

Рис. 4.7. Цементационный желоб:

1 — подача продуктивного раствора; 2 — железный скрап; 3 — желоб для сбора сбросных растворов; 4 — приемник цементной меди; 5 — решетка; 6 — цементная медь

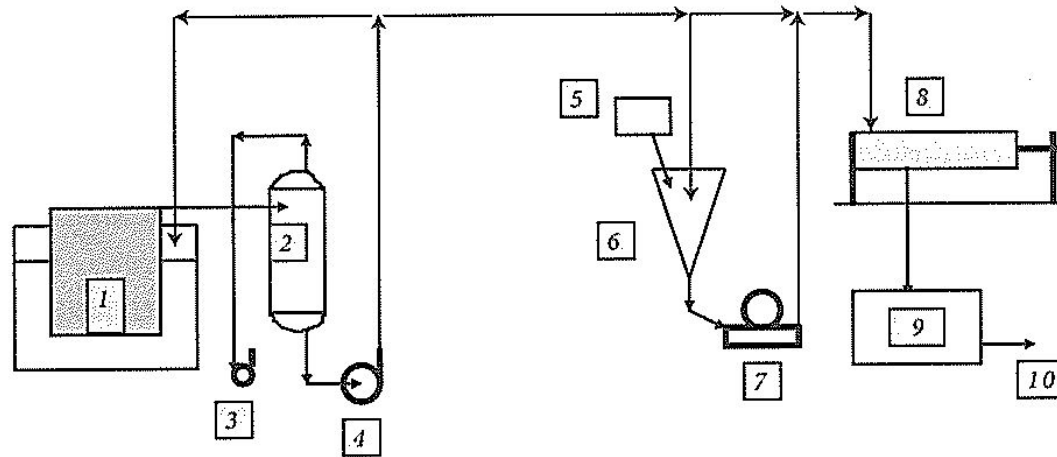
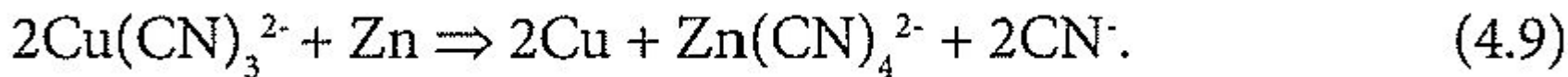


Рис. 4.8. Схема цепи аппаратов цементации золота цинковой пылью:
 1 — рамный фильтр-осветлитель; 2 — вакуум-ресивер осветленных растворов; 3 — вакуум-насос; 4 — центробежный насос с гидравлическим затвором; 5 — питатель цинковой пыли; 6 — смеситель; 7 — плунжерный насос; 8 — осадительный фильтр-пресс; 9 — чан обеззолоченного раствора; 10 — обеззолоченный раствор

Таблица 4.2

Потенциалы металлов в цианистых растворах

| Электрод | $E, \text{В}$ | Электрод | $E, \text{В}$ |
|----------------------------|---------------|----------------------------|---------------|
| Fe/Fe^{2+} | -1,5 | Cu/Cu^+ | -0,87 |
| Zn/Zn^{2+} | -1,26 | Pd/Pd^{2+} | -0,71 |
| Cu/Cu^{2+} | -1,15 | Pt/Pt^{2+} | -0,60 |
| Ni/Ni^{2+} | -1,08 | Au/Au^+ | -0,54 |
| Cd/Cd^{2+} | -0,95 | Ag/Ag^+ | -0,31 |



В присутствии кислорода на катоде протекает реакция: $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4e^- = 4\text{OH}^-$ и $\text{Me}^{n+} + ne^- = \text{Me}$. На аноде идет реакция: $\text{Fe} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2e^-$; и далее: $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 = 4\text{FeOOH} + 2\text{H}_2\text{O}$. При достижении в растворе мольного соотношения $\text{Fe(III)}:\text{Fe(II)} = 3:1$ образуется магнетит.

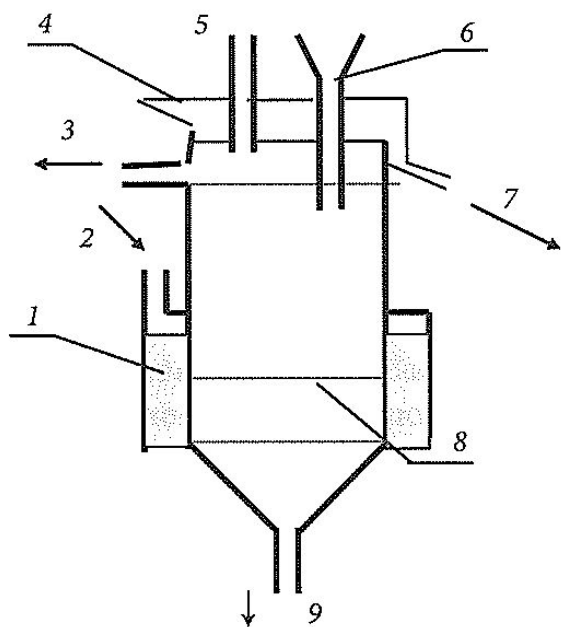


Рис.4.9. Аппарат для гальванофлотации:
 1 — диспергатор; 2 — подача пульсирующего потока воздуха; 3 — патрубок вывода очищаемых вод; 4 — приемник пенного продукта; 5 — патрубок ввода растворов; 6 — загрузочная воронка для гальваномассы; 7 — разгрузка пенного продукта; 8 — сетки; 9 — выпуск осадка

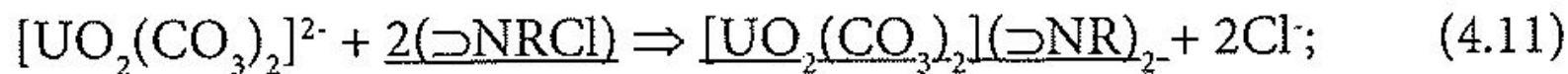
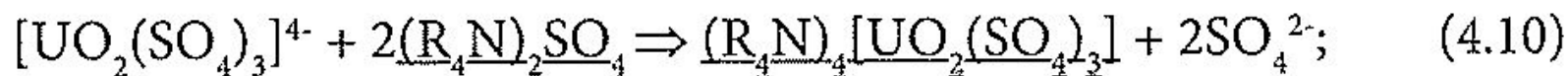
Таблица 4.3

**Изменение содержания анионов и др. веществ при
гальванохимической очистке**

| Удаляемые вещества | Время обработки, мин | Концентрация, мг·л ⁻¹ | | Степень очистки, % |
|--|----------------------|----------------------------------|----------------|--------------------|
| | | исходная | остаточная | |
| Сульфат-ионы SO ₄ ²⁻ | | 210—96— 48—20 | 104—48— 0—0 | 50—50—100— 100 |
| Ксантогенат | 10—20 | 25 | 2,4—0 | 90—100 |
| Олеат натрия | 10—20 | 96,0 | 8,5—0 | 94—100 |
| сульфид натрия | 10—20 | 491 | 99,1—0 | 80—100 |
| Керосин | 10—20 | 336,0 | 2,8—0 | 99—100 |
| Кремневая кислота | 10—20 | 110 | 99,1—0 | 80—100 |
| Цианид-ион CN ⁻ | | | 0,1; 0,01 | |
| Масло | | | 2 | |

Наиболее часто в качестве фиксированных ионов служат у катионитов $-\text{SO}_3^-$, $-\text{COO}^-$, $-\text{PO}_3^{2-}$, у анионитов $-\text{NH}_3^+$, $=\text{NH}_2^+$, $\equiv\text{NH}^+$, $\equiv\text{N}^+$.

У сильнокислотных катионитов группы $-\text{SO}_3\text{H}$ или $-\text{PO}_4\text{H}_2$ проявляют катионообменные свойства в широком диапазоне pH. Слабокислотные катиониты, с группами $-\text{COOH}$, проявляют ионообменные свойства только в щелочной среде.



(уравнение Фика):

$$dQ/dt = DFdc/dx, \quad (4.13)$$

где Q — количество дифундирующих веществ, t — время, D — коэффициент диффузии, c — концентрация вещества в растворе и x — расстояние, проходимое веществом.



Рис. 4.10. Сорбция и ее взаимосвязь с примыкающими к ней процессами

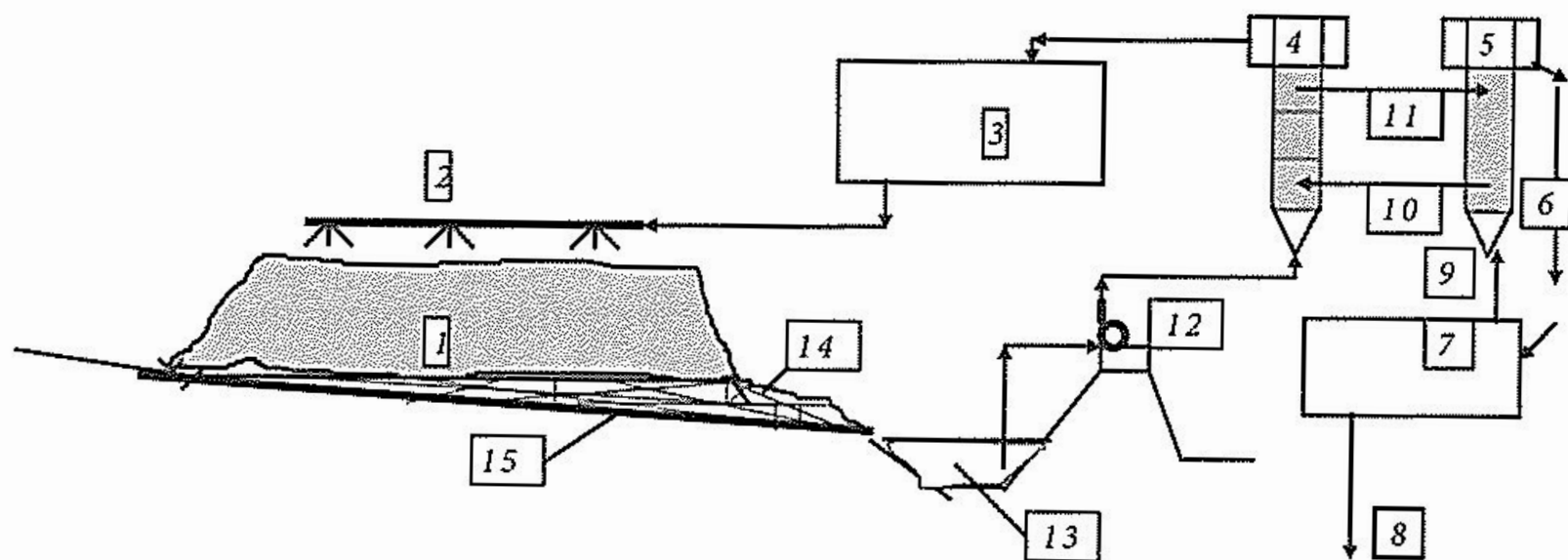
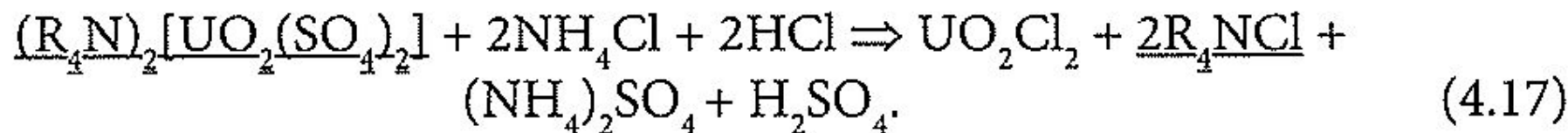
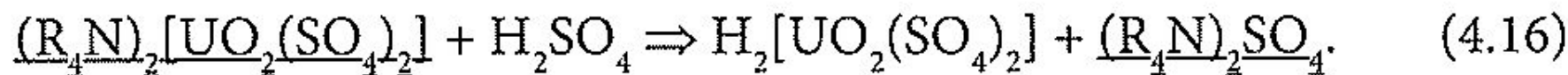
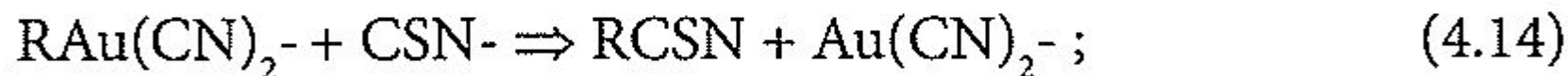
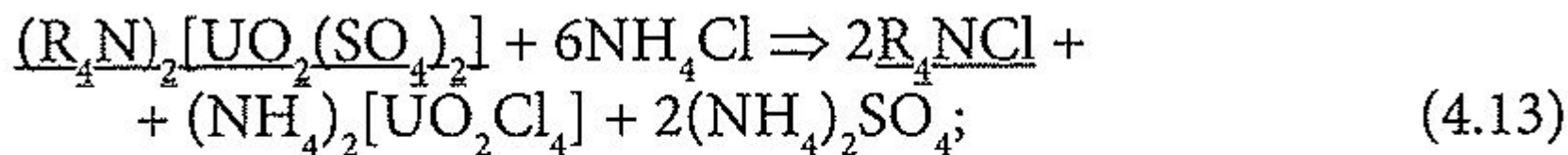


Рис. 4.11. Схема кучного выщелачивания золотосодержащих руд с сорбцией золота активированным углем:

1 — штабель (куча) руды; 2 — оросительная система; 3 — сборник отработанных растворов; 4 — колонна с активированным углем; 5 — десорбционно-регенерационная колонна; 6 — золотосодержащий раствор; 7 — электролизная установка; 8 — золото на рафинирование; 9 — электролит на десорбцию; 10 — уголь после десорбции и регенерации; 11 — насыщенный золотом уголь; 12 — насос для перекачки продуктивных растворов; 13 — сборник (прудок) продуктивных растворов; 14 — дренаж; 15 — гидроизоляция



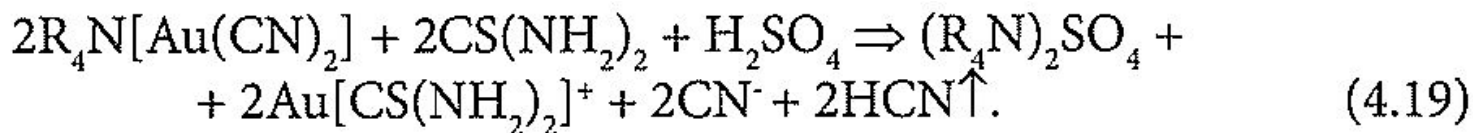
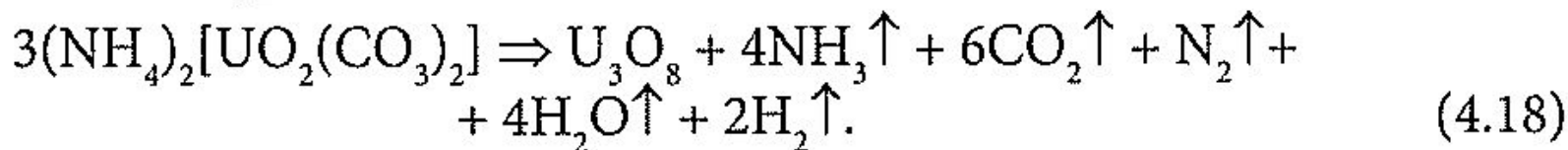


Таблица 4.4

Основные стадии десорбции золота из анионита АМ-2Б

| Операция | Назначение | Состав раствора | $V_p/V_{\text{ст}}$ |
|---------------------|--|--|---------------------|
| Обработка цианидом | Десорбция Fe, Cu | 30—50 г·л ⁻¹ NaCN | 4—5 |
| Промывка водой | Отмывка цианида | Вода | 3—5 |
| Кислотная обработка | Десорбция Ni, Zn, CN ⁻ | 20—30 г·л ⁻¹ H ₂ SO ₄ | 4—6 |
| Сорбция тиомочевины | Подготовка ионита к десорбции золота | 80—90 г·л ⁻¹ CS(NH ₂) ₂ ⁺ 20—30 г·л ⁻¹ H ₂ SO ₄ | 1—1,5 |
| Десорбция золота | Получение товарного регенерата | 80—90 г·л ⁻¹ | 4—5 |
| Промывка водой | Отмывка тиомочевины | CS(NH ₂) ₂ ⁺ | 3—5 |
| Щелочная обработка | Десорбция Zn, Al, SiO ₂ , As, S, восст. пористой структуры, перевод ионита в OH-форму | 20—30 г·л ⁻¹ H ₂ SO ₄ Вода | 4—5 |
| Промывка водой | Отмывка от щелочи | 20—40 г·л ⁻¹ NaOH Вода | 3—5 |

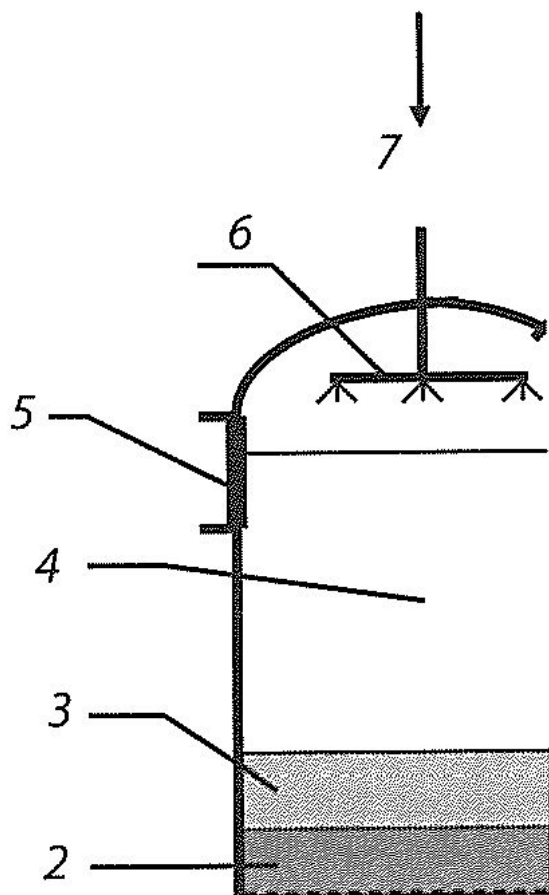
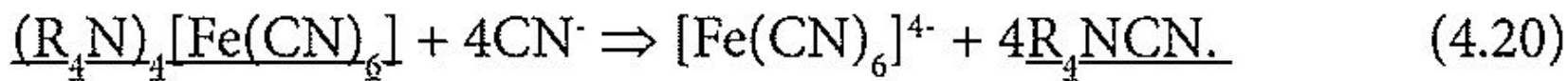


Рис. 4.12. Сорбционный фильтр:

1 — дренажная решетка, фильтроткань; 2 — гравий; 3 — песок; 4 — ионит; 5 — люк для загрузки ионита; 6 — распределительная система продуктивных растворов; 7 — продуктивные растворы; 8 — выпуск промывных, регенерирующих растворов; 9 — хвостовые растворы; 10 — подача промывных, регенерирующих растворов

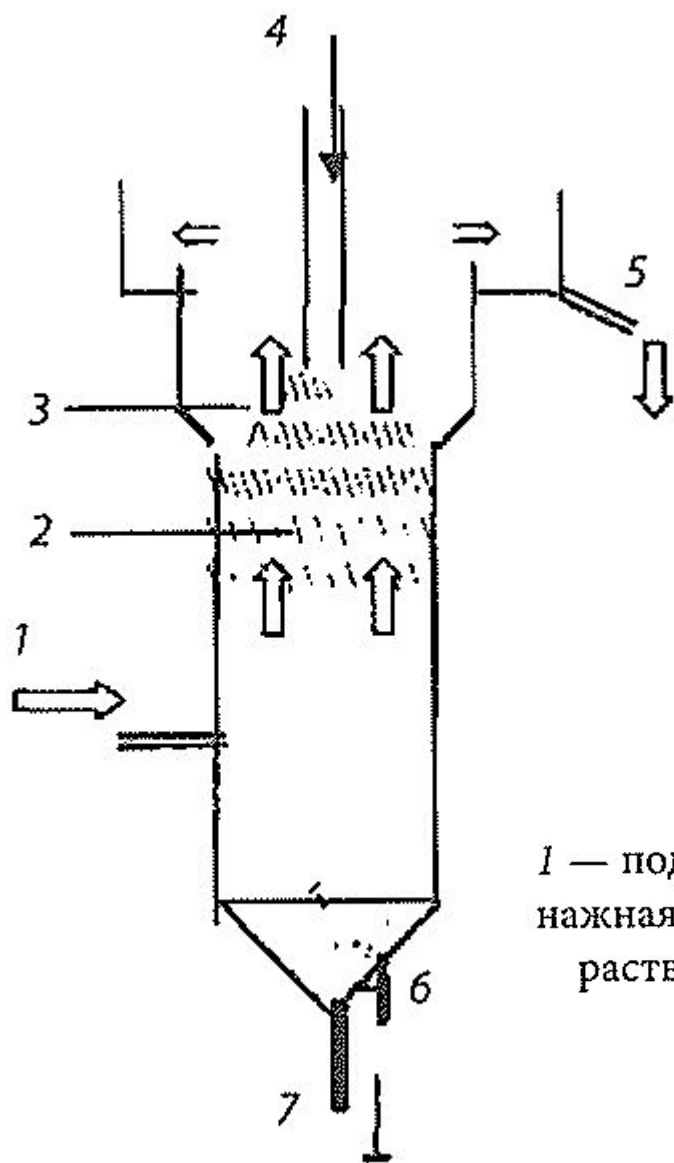


Рис.4.13. Сорбционная колонна СНК:

1 — подача продуктивного раствора, 2 — ионит, 3 — дренажная сетка, 4 — загрузка ионообменника, 5 — разгрузка раствора, 6 — шламы, 7 — выпуск шламов и сорбента

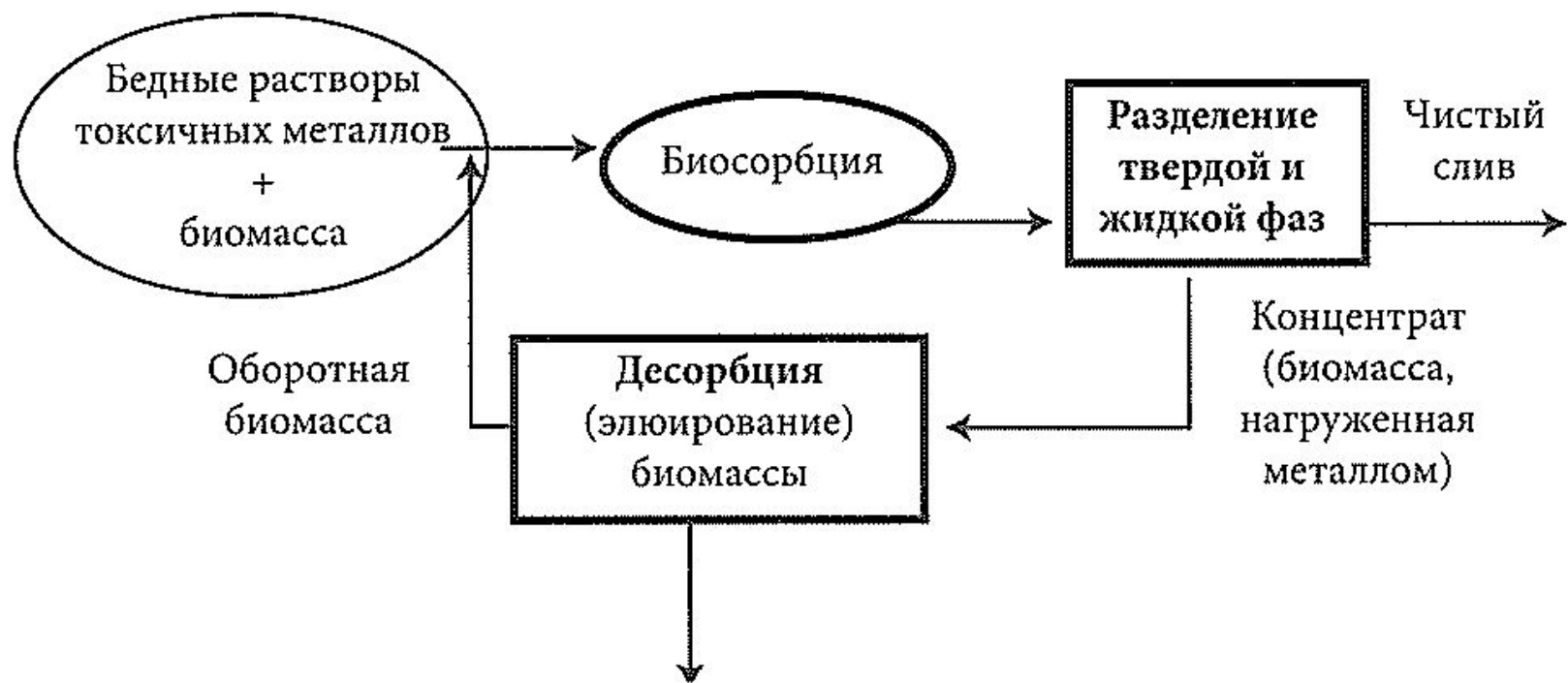


Рис. 4.14 . Принципиальная схема биосорбции и выделения биосорбента и концентрата металла

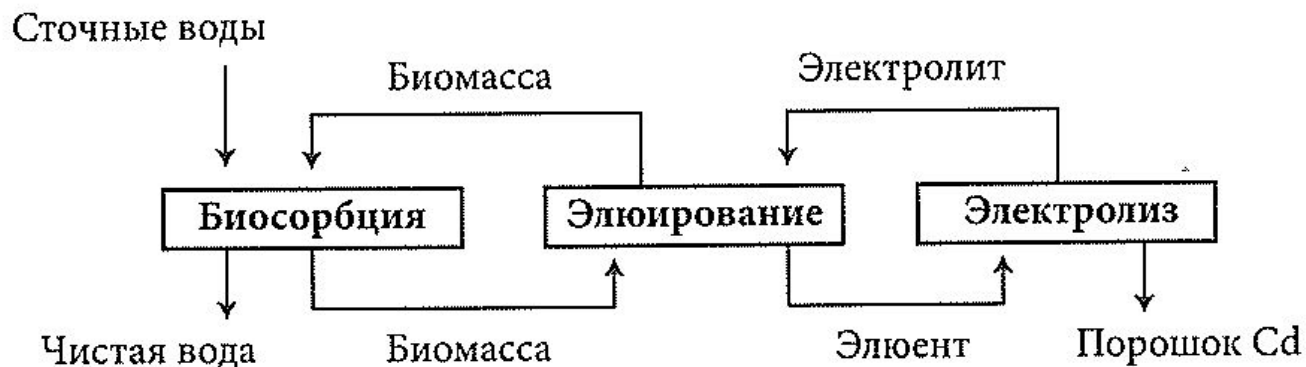


Рис. 4.15. Схема извлечения кадмия в виде порошка из водных растворов

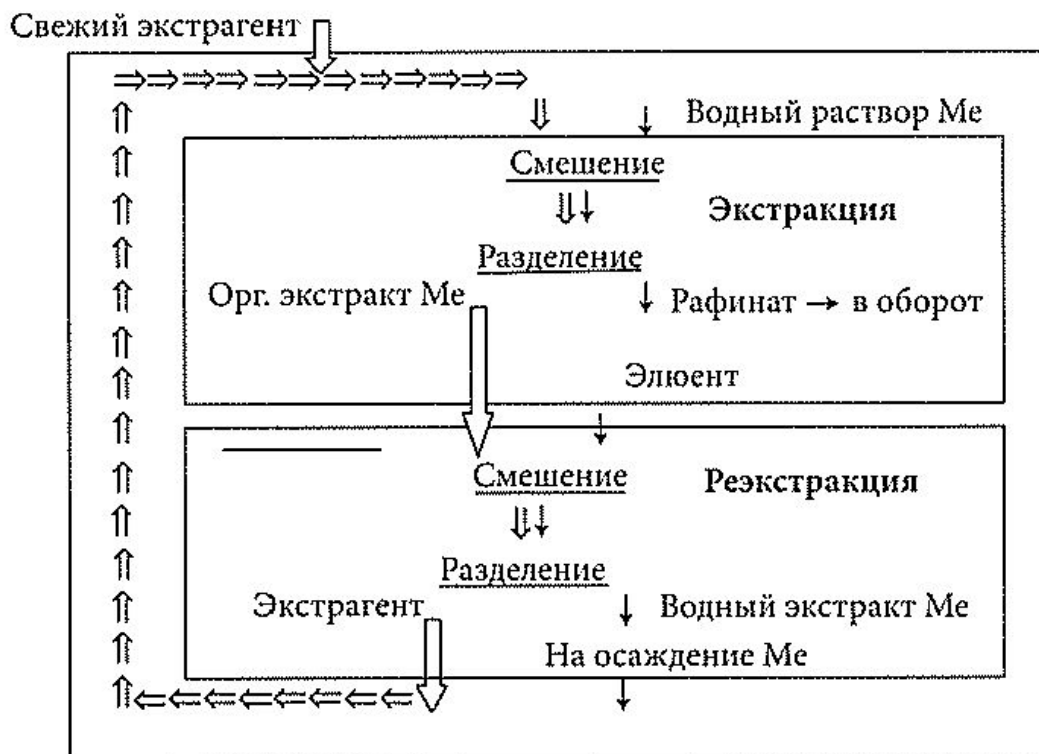


Рис. 4.16. Принципиальная схема жидкостной экстракции

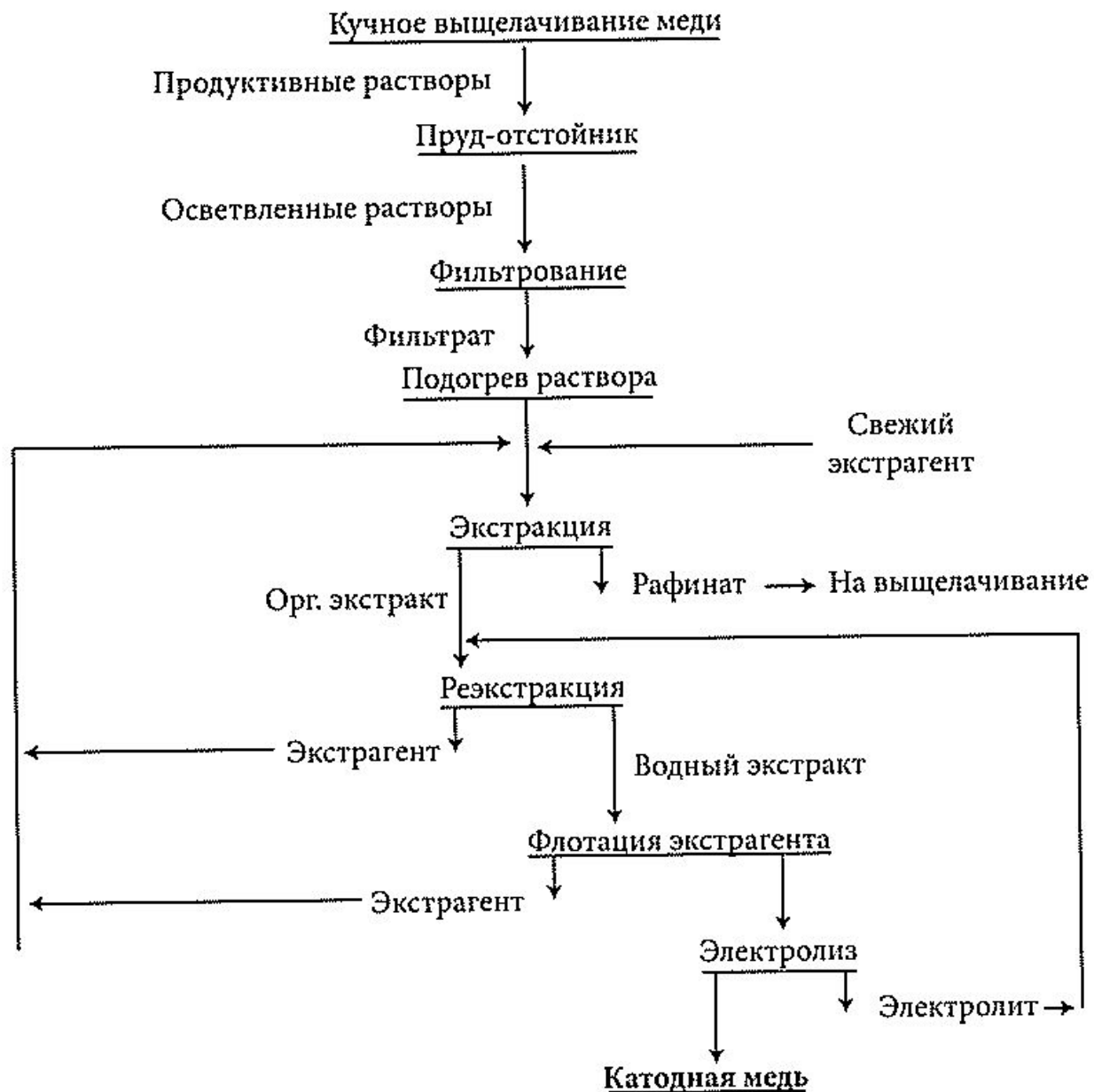


Рис. 4.17. Схема промышленных установок экстракции меди

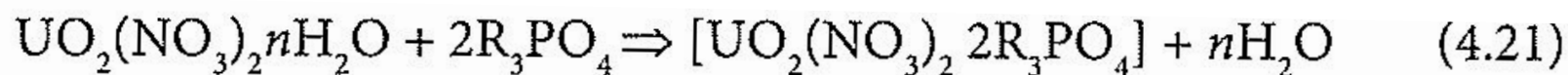
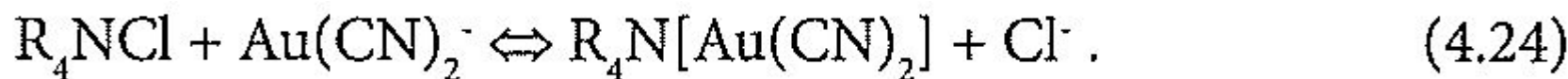
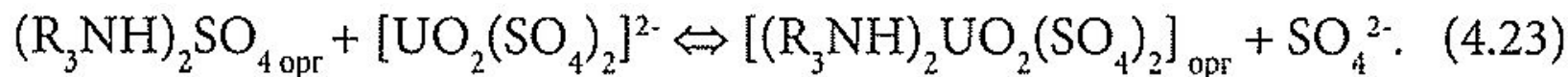
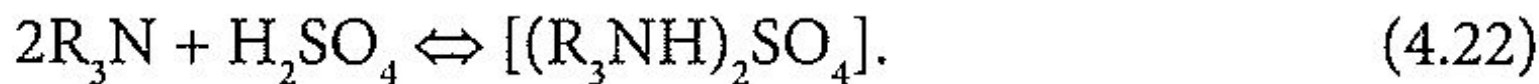
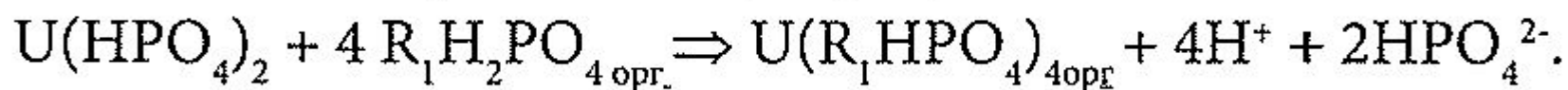
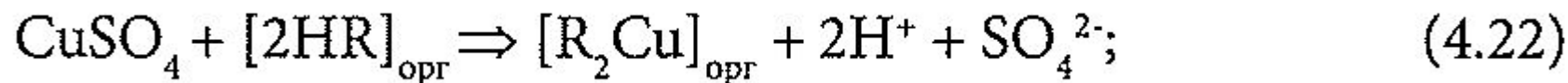


Таблица 4.5

Нейтральные экстрагенты

| Экстрагент | $T_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$ | Раствори- мость 10^{-2} г/г | Плот- ность, г·см ⁻³ | $T_{\text{исп.}}, ^\circ\text{C}$ | Вязкость, сПз |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Диэтиловый эфир $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ | 34,5 | 7,5 | 0,71 | -41 | 0,24 |
| Метилизобутилкетон $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2\text{CO}-\text{CH}_3$ | 73,6 | 3,7 | 0,81 | -7 | — |
| Трибутилфосфат $(\text{C}_4\text{H}_9)_3\text{PO}_4$ | 289 | 0,6 | 0,97 | 145 | 3,45 |
| Диизоамиловый эфир ме- тилфосфоновой кислоты $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{O}]_2=\text{PO}-\text{CH}_3$ | 256 | 0,04 | 1,0 | Не горюч. | 3—4 |



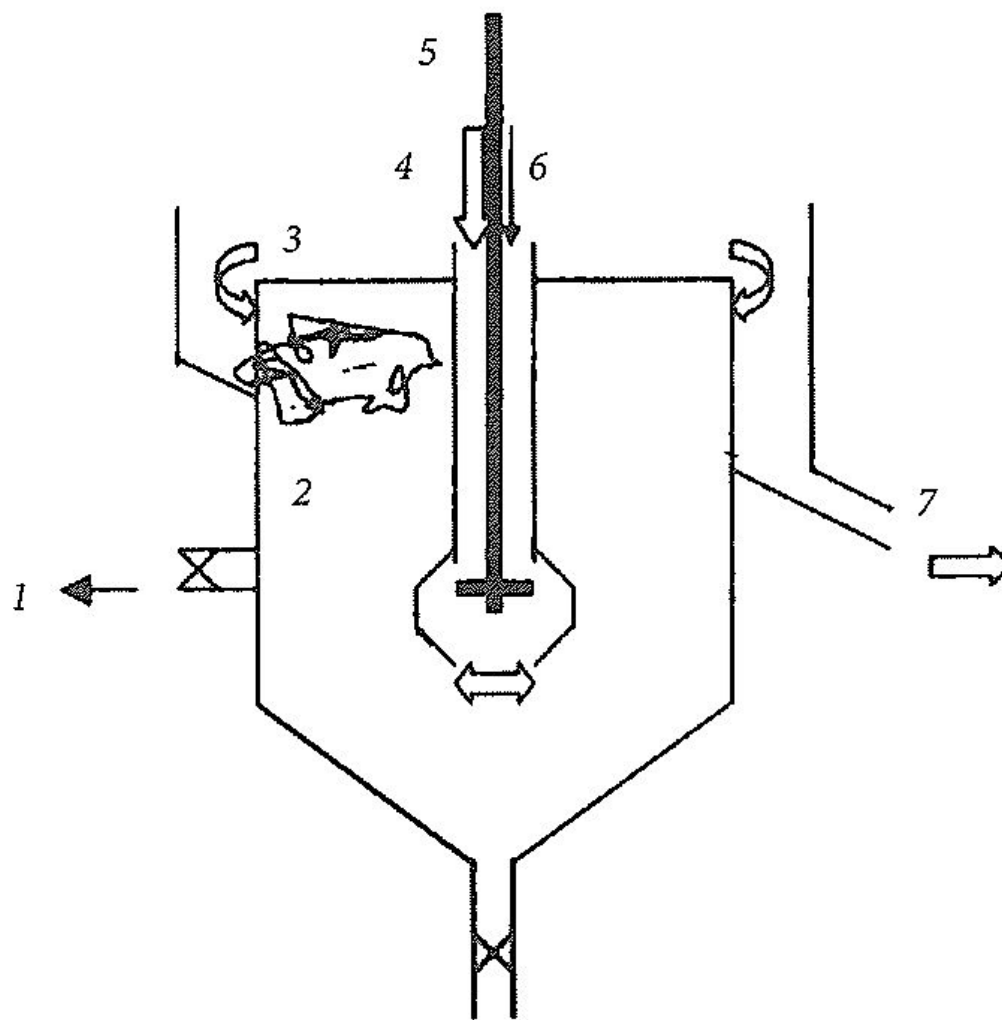


Рис. 4.18. Схема смесителя-отстойника для экстракции меди:

1 — выпуск водного рафината; 2 — отстойник; 3 — насыщенный металлом экстрагент;
 4 — свежий экстрагент; 5 — мешалка; 6 — продуктивный медьсодержащий водный рас-
 твор; 7 — отвод органического экстракта