

# **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДЫ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ**

# **Газоподготовка в электронной технике**

Классификация полупроводниковых процессных газов по физико-химическим свойствам и токсичности.

*Классиф.*

Применяется свыше 50-ти видов различных газов и газовых смесей.

По указанным признакам выделяют:

1. Инертные газы – при нормальных условиях (температура, давление) не взаимодействуют с другими химическими веществами или материалами (азот, аргон, гелий и др.).
2. Токсичные газы – отравление ими может привести к летальному исходу или вызвать другие негативные последствия для здоровья человека (см. табл. С ПДК).
3. Легковоспламеняющиеся и взрывоопасные газы – при нормальных условиях легко смешиваются с воздухом, а при достижении их концентрации в воздухе  $< 13\%$  от объема образуют пожаро- взрывоопасную смесь (водород, моносилан, аммиак и др.)
4. Коррозионные газы – вызывают коррозию труб или компонентов газовой системы в присутствии следов влаги (галогенсодержащие: хлор, хлороводород, трихлорид бора, бромоводород и др.).
5. Газы – окислители – не горят, но поддерживают горение (кислород, закись азота и др.).

Производственная классификация полупроводниковых газов (процессных газов).

1. Технологические газы – азот, аргон, кислород, гелий, водород и др.
2. Специальные газы – гидриды (фосфин, арсин, моносилан и др.), галогенсодержащие (трифториды азота, бора, трихлорид бора, хлороводород и др.), кислородсодержащие (окись, закись азота, окись углерода и др.), хладоны (хладон 14, 23, 116 и др.) и прочие.

## Газы в технологических процессах изготовления ИС

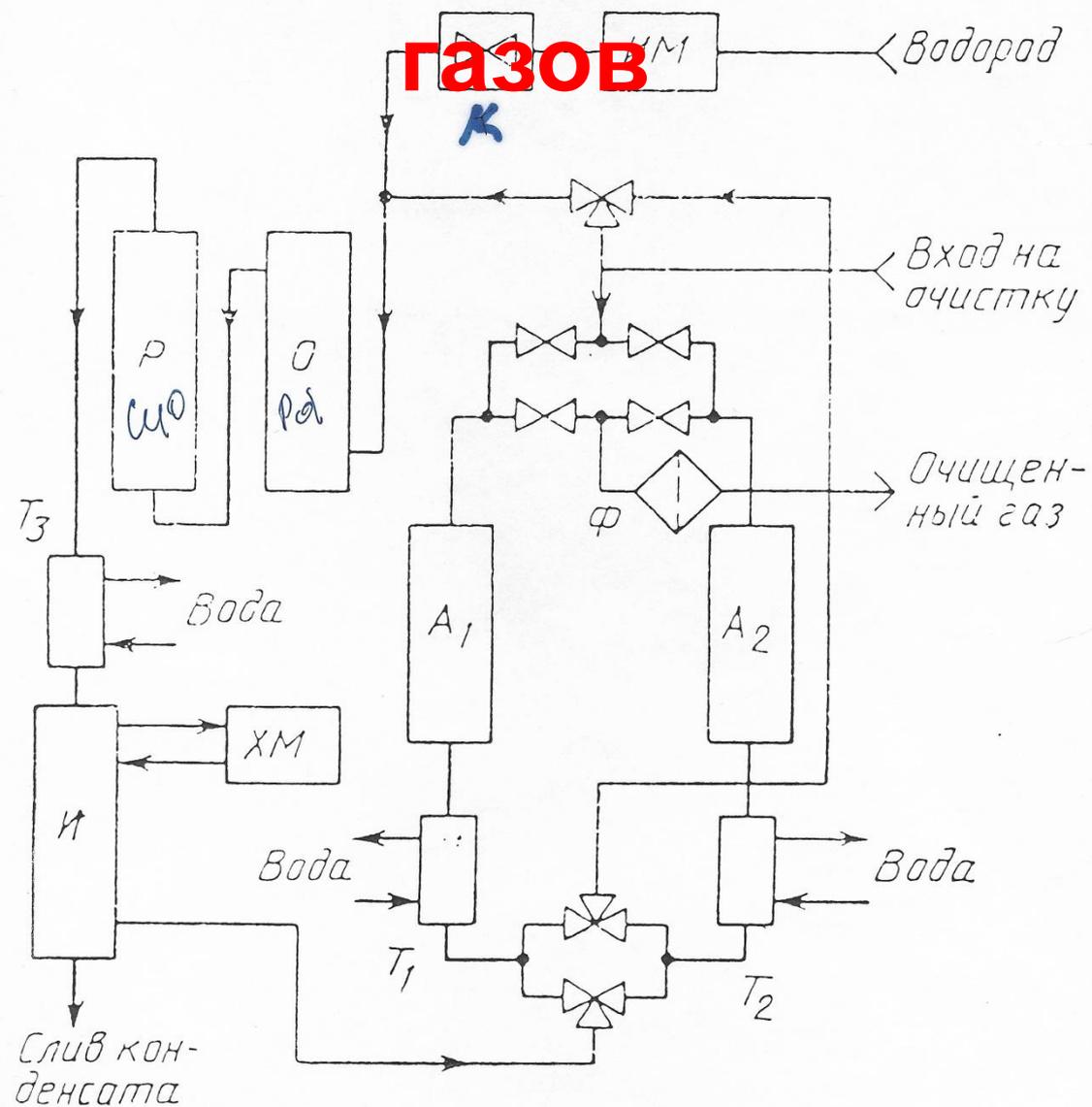
Наименование технологического процесса или операции	He	N <sub>2</sub>	Ar	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CF <sub>4</sub>	HCl	SiH <sub>4</sub>	BF <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>
Катодное распыление, плазменная очистка		+	+		+					
Ионная имплантация			+						+	
Диффузионное легирование		+	+	+	+				+	
CVD – процессы		+	+	+	+			+		+
Отжиги, очистка реакционных камер, продувка систем	+	+	+	+		+	+			
Травление (металлов, кремния, окислов, нитридов, силицидов)			+	+		+	+			
Опрессовка систем, отыскание течей	+	+								
<i>Защита внутр. об'ёмов приборов при сборке,</i>	+	+	+	+	+					

# Числовая маркировка чистоты

## газов

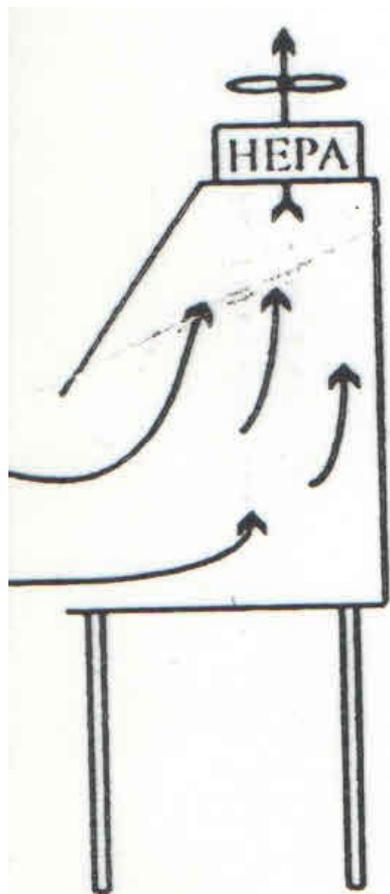
Обозначение	Чистота газов	Остаточные примеси в ppm	Остаточные примеси в %
2.0	99,0 %	10000 ppm	1 %
3.0	99,9 %	1000 ppm	0,1 %
3.5	99,95 %	500 ppm	0,05 %
4.8	99,998 %	20 ppm	0,002 %
5.0	99,999 %	10 ppm	0,001 %
5.5	99,9995 %	5 ppm	0,0005 %
7.0	99,99999 %	0,1 ppm (100 ppb)	0,00001 %

# Схема установки для осушки и очистки от кислорода инертных газов

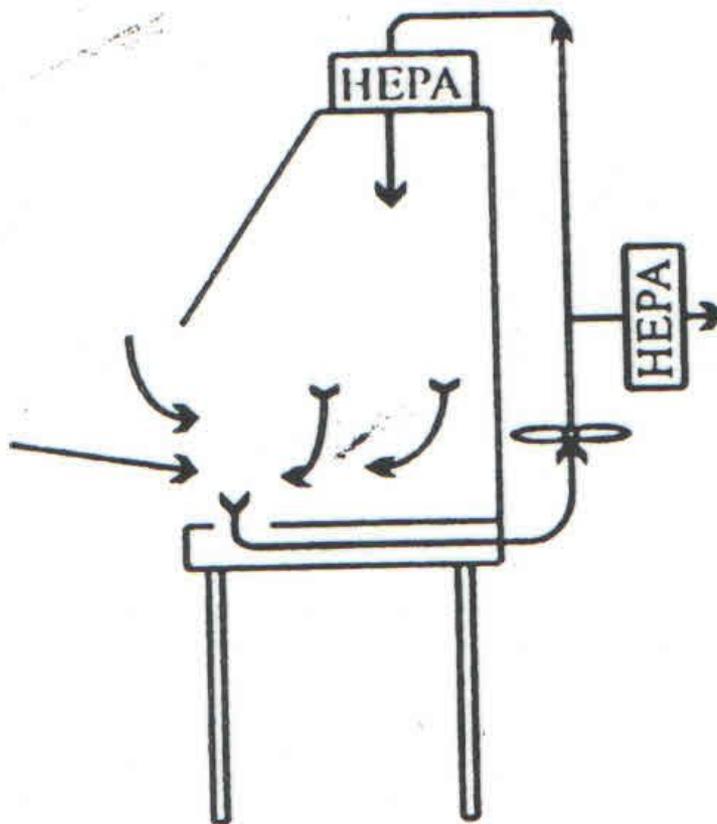


**Чистые  
помещения в  
электронной  
технике**

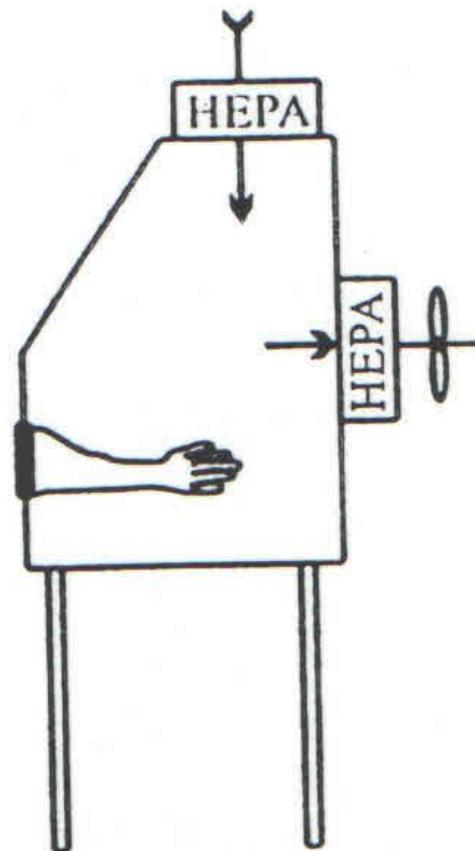
# Изолирующие лабораторные шкафы (боксы)



класс I

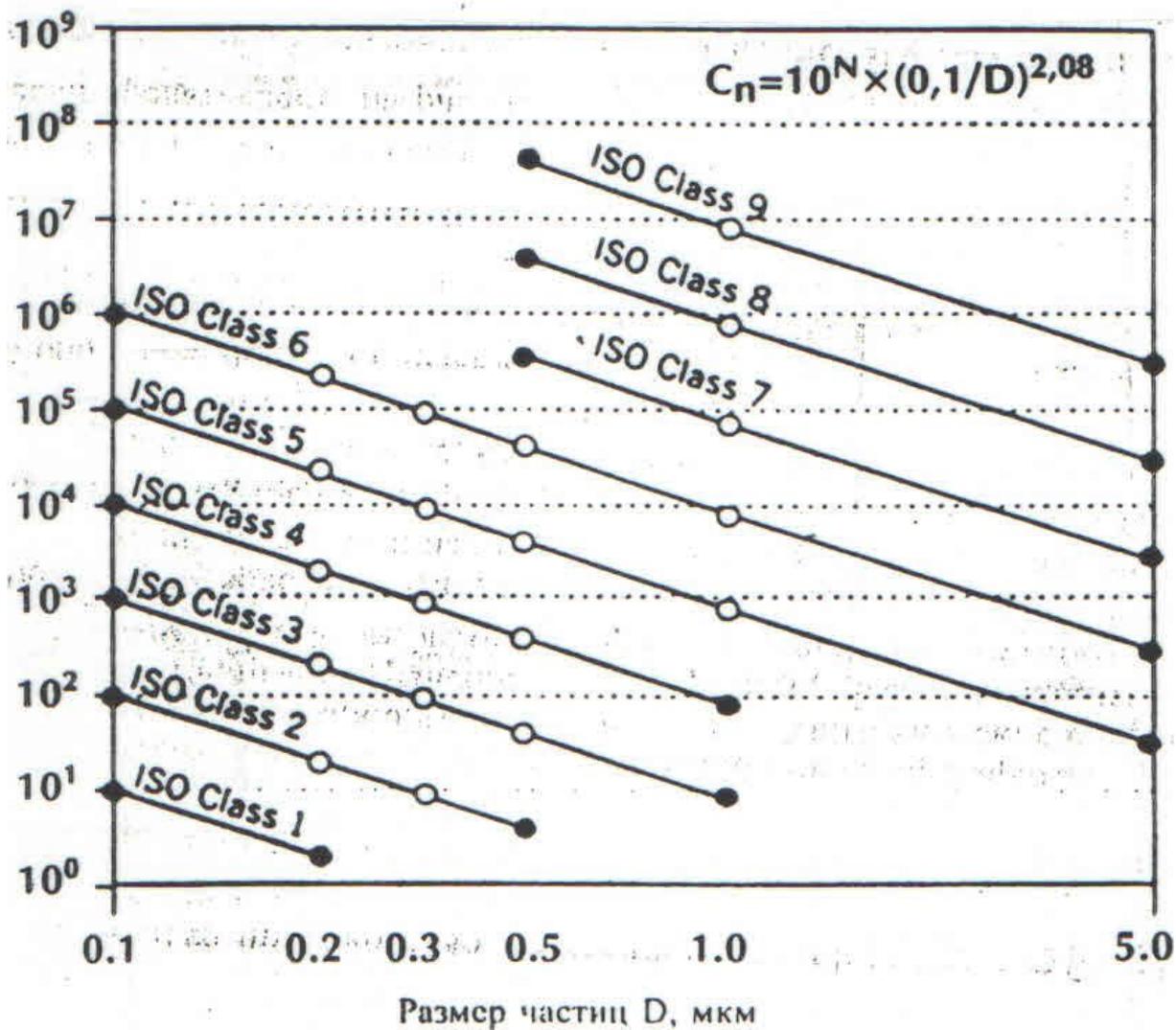


класс II



класс III

# Графическое представление классов чистоты помещений по стандарту ISO 14644 -1



# Классификация чистых помещений и чистых зон по ISO 14644-01

Класс по ISO	Предельно допустимая концентрация частиц (частиц/м <sup>3</sup> воздуха), размер которых равен или превышает указанный в таблице					
	≥0,1 мкм	≥0,2 мкм	≥0,3 мкм	≥0,5 мкм	≥1 мкм	≥5,0 мкм
ISO 1	10	2				
ISO 2	100	24	10	4		
ISO 3	1000	237	102	35	8	
ISO 4	10000	2370	1020	352	83	
ISO 5	100000	23700	10200	3520	832	29
ISO 6	1000000	237000	102000	35200	8320	293
ISO 7				352000	83200	2930
ISO 8				3523000	832000	29300
ISO 9				35200000	8320000	293000

# Чистые помещения с различными направлениями газовых потоков

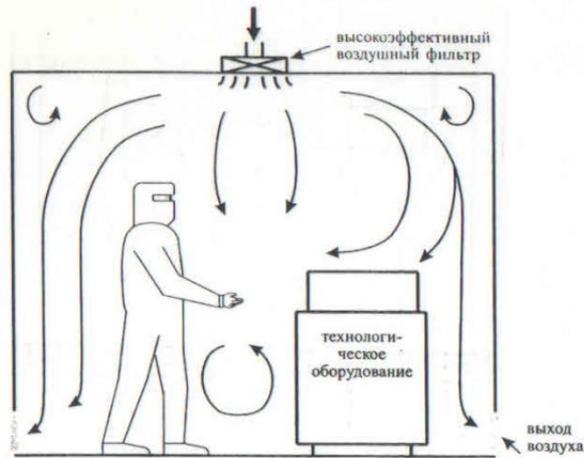


Рис. 1.5. Чистое помещение с обычным (неоднаправленным) воздушным потоком

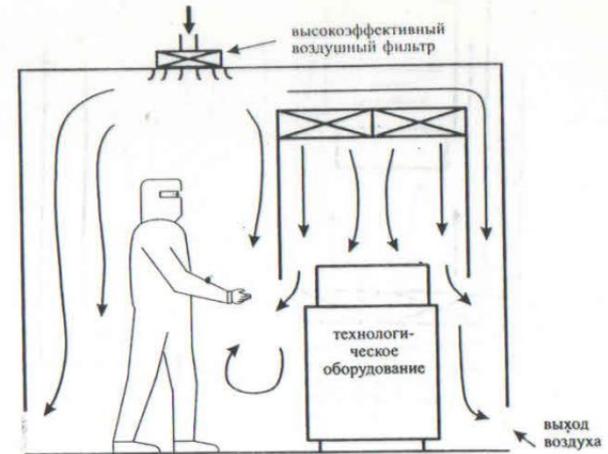


Рис. 1.7. Чистое помещение со смешанным воздушным потоком: внутри турбулентно вентилируемого помещения критическая зона защищена односторонним воздушным потоком

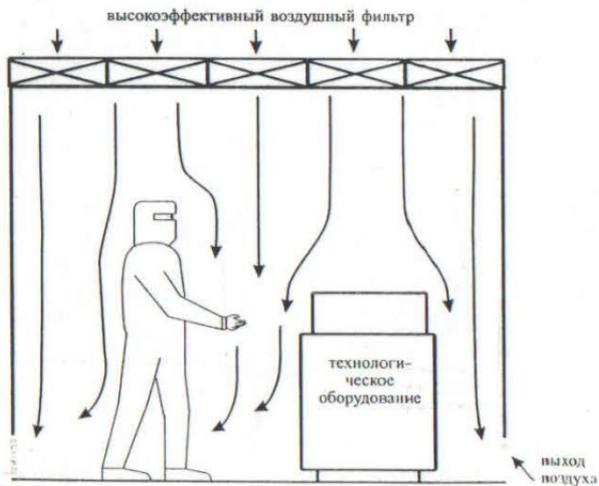


Рис. 1.6. Чистое помещение с вертикальным односторонним воздушным потоком

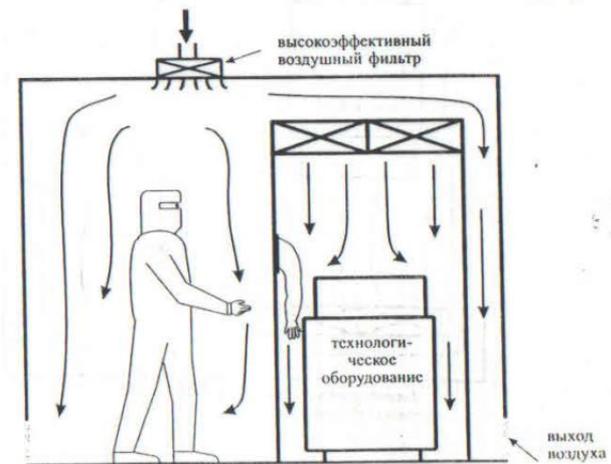


Рис. 1.8. Использование перегородки для защиты производственной зоны

# Чистое помещение с вертикальным однонаправленным потоком воздуха





# **Водоподготовка в электронной технике**

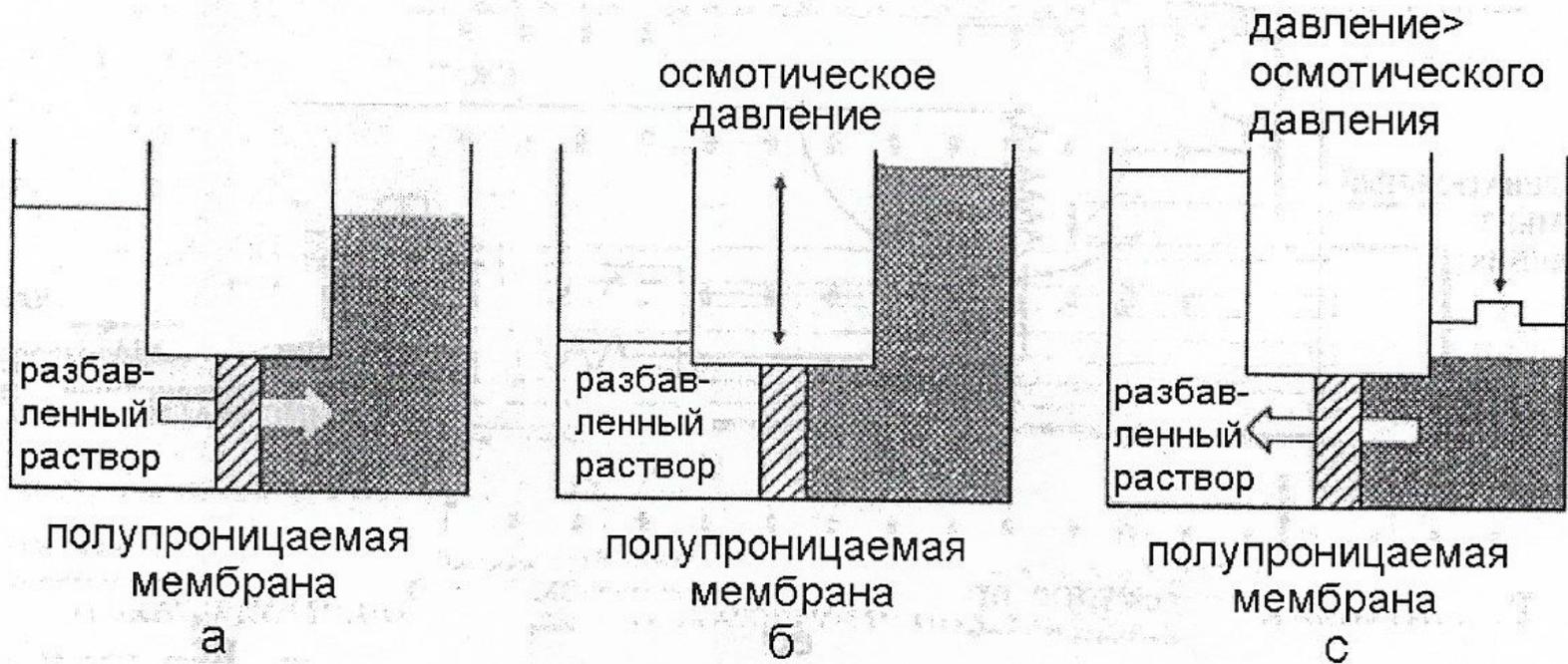
# Требования к качеству воды после ОЧИСТКИ

Параметр	Требования
Сопротивление при $t = 25^{\circ}\text{C}$	$> 18,0 \text{ МОм}\cdot\text{см}$
Общее содержание органического углерода	$< 5 \text{ ppb}$
Содержание растворенного диоксида кремния	$< 3 \text{ ppb}$
Частицы размером более $0,1 \text{ мкм}$	$< 100 \text{ частиц/литр}$
Бактерии	$< 5/\text{литр}$
Катионы (Na, K, Ca, Mg, $\text{NH}_4$ )	$< 0,1 \text{ ppb}$ (каждого)
Анионы (F, Cl, $\text{SO}_4$ , $\text{NO}_3$ , Br, $\text{PO}_4$ )	$< 0,1 \text{ ppb}$ (каждого)

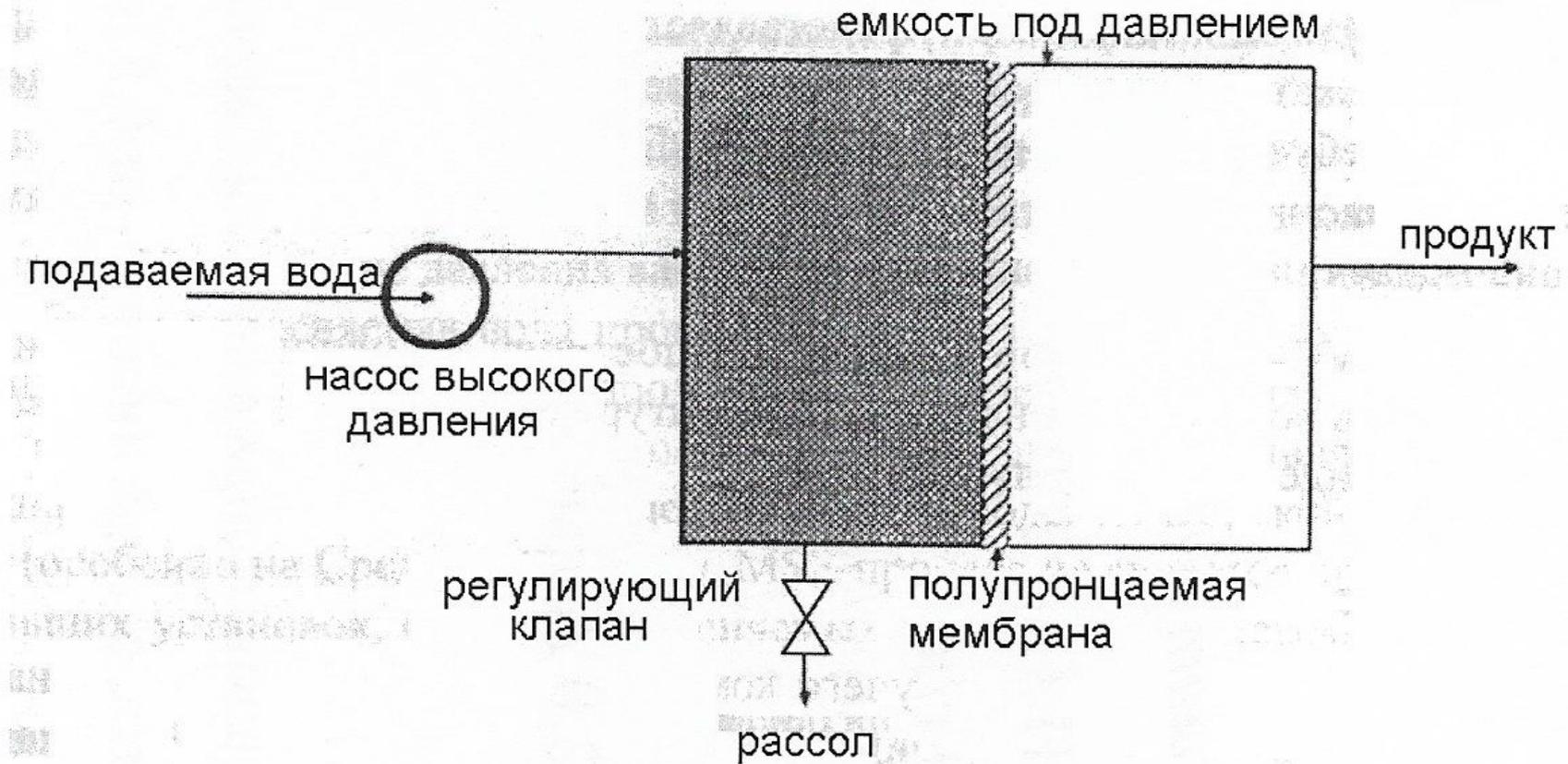
# Примеси и методы их удаления

Составляющие:	Частицы	Растворенные соли (ионы)	Растворенная органика	Бактерии
Возможная технология очистки	Грубые фильтры	Дистилляция	Активированный уголь	Мембраны
	Песчаные фильтры	Мембраны	Мембраны	УФ-облучение
	Мембраны	Ионный обмен	Нагревание	Химикаты

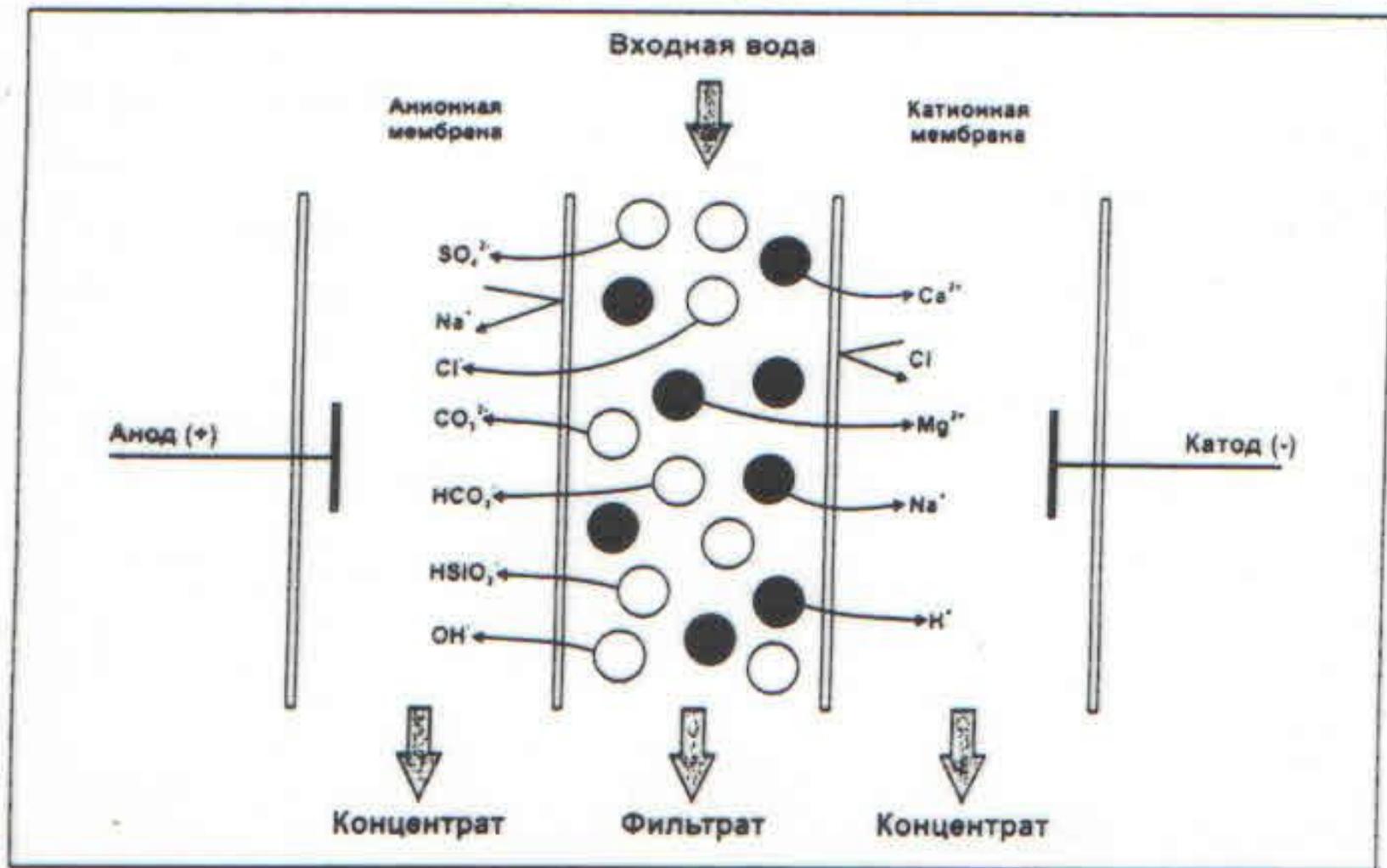
# Осмоз и обратный осмос



# Упрощенное представление обратно-осмотической системы



# Схема движения потоков воды и ионов в ячейке электродеионизатора



# Качество воды на различных стадиях ПОДГОТОВКИ

Параметры воды Стадия подготовки	Уд.сопр., МОм°см, при 25°С	Окисляе- мость, мг O <sub>2</sub> /л	Cu, мкг/л	Fe, мкг/л	SiO <sub>2</sub> , мкг/л	Микроор- ганизмы, кол./мл
Обратный осмос	0,04-0,2	0,42	< 1,5	12,4	90,8	1,2
EDI	15,5*-17,5	0,34	< 1,5	1,46	5,3	0,004
СЧВ	≥ 18,0	0,31	< 1,5	< 1,5	5,1	0,004
Согласно ОСТ 11029.003	18,0	0,5	2	2	10	1,0