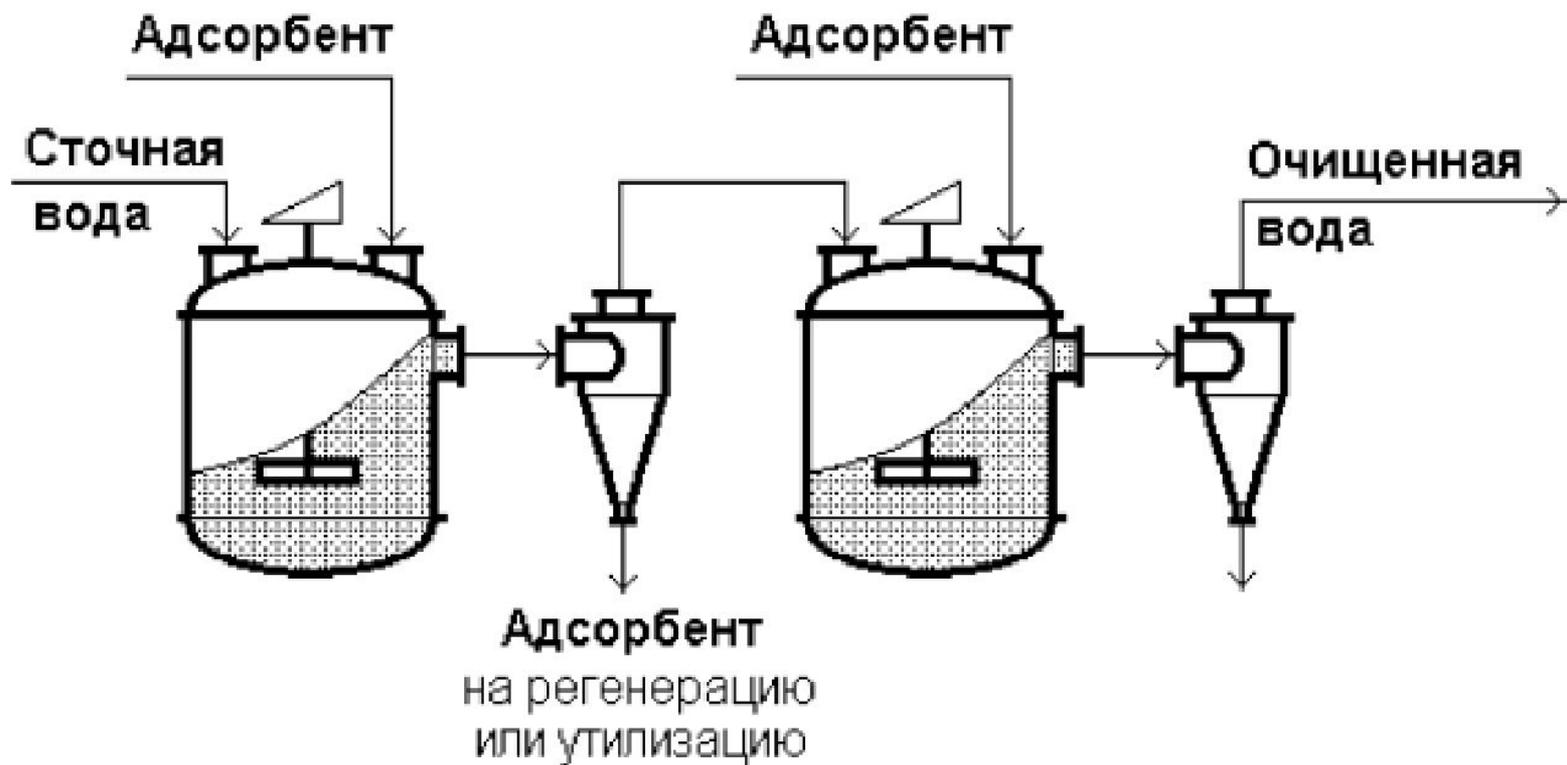


**Технологическое  
оформление процессов  
адсорбции**



Каскад адсорберов непрерывного действия с суспендированным адсорбентом

*Расход адсорбента для одноступенчатого процесса определяют из уравнения материального баланса:*

$$m = Q(C_H - C_K) / a,$$

где

$Q$  - объемный расход сточных вод;

$C_H, C_K$  - начальная и конечная концентрации загрязненной сточной воды;

$a$  - коэффициент адсорбции.

*Конечная концентрация загрязнений в сточной воде после очистки в установке со ступенями равна:*

$$C_n = [Q / (Q + km)]^n C_H,$$

где  $k$  - коэффициент распределения, равный:

$$k = a_T / a = (C_H - C_K) / (C_H - C_p) \approx 0.7 \div 0.8,$$

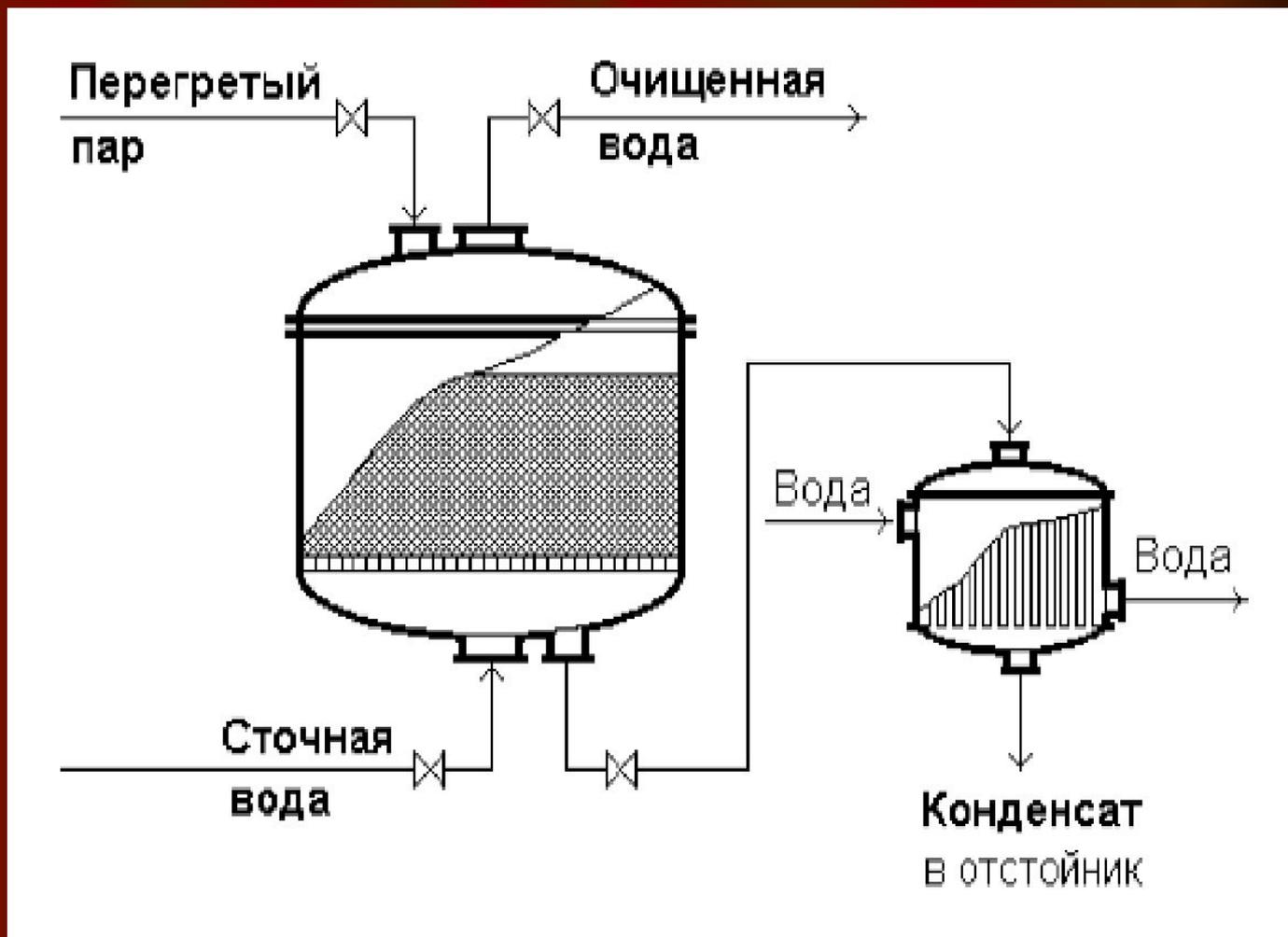
где  $a_T$  - значение удельной адсорбции за время  $T$ ;  
 $C_p$  - равновесная концентрация вещества.

*Расход адсорбента на каждую ступень находят по формуле:*

$$m = Q / k(\sqrt{C_H / C_n} - 1),$$

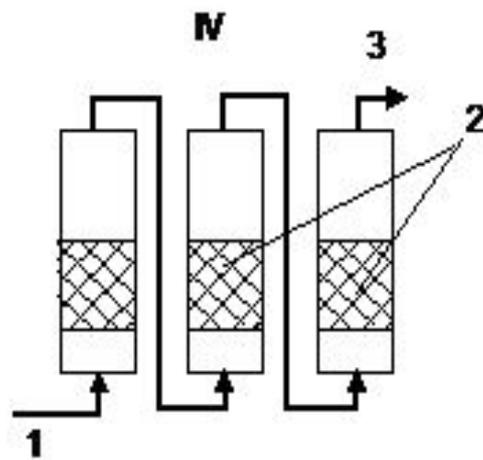
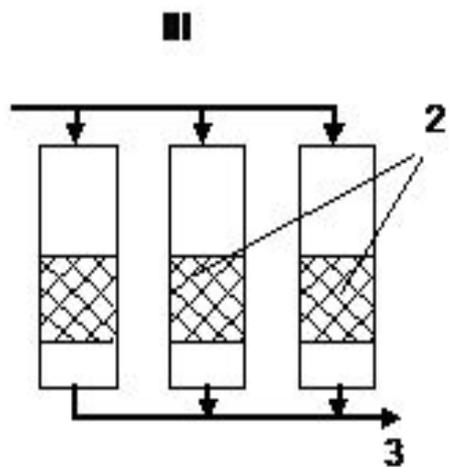
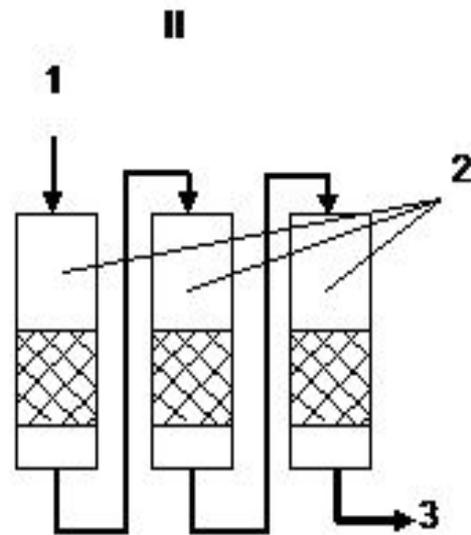
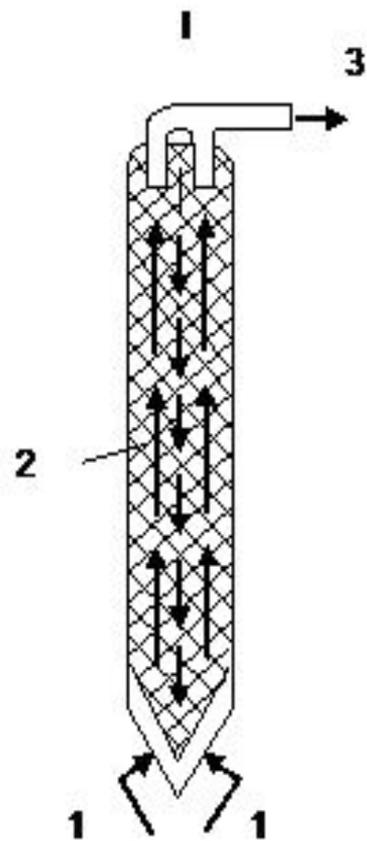
*Необходимое число ступеней рассчитывают по формуле:*

$$n = \lg C_H - \lg C_n / [\lg(Q + km) - \lg Q].$$



Адсорбер периодического действия с неподвижным слоем сорбента

Размер частиц сорбента равен 0,8–5 мм,  
интенсивность подачи воды - от 1 до 6 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч),  
скорость фильтрации – 4-10 м/ч.

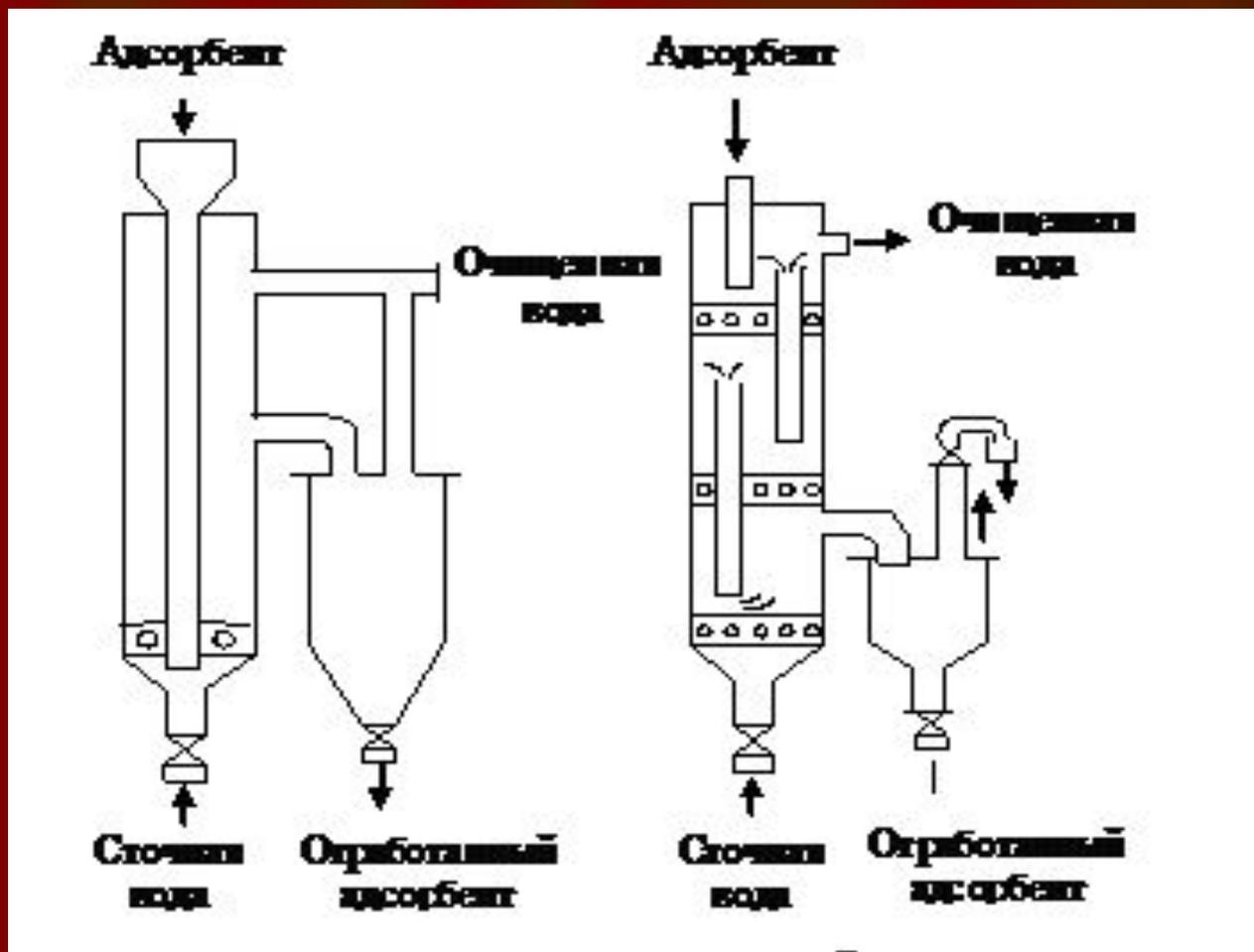


Типичные схемы работы адсорберов: I – адсорбер с движущейся загрузкой; II – последовательно работающие адсорберы с неподвижной загрузкой и нисходящим потоком воды; III – параллельно работающие адсорберы с неподвижной загрузкой и восходящим потоком воды; IV – последовательно работающие адсорберы с неподвижной загрузкой и восходящим потоком воды («расширенный слой» угля); 1 – подача воды; 2 – угольная загрузка; 3 – выпуск очищенной воды

Зависимость времени проскока от длины слоя адсорбента описывается эмпирическим уравнением Шилова:

$$t_{np} = kL - t_0,$$

где  $k$  – коэффициент защитного действия слоя;  
 $t_0$  – время формирования стационарного фронта адсорбции.

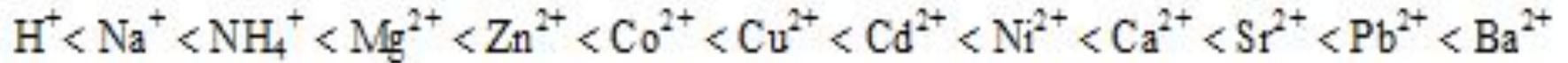


Адсорберы непрерывного действия с кипящим слоем активного угля: а – одноярусный; б – многоярусный с переточными трубками

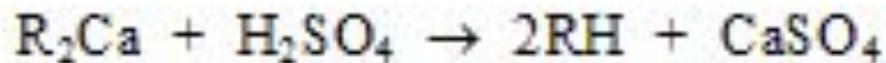
Размер частиц сорбента равен 0,25-0,3 мм (мелкозернистый), 40 мкм (пылевой), интенсивность подачи воды - от 7 до 15 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч), расширение слоя – не более 1,5.

**Технологическое  
оформление процессов  
ионного обмена**

Для катионита КУ-2 известен такой ряд:

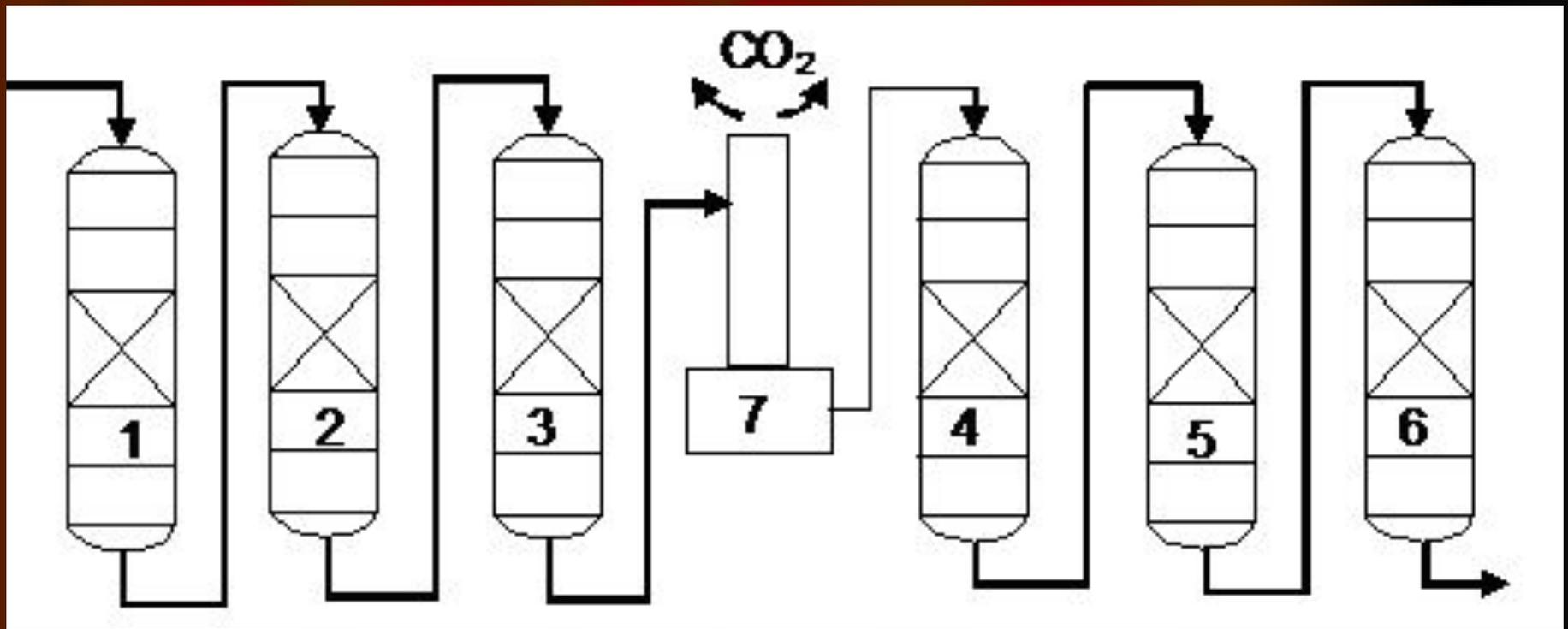


Если регенерация идет сернокислыми растворами, то возможно загипсовывание смолы осадком сульфата кальция:



Достаточно широкое применение аниониты находят и при извлечении металлов из водных растворов в виде комплексных анионов или других полиионов, например



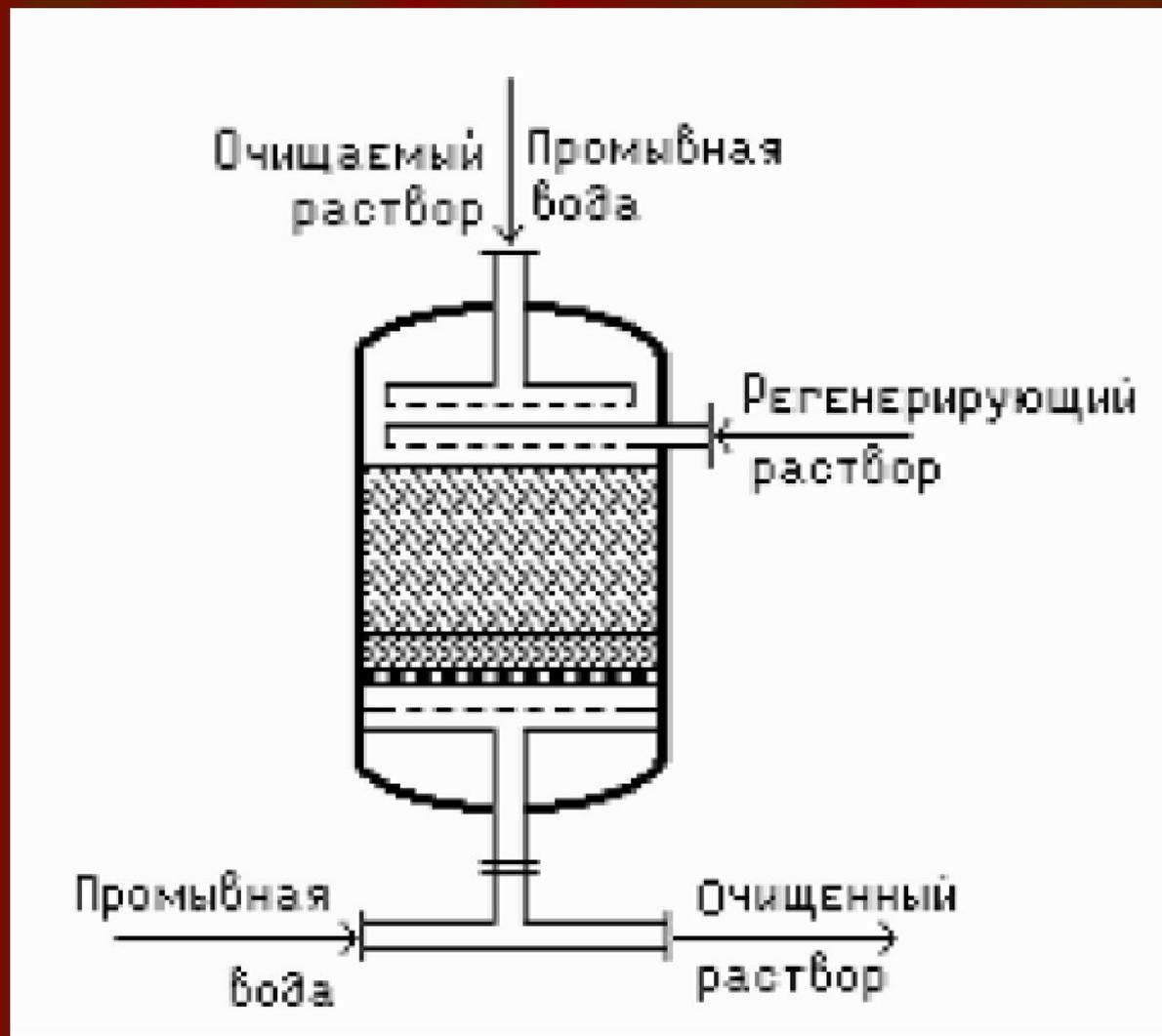


Принципиальная схема трехступенчатого  
обессоливания воды:

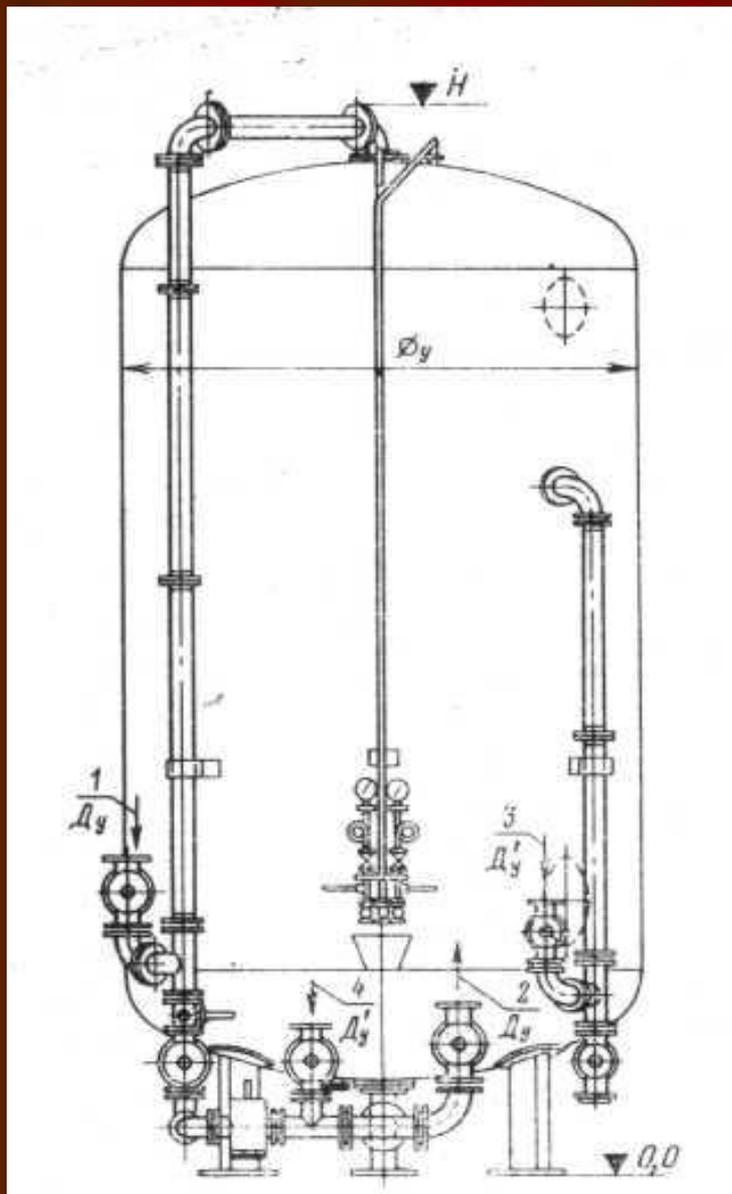
1 и 2 – слабокислотный и слабоосновный катионит и анионит I  
ступени;

3 и 4 – сильнокислотный и слабоосновный катионит и анионит II  
ступени;

5 и 6 – сильнокислотный и сильноосновный катионит и анионит III  
ступени; 7 – декарбонизатор



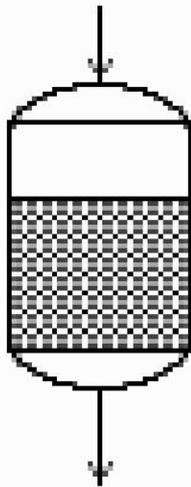
Ионообменный аппарат с неподвижным слоем ионита



### Напорный катионитовый фильтр:

- 1 – подвод воды, подлежащей очистке;
- 2 – штуцер для гидрорегенерации катионита;
- 3 – цилиндрический корпус;
- 4 – манометры на пробоотборных трубках;
- 5 – подвод регенерационного раствора;
- 6 – люки;
- 7 – воздухоотводная трубка;
- 8 – трубка для отбора проб при взрыхлении;
- 9 – отвод очищенной воды;
- 10 – воронка для подвода воды;
- 11 – устройство для распределения регенерационного раствора;
- 12 – дренажное устройство;
- 13 – бетонная подушка

Очищаемая  
вода



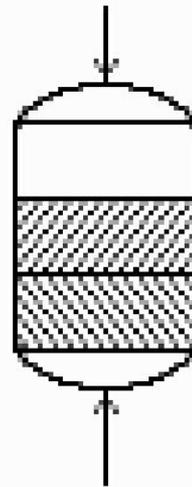
Очищенная  
вода

Слив



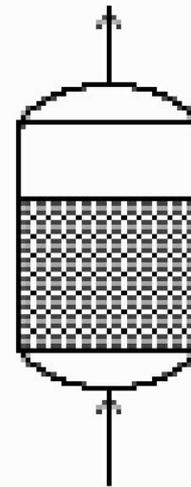
Очищаемая  
вода

Щелочь



Кислота

Слив



Сжатый  
воздух

Аппарат со смешанным слоем ионитов



Схема противоточного ионирования