

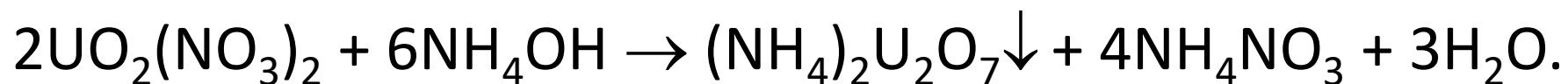
**Тема 11.**

**ОСАЖДЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ  
КОНЦЕНТРАТОВ.**

**АФФИНАЖ УРАНА.**

**Химические концентраты (ХК) осаждают** из уран-содержащих регенератов и реэкстрактов *растворами гидроксидов*:

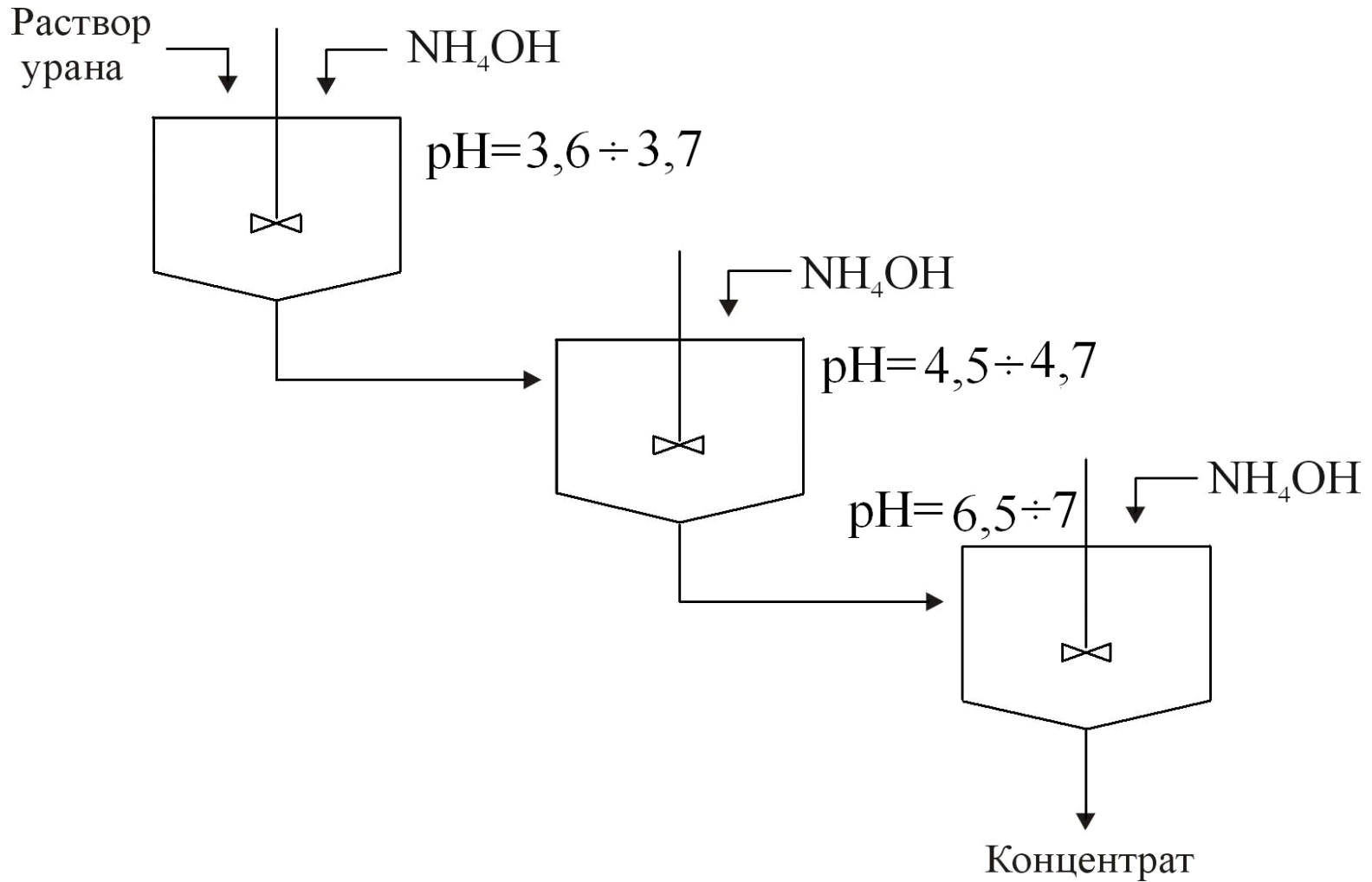
- аммония **NH<sub>4</sub>OH**,
- натрия NaOH,
- кальция Ca(OH)<sub>2</sub>
- или *оксидами* кальция CaO или магния MgO.



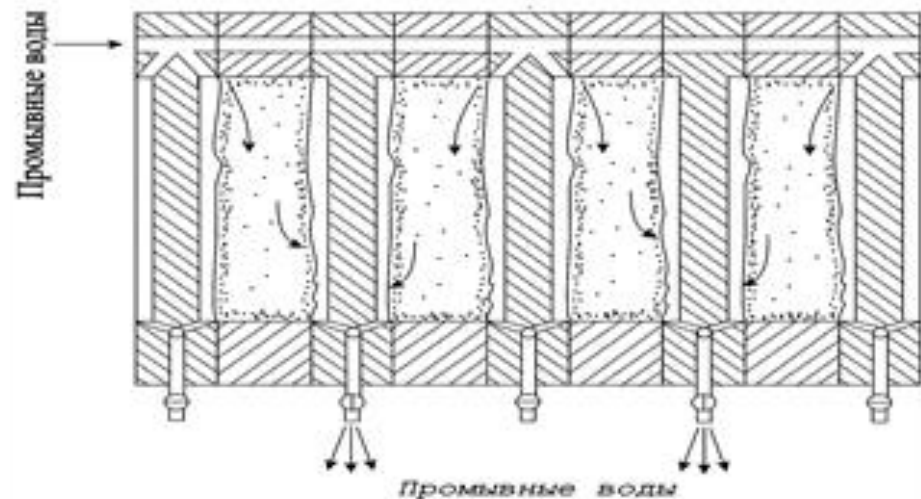
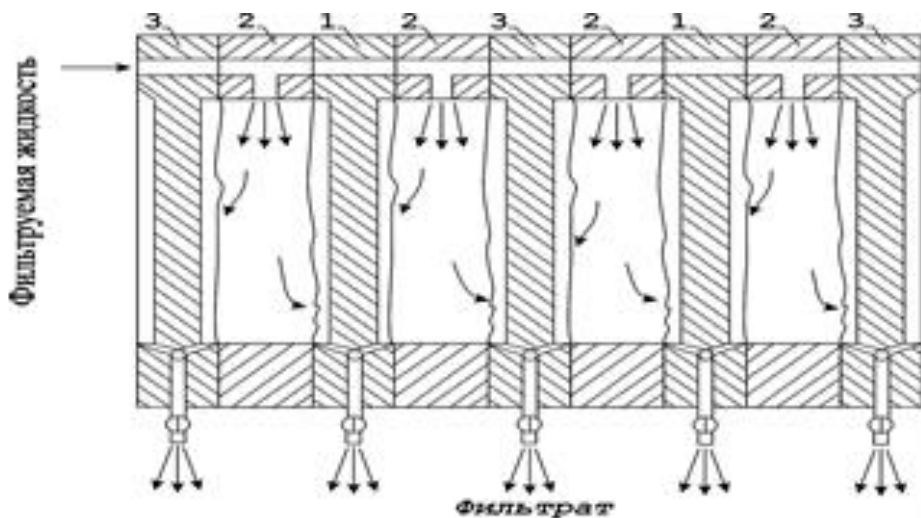
### ***Условия осаждения***

- Остаточная концентрация урана в маточнике (растворе) не более 1–3 мг U / л.
- Температура 60–80 °С.
- Время формирования осадка (осаждения) от 1 до 6 часов.

## Схема каскада осаждения



**Фильтрование** сравнит. жидких пульп ХК – на автоматических фильтпрессах.



**Схемы работы фильтпресса:**

*а – при фильтрации;*

*б – при промывке осадка;*

*1 – плита;*

*2 – рама;*

*3 – промывная плита*

**Рабочее давление в**

**фильтпрессах 0,3 – 1,0 Мн/м<sup>2</sup>.**

**Суммарная фильтрующая**

**поверхность 100 м<sup>2</sup> и более.**

# ФИЛЬТПРЕСС

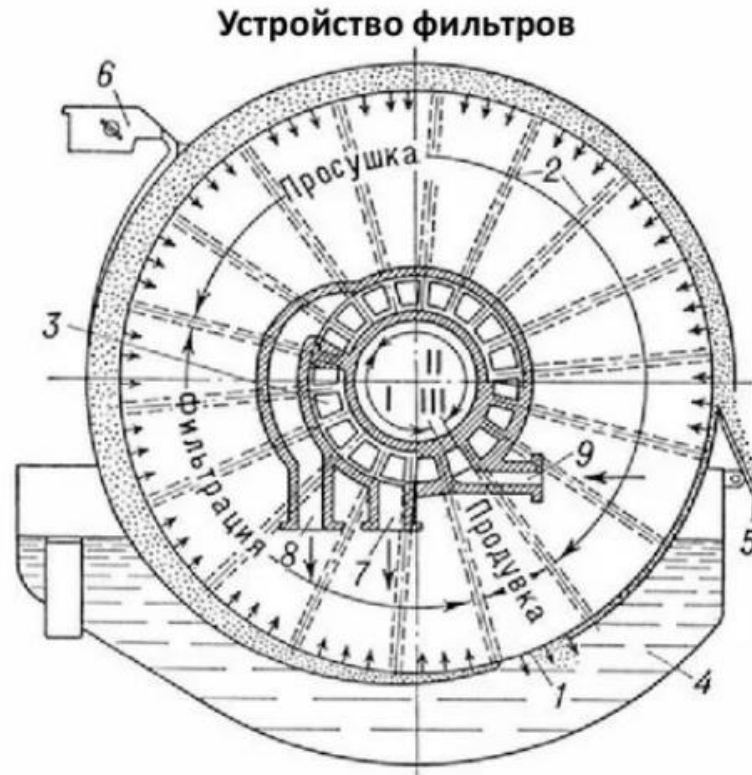


## *Барабанный вакуумный фильтр*



<https://www.youtube.com/watch?v=hSebLAzhK2I>

# Барабанный вакуумный фильтр



**Барабанный вакуум-фильтр**

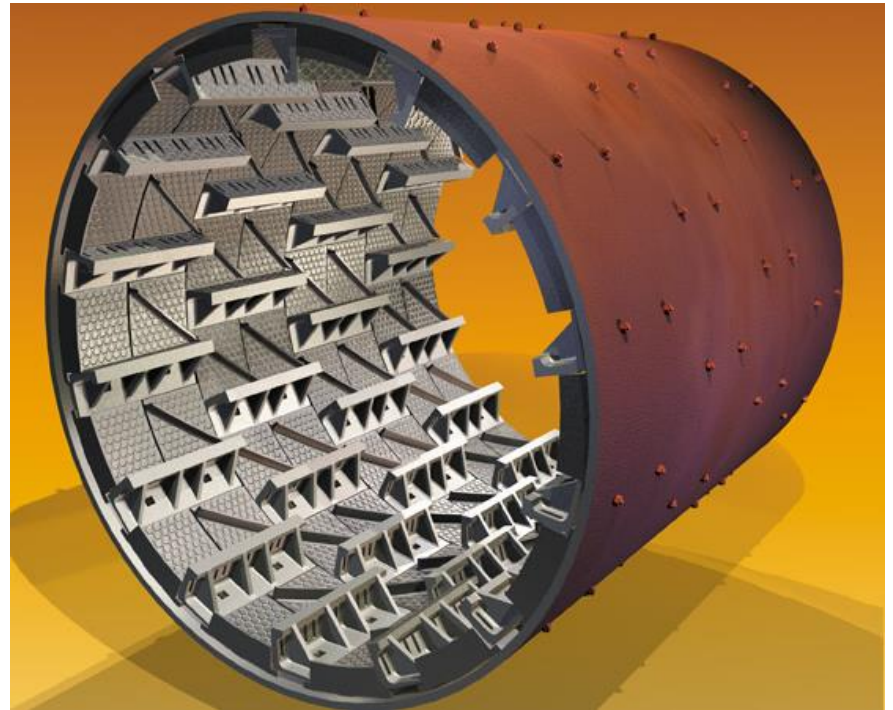
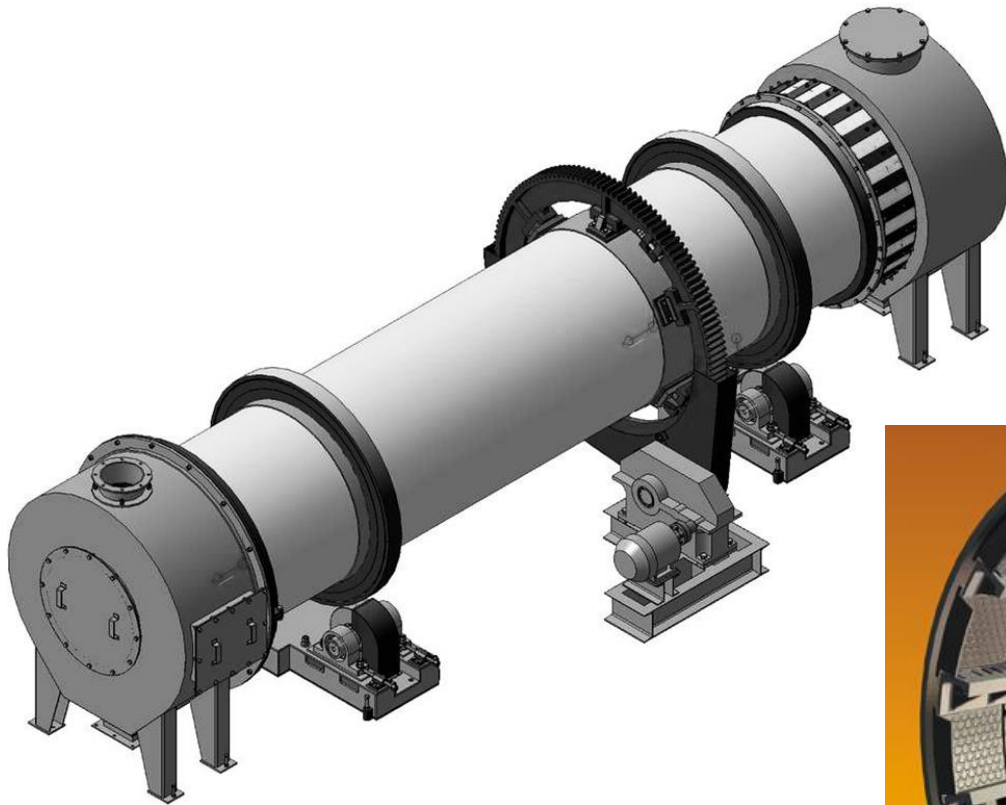
1 — барабан; 2 — перегородки; 3 — распределительная головка; 4 — корыто; 5 — нож для срезания осадка; 6 — распределитель воды для промывания осадка; 7, 8 — трубы для откачки соответственно отфильтрованной жидкости и промывной воды; 9 — труба для подачи сжатого воздуха

# *БАРАБАННАЯ ВРАЩАЮЩАЯСЯ ПЕЧЬ*





# БАРАБАННАЯ ВРАЩАЮЩАЯСЯ ПЕЧЬ



**АФФИНАЖ УРАНА**

***Состав ХК, % масс.:***

- U ( $U_3O_8$ ) – 60 – 95
- примеси – до 20.

***Основные примеси:*** Fe, Si, P, V, Al, Mn, S, Ca, Mg и др.

## Допустимое содержание примесей в уране ЯЧ

определяется исходя из величины их эффективного поперечного сечения захвата тепловых нейтронов.

- $\sigma > 100$  – нейтроноактивные элементы – не более  $10^{-5} - 10^{-6} \%$ .

элемент	Hf	B	Dy	Cd	Eu	Sm	Gd <sup>156</sup>	Gd <sup>157</sup>
$\sigma$ , барн	115	753	1100	2400	4500	6500	4400	160000

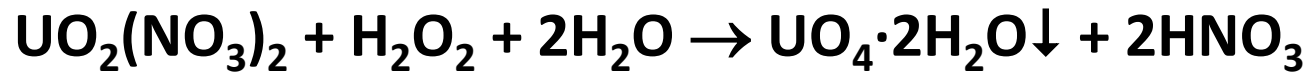
- $1 < \sigma < 100$  (Fe, V, Ti, Cr, Ni, Cu, Mo, Nb, N<sub>2</sub>) доп. ( $10^{-3} - 10^{-4} \%$ ).
- $\sigma < 1$  (Al, Si, P, S, Ca, Pb, Zr, O<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, C, Mg) доп.  $\geq 10^{-3} \%$ .

## ОСАДИТЕЛЬНЫЙ АФФИНАЖ

### *Реагенты-осадители:*

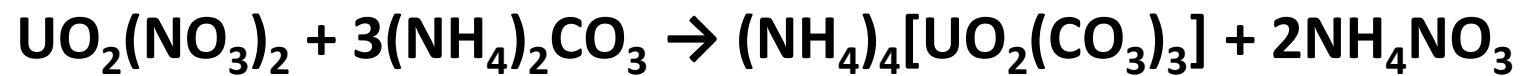
- пероксид водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,
- щавелевая кислота  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- карбонат  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
- бикарбонат аммония  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$

## *Пероксидный аффинаж*

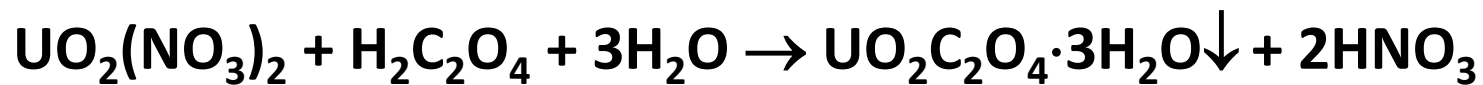


- pH = 1,5 – 2,0 (нейтрализация изб. азотной кислоты);
- температура 20 – 35 °С;
- интенсивное перемешивание.

## *Карбонатный аффинаж*



## *Оксалатный аффинаж*

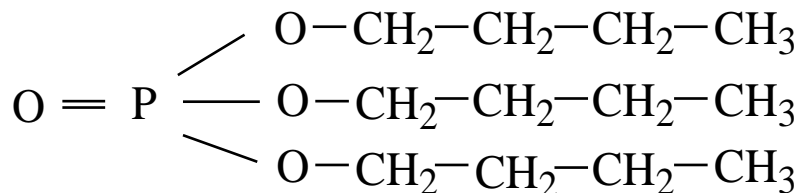


Осадок отделяют от раствора промывают, просушивают и прокаливают до закиси-окиси урана  $\text{U}_3\text{O}_8$  при 700–900 °С.



## ЭКСТРАКЦИОННЫЙ АФФИНАЖ

ТБФ – нейтральный алкилфосфат,  
(C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>O)<sub>3</sub>PO



### *Физические свойства ТБФ:*

молекулярная масса	266,32 г/моль
<b>плотность при 25 °С</b>	<b>0,973 г/см<sup>3</sup></b>
температура плавления	<b>-80 °С</b>
температура кипения при атм. давлении	<b>289 °С</b>
давление пара при 25 °С	0,8 Па
при 100 °С	133,3 Па
температура вспышки	<b>146 °С</b>
вязкость при 25 °С	<b>0,332 спуаз</b>
растворимость в воде при 25 °С	<b>0,39 г/л</b>
диэлектрическая постоянная при 30 °С	<b>7,97</b>

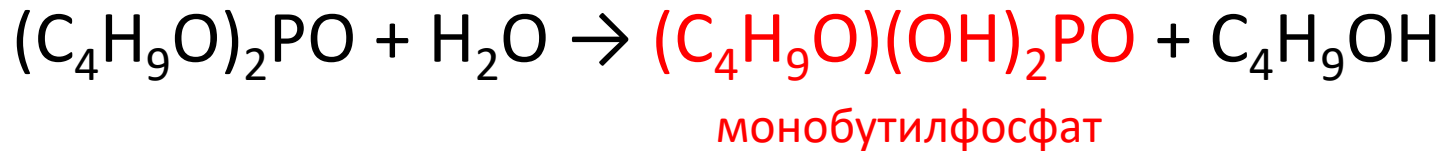
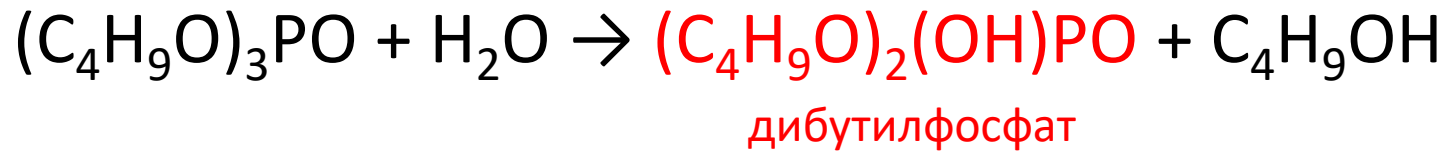
## ***Инертные органические разбавители:***

- гексон,
- керосин,
- предельные углеводороды.

**Керосин** – сложный нефтяной дистиллят,

- кипит при 190–270 °С,
- плотность при 25 °С 0,8 г/см<sup>3</sup>,
- температура вспышки 38–43 °С.

## Гидролиз ТБФ:



Скорость гидролиза ТБФ  $\approx 0,001\%$  в час.

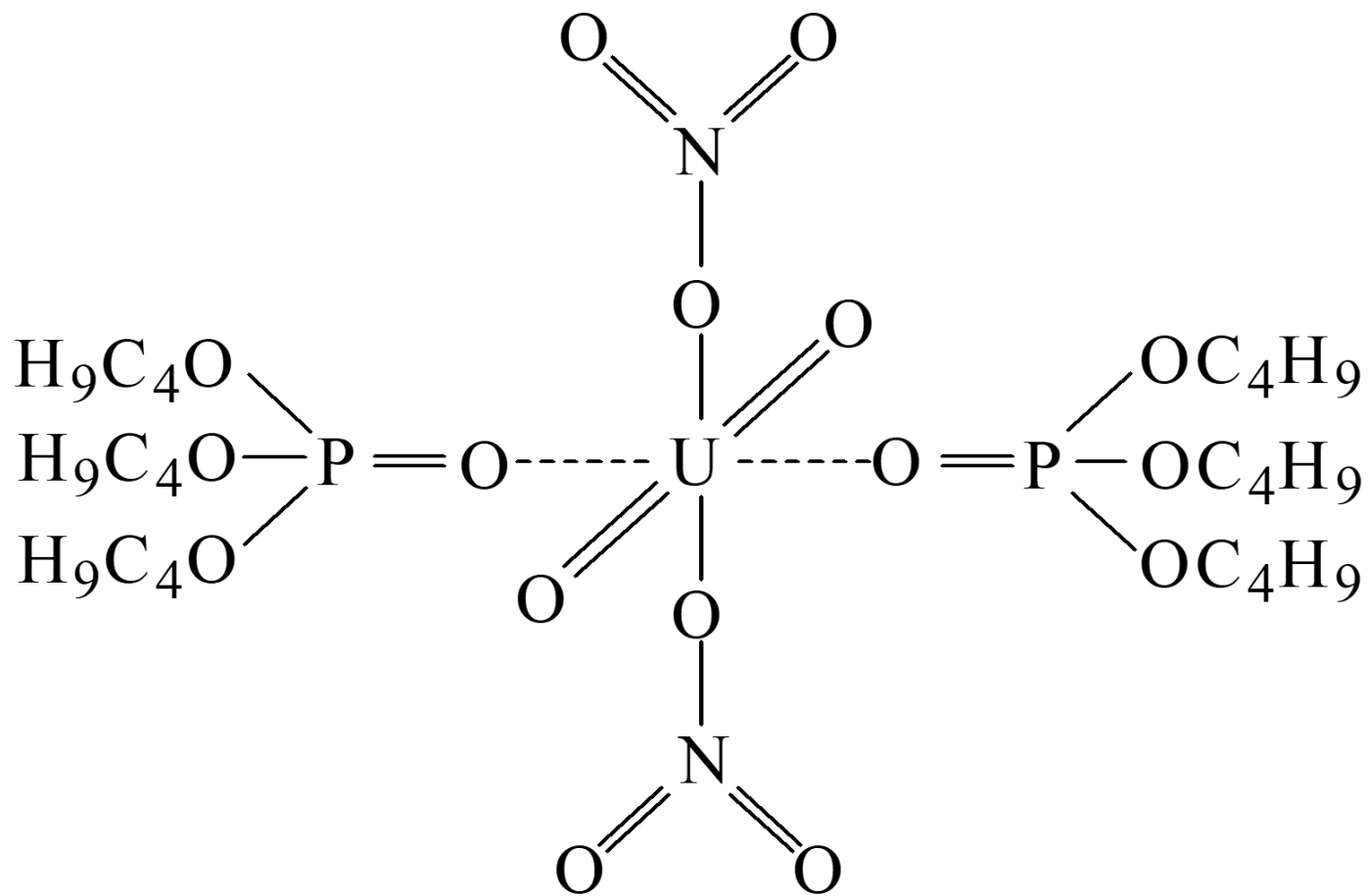
**ТБФ хорошо экстрагирует** те соли азотной кислоты, которые легче всего ассоциируются в молекулы:

- нитрат уранила  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ ,
- нитрат тория  $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$ ,
- нитрат плутония  $\text{Pu}(\text{NO}_3)_4$ ,
- отчасти нитрат циркония  $\text{Zr}(\text{NO}_3)_4$  и нитрат гафния  $\text{Hf}(\text{NO}_3)_4$ .

*Реакция экстракции урана из азотнокислых растворов с образованием сольватов:*



*Структурная формула сольвата:*



## ***Высаливатели:***

*1) нитраты других металлов:  $Al(NO_3)_3$ ,  $NaNO_3$ ,  $Ca(NO_3)_2$  ...*

*2) азотная кислота*



**Величина коэффициента распределения  $D$**  уранилнитрата м-ду водным раствором и раствором трибутилфосфата ТБФ в разбавителе **зависит от:**

1) *концентрации урана;*

2) *концентрации азотной кислоты*



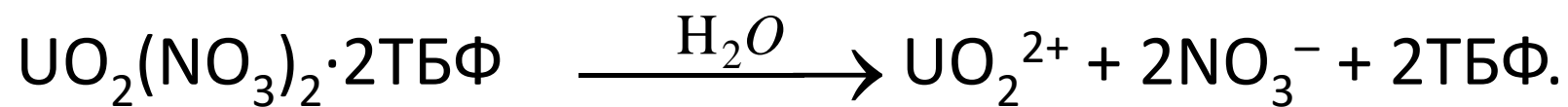
3) *концентрации нитратов других металлов;*

4) *концентрации ТБФ в разбавителе (20–40 %-е р-ры ТБФ в разбавителе);*

5) *сорта разбавителя (гексон, керосин, предельные углеводороды);*

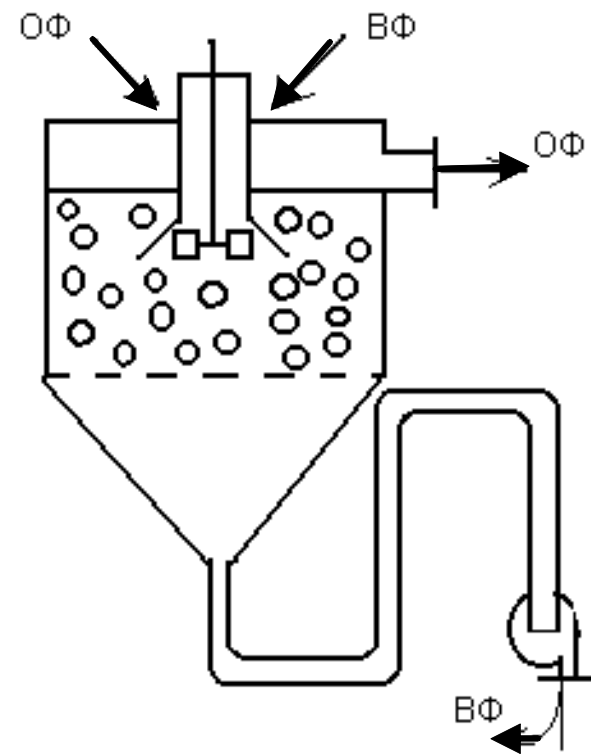
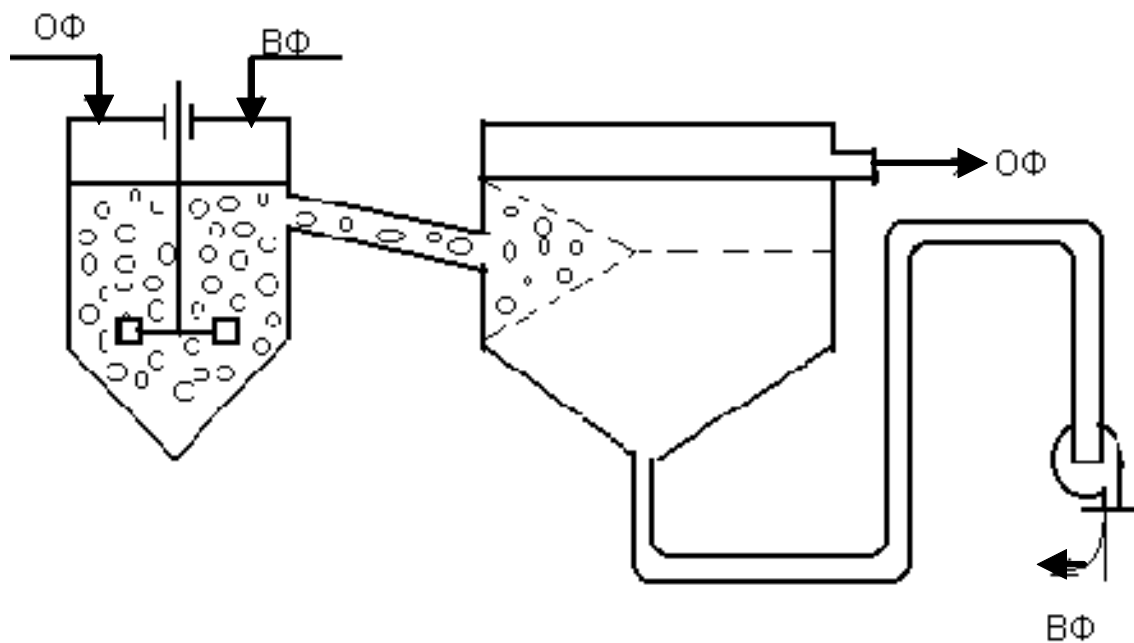
6) *температуры растворов.*

**Реэкстракцию нитрата уранила из ТБФ** проводят очищенной слабо подкисленной водой:



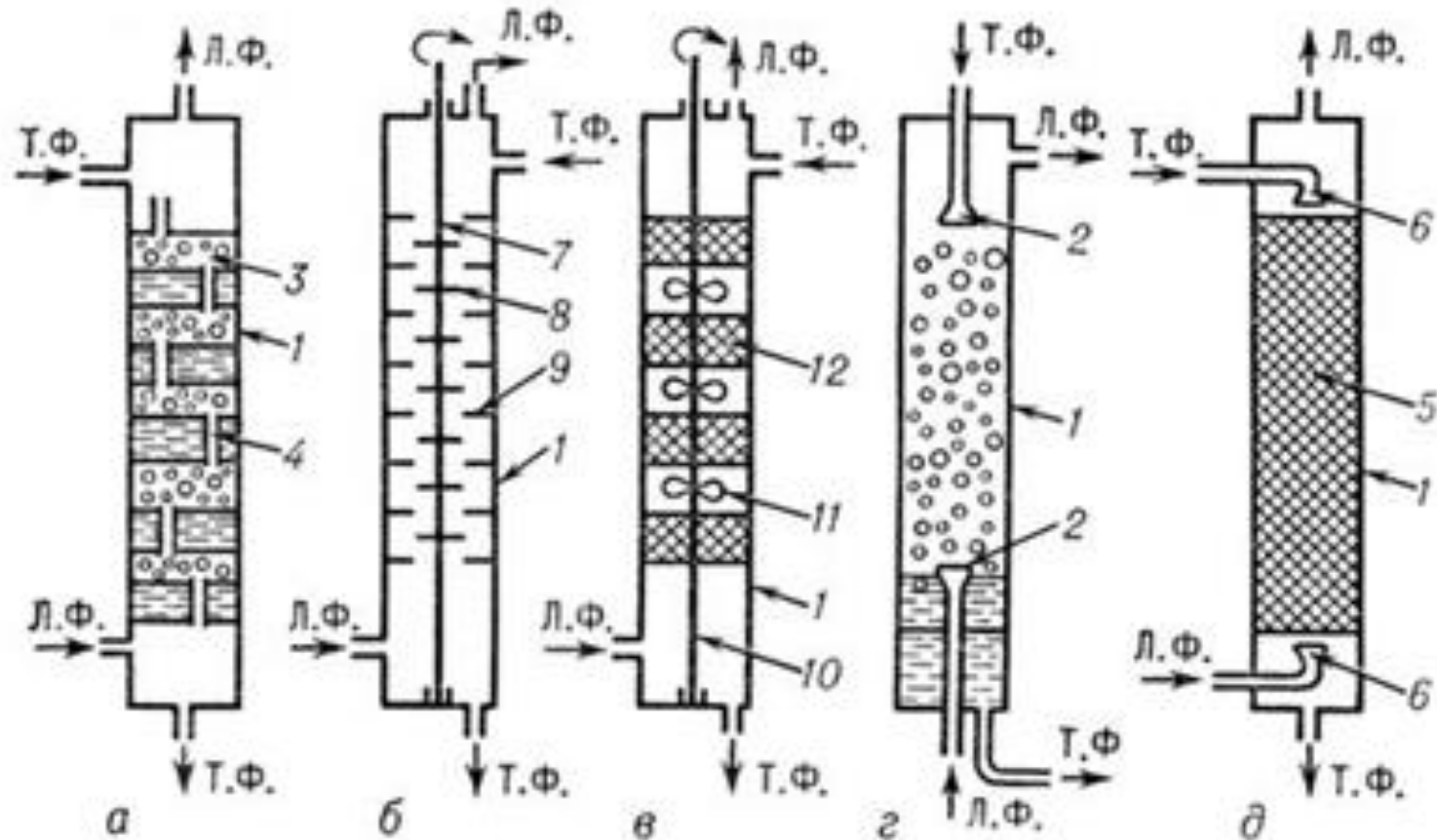


## Экстракторы смесители-отстойники



$O\Phi:B\Phi=1:5$  или  $1:6$

## Экстракторы колонного типа



Схемы экстракционных колонн:

а — колонна с ситчатыми тарелками;

б — роторно-дисковый экстрактор;

в — колонна с чередующимися смесительными и отстойными насадочными секциями;

г — распылительная колонна; д — насадочная колонна;

1 — колонна; 2, 6 — распылители; 3 — ситчатая тарелка; 4 — переливные трубки;

5, 12 — насадки; 7, 10 — валы; 8 — плоский ротор; 9 — кольцевые перегородки; 11 — мешалки