркуляционной жидкостью, попадает в сорбционную камеру. Нейтрализующий газ осаждается на насадку, которая постоянно смачивается широкоугольной полноконусной форсункой. Влажный очищенный газ подается в каплеуловитель, где происходит освобождение воздушной среды от влаги. Очищенный и осушенный газ выходит из скруббера и подается в вентиляцию.

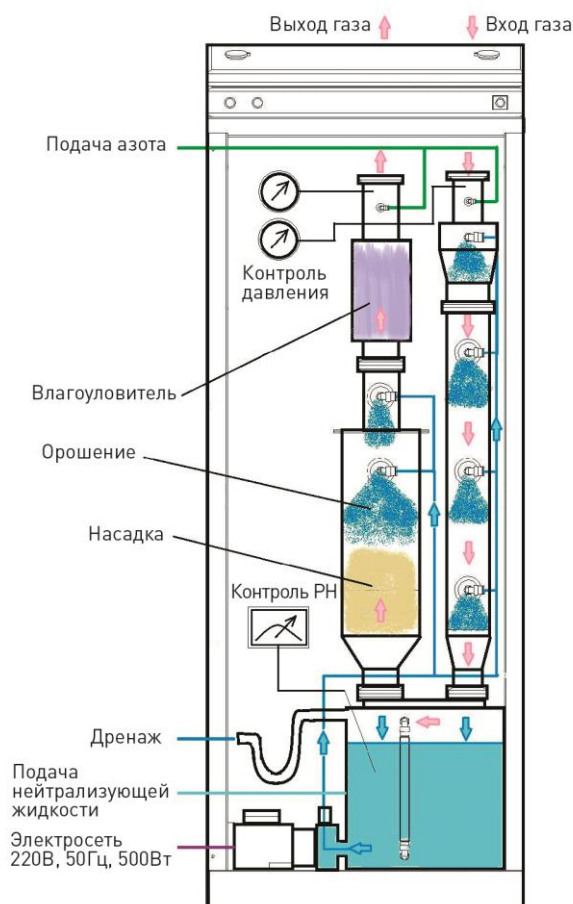


Рис. 2. Схема жидкостного скруббера.

Одним из наиболее часто применяемых, и в то же время чрезвычайно опасным газом является хлор.

Была поставлена задача рассчитать насадочный абсорбер для поглощения хлора из газовых выбросов при следующих условиях:

- количество очищаемого  $\text{Cl}_2$  -360 л/час;
- концентрация  $\text{Cl}_2$  -3 г/м<sup>3</sup>;
- температура газов - 30°C;
- газ-носитель – воздух;
- давление в скруббере – 441 Па;
- улавливание  $\text{Cl}_2$  осуществлялось двухпроцентным водным раствором NaOH.

Расход абсорбера определялся по формуле

$$L=l_0 \cdot Q=g \cdot (C_{\text{гн}} - C_{\text{гк}}) \cdot (V_0 - V_{\text{к}}) \cdot Q,$$

где  $l_0$  – удельный расход абсорбента;

$Q$  – расход очищаемого газа;

$C_{\text{гн}}$  и  $C_{\text{гк}}$  – концентрация газа на входе и выходе из абсорбера;

$V_0$  и  $V_{\text{к}}$  – концентрация активного вещества в абсорбенте.

Теоретический расход абсорбента  $L=0,55$  м<sup>3</sup>/час. В таблице 1 приведены расчетные значения параметров жидкостного скруббера.

Таблица 1

№ п/п	Наименование параметра	Теоретическое значение величины параметра
1	Расход абсорбента	0,55 м <sup>3</sup> /ч
2	Скорость газа в абсорбере	4,03 м/с
3	Диаметр абсорбера	0,1 м
4	Плотность орошения	0,006 м/с
5	Объем активной части абсорбера	0,055 м <sup>3</sup>

В соответствии с проведенными расчетами был разработан скруббер.

Скруббер работает в автоматическом режиме, при этом контролируются следующие параметры работоспособности, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Параметры автоматического контроля скруббера

Параметр	Визуальный контроль	Автоматический контроль. Вывод информации на экран ОВЕН
Подача газа-носителя. Расход, давление	Ротаметры (3 шт.) Контроль расхода. Давление не контролируется (контроль косвенный: при повышении давления увеличивается расход)	Датчик давления всасывания (расход не контролируется, а лишь фиксируется) Электродвигатель НЗ
Подача сорбента Расход, давление	Через смотровое окно на прозрачные трубки. Расход и давление не контролируются (заданы параметрами насоса)	Емкостный датчик подачи жидкости. Расход и давление не контролируются (заданы параметрами насоса)
Электроэнергия	Индикаторная лампа	Автомат
Герметичность	Через смотровое окно. Дифференциальный манометр	Емкостный датчик на утечку жидкости. Датчик давления выхлопа
Аварийная система	Ротаметр (1 шт.) Контроль расхода	Электродвигатель НЗ
Температура	Дисплей контроллера	Контроллер
Концентрация щелочи	Дисплей контроллера	Контроллер

Важнейшим параметром работоспособности скруббера является эффективность очистки поступающих газов. В качестве нейтразуемого газа был выбран Cl<sub>2</sub> как наиболее опасный, ПДК= 0,3 мг/м<sup>3</sup>.

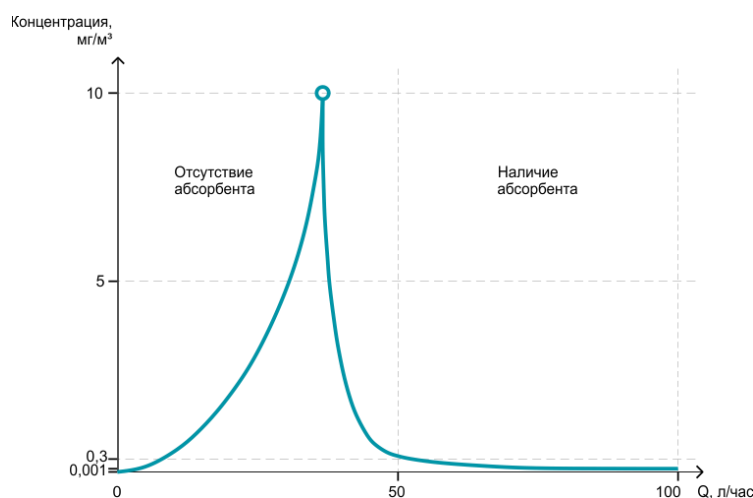


Рис. 3. График поглощения хлора.

На рис.3 показан экспериментальный график нейтрализации хлора в скруббере. Эксперимент проводился в два этапа. На первом этапе абсорбент в скруббер не подавался, и происходила адсорбция газа на поверхности колец Рашига. Приблизительно через 2 минуты процесс адсорбции переходил в насыщение, и весь хлор уходил на выброс. На втором этапе подавали абсорбент, и в течение приблизительно такого же времени концентрация хлора падала до  $0,001 \text{ мг/м}^3$  при ПДК =  $0,1 \text{ мг/м}^3$ .

### **ВЫВОДЫ**

1. Продемонстрирована нейтрализация хлора до уровня значительно меньшего, чем установленное значение ПДК при расходе подаваемого хлора до 360 л/час.
2. Установлено, что при улучшении смачиваемости колец Рашига расход нейтрализуемого газа может быть увеличен.
3. Показано, что разработанный скруббер обладает малым гидравлическим сопротивлением.

### **ЛИТЕРАТУРА**

- 1.Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета технологического и природоохранного оборудования. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2001.
2. Мокрые скрубберы. [Электронный ресурс] URL:  
[http://www.cesolutions.ru/production/gazoochistka/mokrye\\_skrubery/](http://www.cesolutions.ru/production/gazoochistka/mokrye_skrubery/).