

# 1 Фотометрический метод обогащения. Законы, оборудование, область применения.

# Закон преломления

$$\sin\varphi/\sin\psi=n_{21}$$

## Падение светового потока

$$\Phi_p = \Phi_{p0} \cdot e^{-\alpha d}$$

где  $\Phi_{p0}$  начальное значение светового потока;  
 $\alpha$  – коэффициент поглощения;  
 $d$  – толщина слоя вещества.

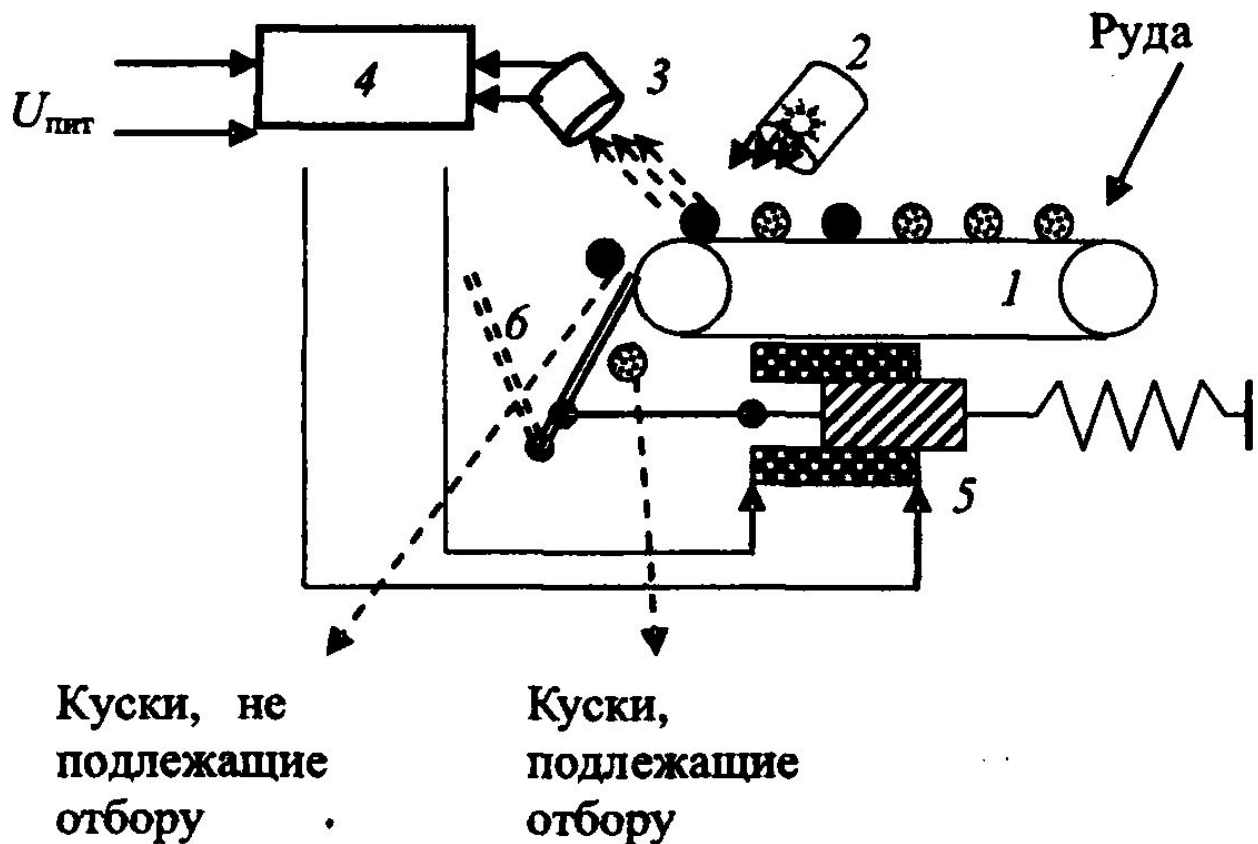


Схема механизированной фотометрической рудоразборки  
1 – транспортер; 2 - источник света; 3 – фотоэлемент; 4 – усилитель; 5 – электромагнит; 6 – шибер.

## **2 Рентгенорадиометрический метод обогащения**

# 3 АГЛОМЕРАЦИЯ РУДЫ И МАТЕРИАЛОВ

# Сегрегация частиц при формировании штабеля



## Типовая схема агломерации

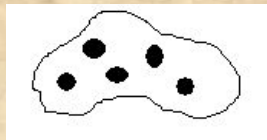




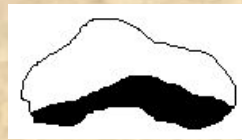
**4 Свойства руд,  
влияющие на  
обогащаемость  
радиометрическими  
методами**

- 1) Вещественный состав
- 2) Распределение ценного компонента в руде

а



б



в



Формы распределения ценного компонента в сростках.

- а- равномерная по всему объему сростка с выходом отдельных вкраплений на поверхность;
- б – концентрированное, при котором ценный компонент имеет выход на поверхность куска;
- в – концентрированное, при котором ценный компонент не имеет выхода на поверхность.

### 3) Контрастность полезного ископаемого

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n (|\beta_i - \alpha| \cdot \gamma_i)}{\alpha}$$

где  $\alpha$  – среднее содержание ценного компонента в полезном ископаемом, %;

$\beta_i$  – содержание полезного компонента в  $i$ -том куске, %;

$\gamma_i$  – выход куска в общей массе руды, доли единиц;

$n$  – число кусков в пробе.

$M < 0,5$  – не контрастная;

$M = 0,5 - 0,7$  – низкоконтрастная;

$M = 0,7 - 1,1$  – контрастная;

$M = 1,1 - 1,5$  – высококонтрастная;

$M > 1,5$  – особоконтрастная.

## Показатель экономической эффективности

$$\mathcal{E} = \varepsilon \frac{1 + \rho}{1 + \gamma\rho} \qquad \rho = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$$

где  $\varepsilon$  – извлечение металла при радиометрической сортировке;  
 $\alpha_1$  – стоимость переработки руды;  
 $\alpha_2$  – стоимость добычи руды;  
 $\gamma$  - выход обогащенной руды в долях единиц.



4) Содержание полезного компонента

5) Гранулометрический состав

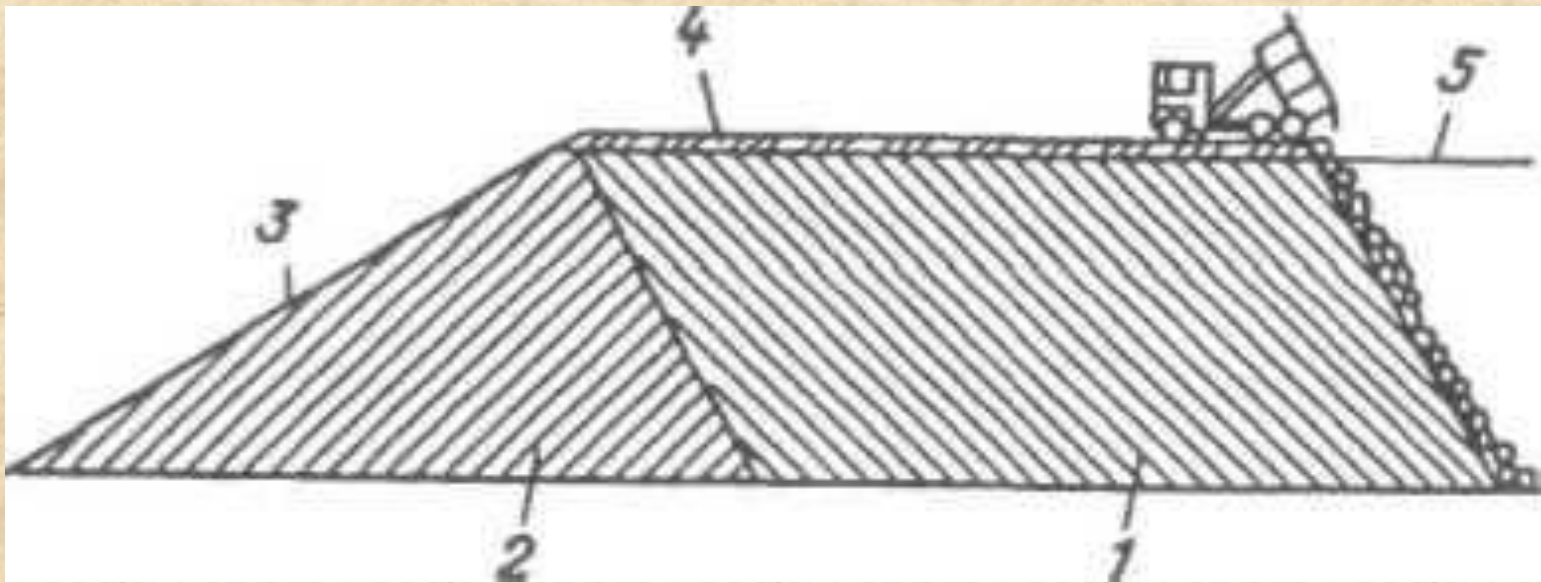
# 5 Виды площадок, используемые под КВ

# 6 Методы сооружения штабелей КВ

## Сооружение штабеля "от рудника"

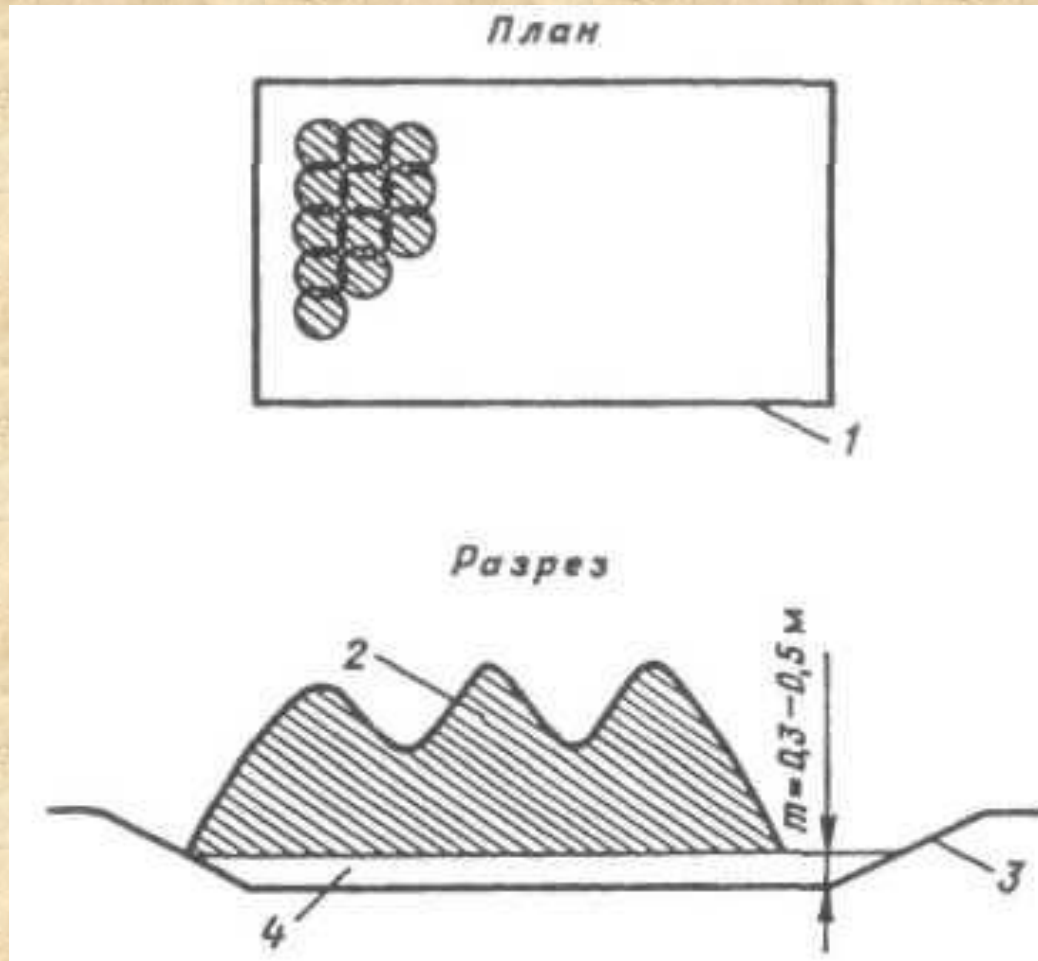
с применением самосвальной отсыпки:

1 — руда; 2 — пустая порода; 3 — рампа;  
4 — подъездная дорога; 5 — конечная высота штабеля





Отсыпка штабелей с перекрытием конусов рудной массы:  
1 — периметр изоляции; 2 — отсыпанная руда;  
3 — синтетическая изоляция; 4 — защитная изоляция



Начальная стадия конвейерной укладки:

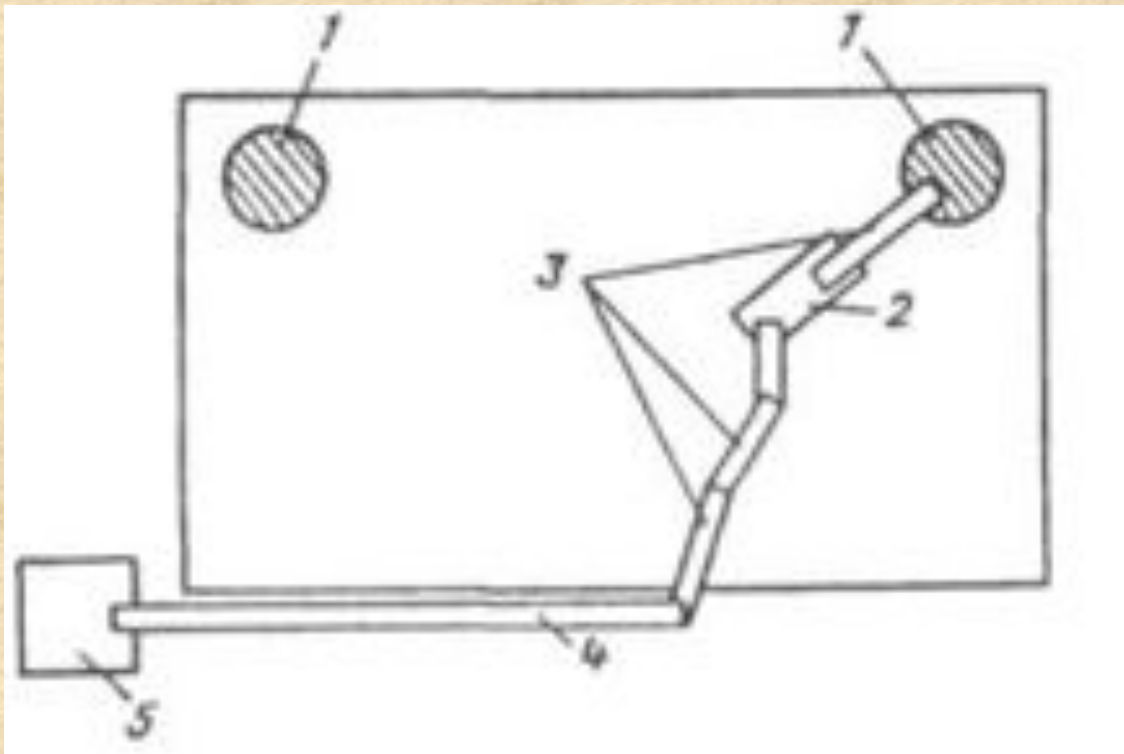
1 — конус руды, размещенный по краям площади;

2 — телескопический конвейер-укладчик;

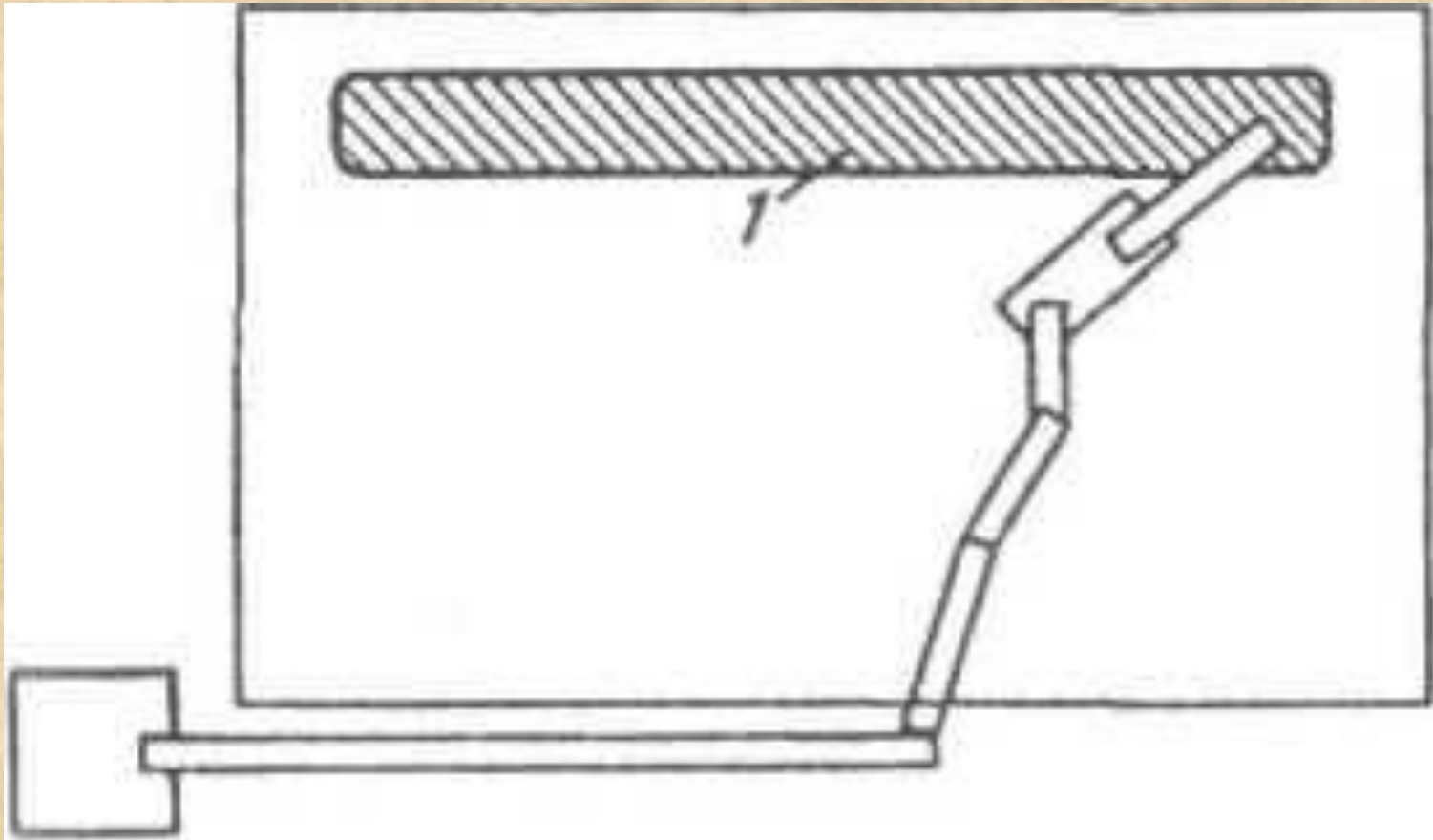
3 - промежуточный секционный конвейер;

4 — основной конвейер;

5 — агломерационная установка или бункер для руды

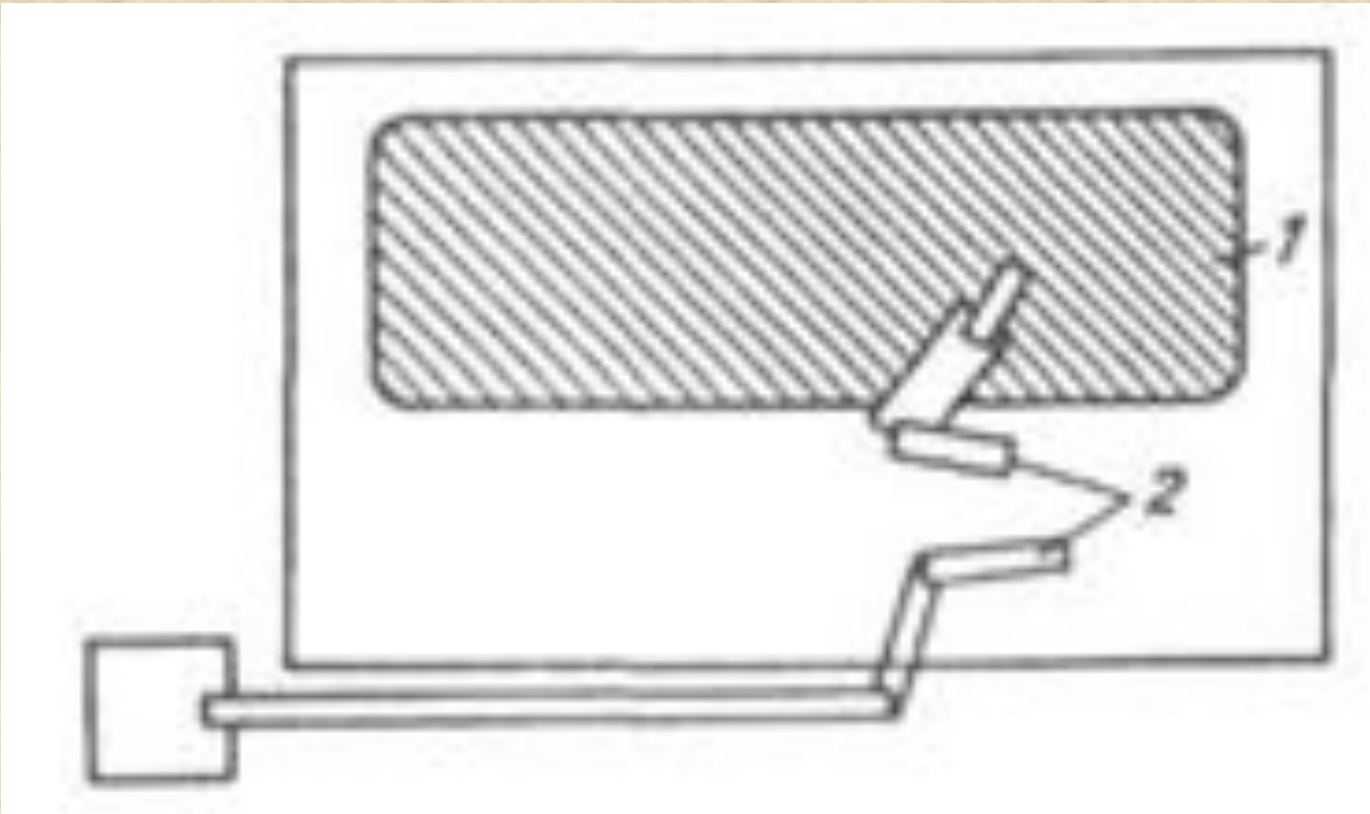


Промежуточная стадия конвейерной укладки:  
1— руда образует гребни поперек площадки.



Конечная стадия конвейерной укладки:

- 1 — стакерная зигзаговая отсыпка руды на площадку;
- 2 — промежуточный конвейер, готовый для перемещения



## **7 Схемы и режимы орошения штабелей КВ**

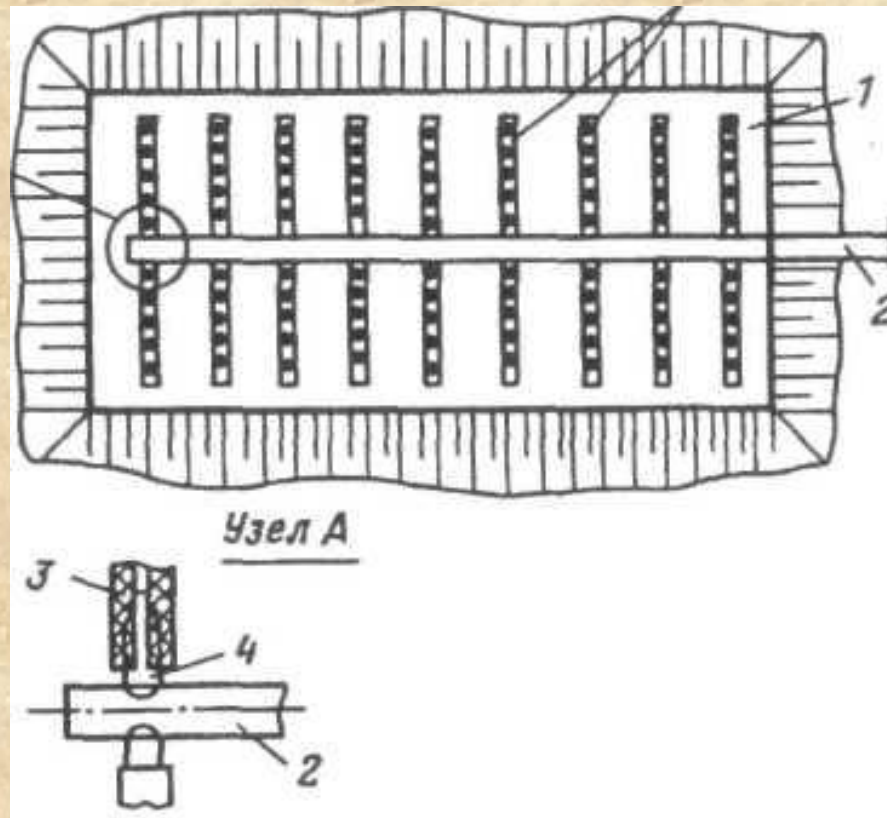
Точечная схема орошения с применением труб:

1 - верхняя площадка штабеля;

2 - трубопровод;

3 - перфорированные полиэтиленовые шланги;

4 - штуцер

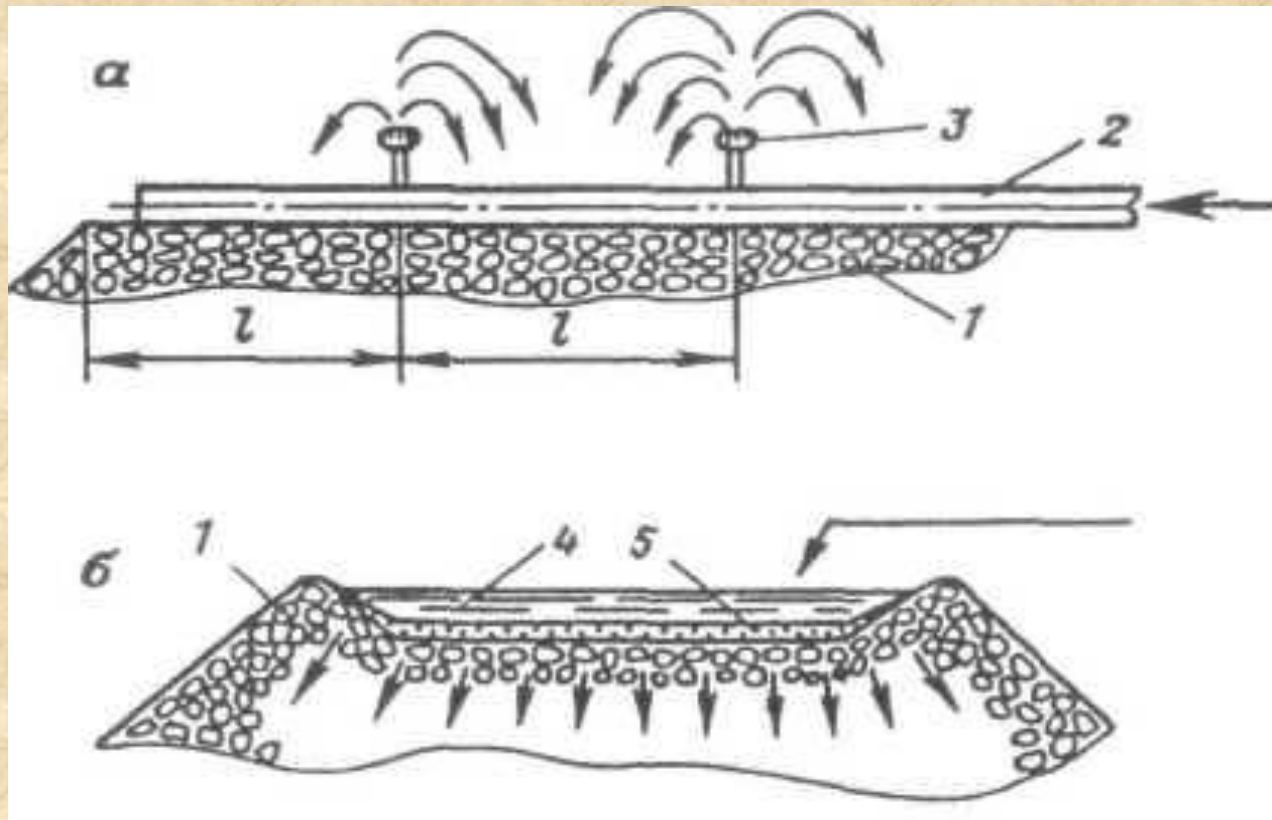


# Капельная система орошения



Схемы орошения посредством разбрызгивания выщелачивающих растворов (а)  
и с применением прудка-накопителя (б):

1 - рудная масса; 2 - трубопровод; 3 - форсунка;  
4 - выщелачивающий раствор; 5 - песчаный слой.





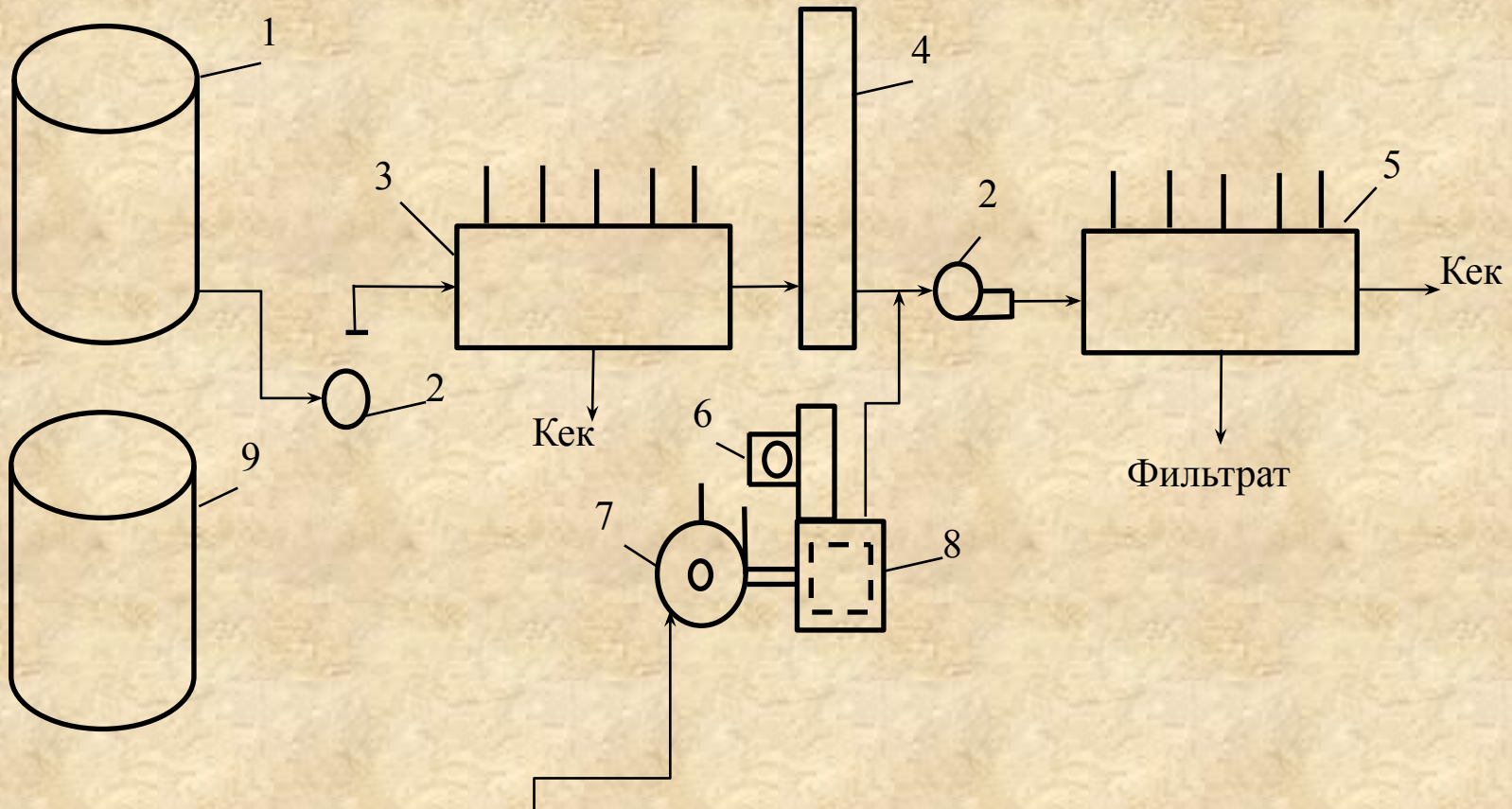
# Прудковое орошение



# 8 Процесс Меррил-Кроу

# Схема цепи аппаратов по извлечению золота из растворов КВ по методу Меррил-Кроу

- 1 – намывной бак; 2 – насос; 3 – очистительный фильтр; 4 – башня деаэрации; 5 – осадительный фильтр; 6 – подающее устройство для нитрата свинца; 7 – воронка для цинка; 8 – миксер для цинка; 9 – емкость для диатомовой земли.



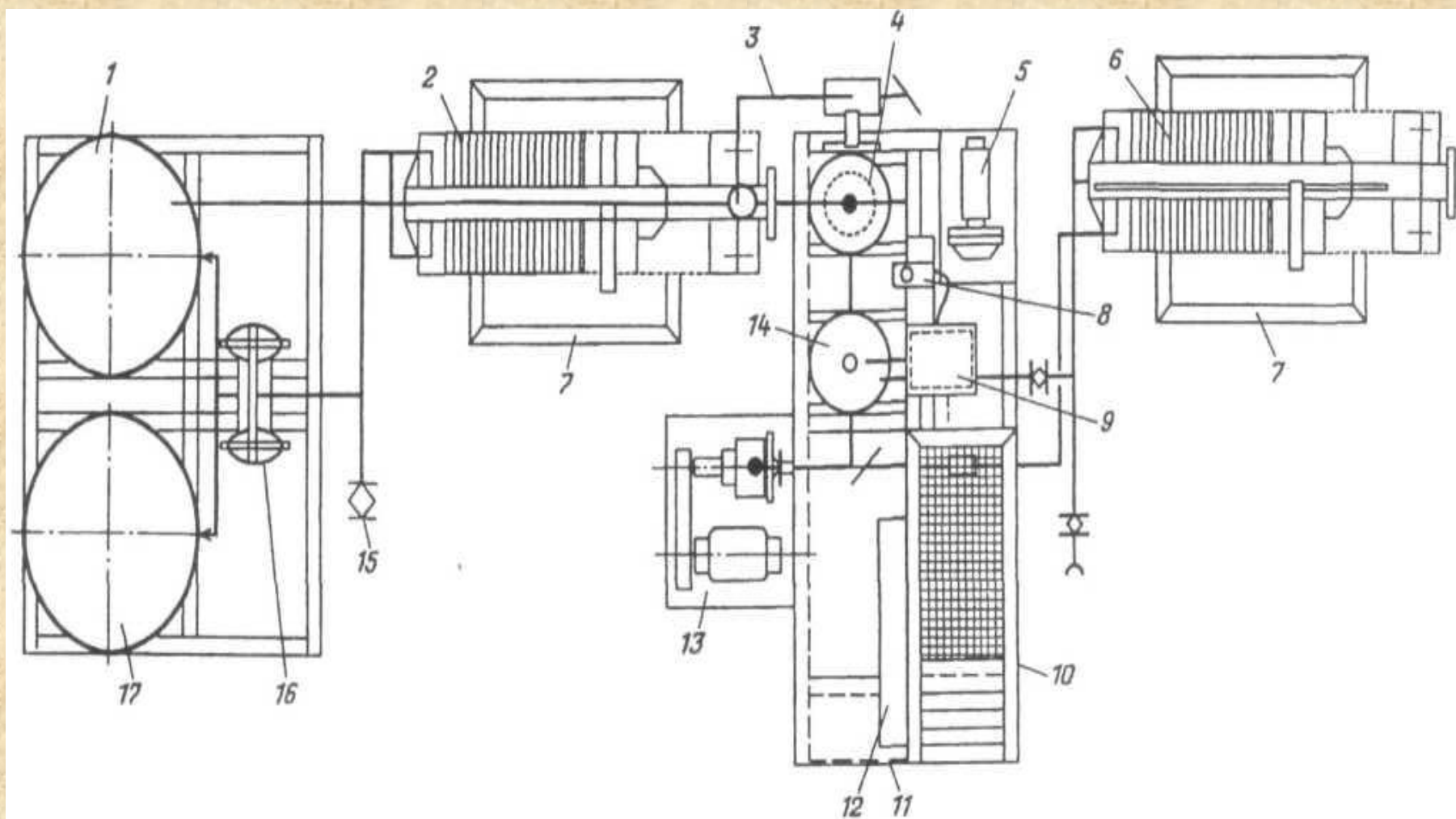


Рис. 10.4. Схема завода по извлечению золота из растворов КВ по методу Меррил-Кроу:

1 – намывной бак; 2 – очистительный фильтр; 3 – контроль уровня; 4 – башня деаэрации; 5 – вакуумный насос; 6 – осадительный фильтр; 7 – корыто фильтра; 8 – подающее устройство для нитрата свинца; 9 – миксер для цинка; 10 – лестница и платформа; 11 – опорная рама; 12 – контрольный щит; 13 – насос для осадительного фильтра; 14 – воронка для цинка; 15 – продуктивный раствор; 16 – насос; 17 – емкость для диатомовой земли

# 9 Сравнение способов цементации и сорбции

№ п/п	Достоинства	№ п/п	Недостатки
<b>Метод цементации</b>			
1	Низкие трудовые затраты на производство и техническое обслуживание	1	Требуется предварительная обработка продуктивных растворов перед осаждением
2	Низкие капитальные затраты	2	Процесс чувствителен к ионам сопутствующих металлов
3	Возможность переработки продуктивных растворов с большим соотношением серебра и золота		
4	Малое число технологических операций и простота реализации способа в техническом отношении	3	Низкие содержания полезных компонентов в растворе повышают расход цинка на единицу готового продукта
5	Возможность применения готовых модульных установок		
6	Количество кислых стоков, образующихся в процессе разварки цинкового цементата при одной и той же производительности по золоту не менее чем в 15 раз ниже, чем при применении варианта сорбционной технологии		

### Сорбция на уголь

1	Не требуется предварительной обработки продуктивных растворов	1	Высокие концентрации серебра в продуктивном растворе вызывают частые перегрузки угля
2	В процессе можно использовать глинистые и карбонатные руды	2	Уголь предрасположен к загрязнению солями кальция и магния
3	Высокое извлечение независимо от исходных концентраций полезного компонента	3	Трудоемкость отмывки и регенерации угля
		4	Процесс сорбции требует больших капитальных затрат, чем цементация на цинке

<b>Сорбция на ионообменные смолы</b>		
Высокая степень насыщения смол до 20-30 кг/т смолы по сравнению с 3- 5 кг/т для угля	1	Стадия десорбции цветных металлов, золота и серебра требует применения кислых растворов. Использование кислых тиомочевинных растворов влечет за собой применение титановой аппаратуры
Значительная скорость реакции и процесса извлечения золота из растворов (сокращение продолжительности в 3-5 раз), что обуславливает уменьшение массы сорбента и объема сорбционного оборудования	2	Извлечение серебра из продуктивных растворов существенно ниже, чем при цементации
Более высокая степень извлечения из про-дуктивных растворов (остаточная кон-центрация в растворах 0,01-0,03 мг/л для смол по сравнению с 0,1 мг/л для углей)	3	Высокая стоимость ионообменных смол

10 Рассчитать эффективность ручной сортировки угля с производительностью выборщика при производительности по исходному питанию 150 т/ч, зольность исходного угля 30%, содержание класса -100+50 мм в исходном питании 55%, количество видимой породы в классе -100+50 мм 45%.

Эффективность процесса оценивается двумя основными показателями

1) коэффициент сортировки пустой породы:

$$\varepsilon = 100Q/Q_p,$$

где  $Q$  - масса отсортированной пустой породы;

$Q_p$  - масса пустой породы в исходной руде.

2) величина остаточной засоренности:

$$P_{\text{ост}} = 100Q_{\text{ост}}/D$$

где  $Q_{\text{ост}}$  - масса пустой породы оставшейся в руде после сортировки;

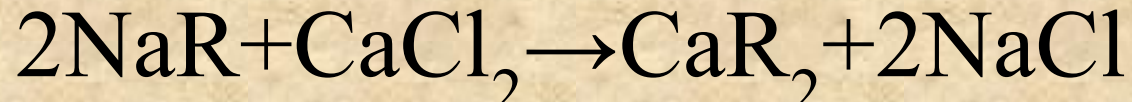
$D$  - масса руды после сортировки.



**11 Сорбция на уголь. Технологические параметры процесса сорбционного выщелачивания, Предварительное цианирование, Десорбция металлов, регенерация и реактивация с угля.**

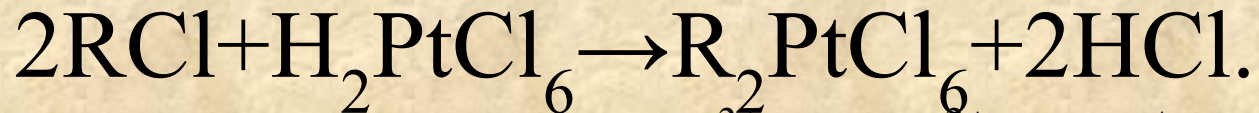
**12 Сорбция на смолу. Виды сорбентов,  
основные характеристики  
ионообменных смол.**

## Катионит:



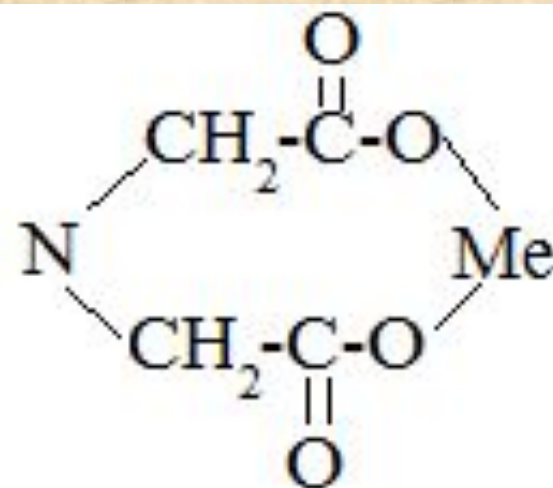
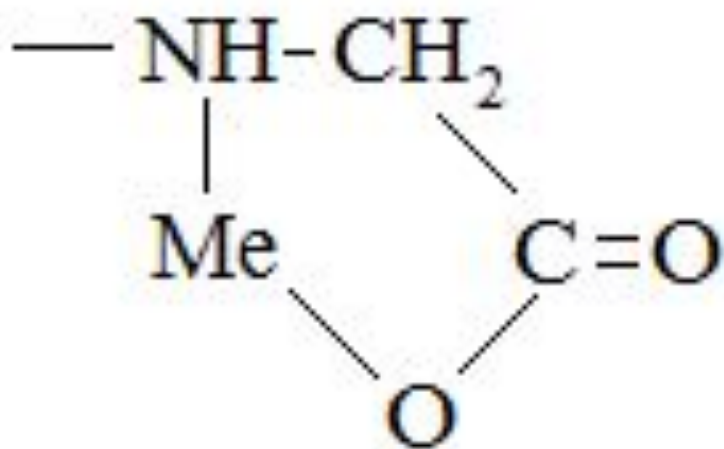
фиксированные катионы  $-\text{SO}_3^-$ ,  $\text{COO}^-$ ,  $-\text{PO}_3^{2-}$ ,  $-\text{AsO}_3^{2-}$  и др.

## Анионит:

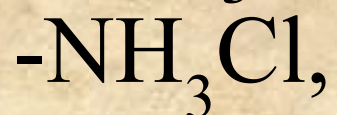
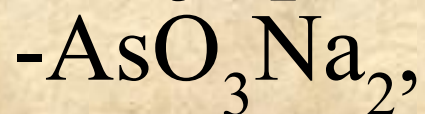
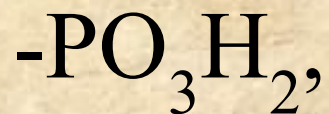
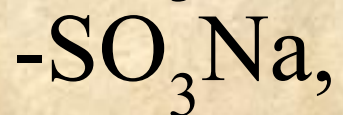
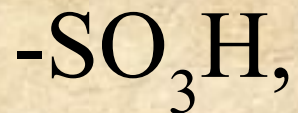


фиксированные анионы  $-\text{NH}_3^+$ ,  $=\text{NH}_2^+$ ,  $\equiv\text{NH}^+$ ,  $\equiv\text{N}^+$ .

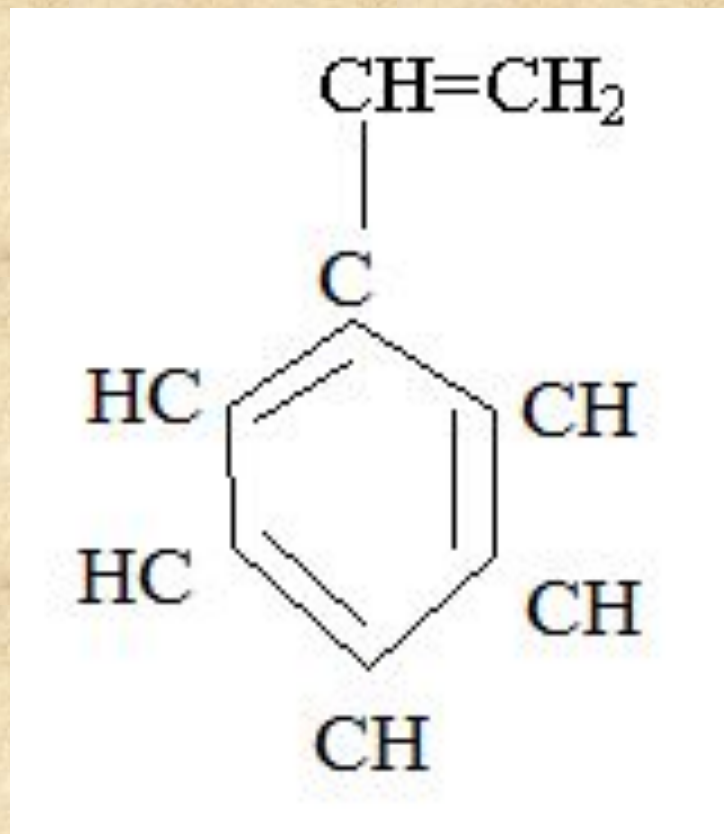
# Амфолиты



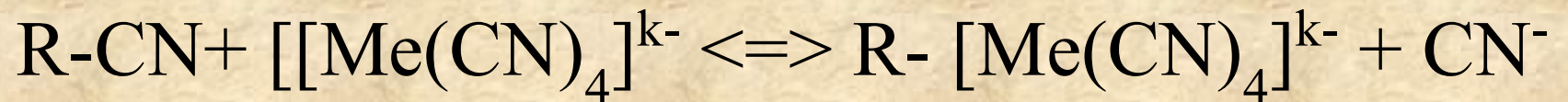
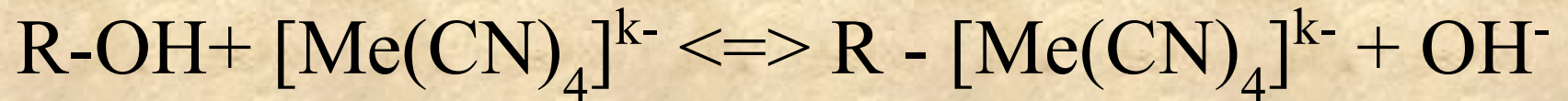
## Активные группы:



Стирол (получают из этилена и бензола)



## Сорбция смолой АМ-2Б



Десорбция Au(I) и Ag(I) со смолы  
кислыми растворами тиомочевины:

