

Урандық кенді шаймалау

- Гидрометаллургия – металлдардың және олардың қосылыстарын шикізаттардан бөліп алудың сулы әдістерін қамтитын химиялық технологияның бөлігі.
- Шаймалау (сілтісіздендіру) – сәйкес техникалық еріткіштердің (су, қышқылдарың, сілтілердің немесе негіздердің, тұздардың сулы ерітінділері) көмегімен бір немесе бірнеше компоненттерді ерітіндіге өткізу

Уранды шаймалау түрлері

- Қышқылдық шаймалау
- Карбонатты (содалық) шаймалау

Шаймалау әдісін таңдау кеннің типіне байланысты. Сонымен қатар бос жыныстардаың құрамы үлкен роль ойнайды. Егер жыныстар құрамында кальцит, доломит, магнезит көп мөлшерде кездесетін болса күкірт қышқылды шаймалауды жүзеге асыру мүмкін емес.

Сонымен қатар ерітікші таңдай кезінде оның кооризиялық белсенділігін ескеру қажет.

Күкірт қышқылды шаймалау кезінде негізінен хромникельді болаттан жасалған бөлшектерді қолданады, немесе футировка (метал бетін қорғасынмен, керамика, эмальмен қаптау) және гиминдеу (метал бетін резинамен *рәзіңкемен* қаптау)

Уран қосылыстары кешен түзуге өте бейім болып келеді.

Технологияда негізінен қолданылатын еріткіштер:



Шаймалау түрлері

- Агитациялық әдіс – кен мен еріткіштің бірге араласуына негізделген.
- Перколяциялық әдіс – кен қабаты қозғалмайды, тек еріткіш кен арқылы сүзіліп өтеді.

Перколяциялық шаймалауға арналған аппараттың сызба нұсқасы

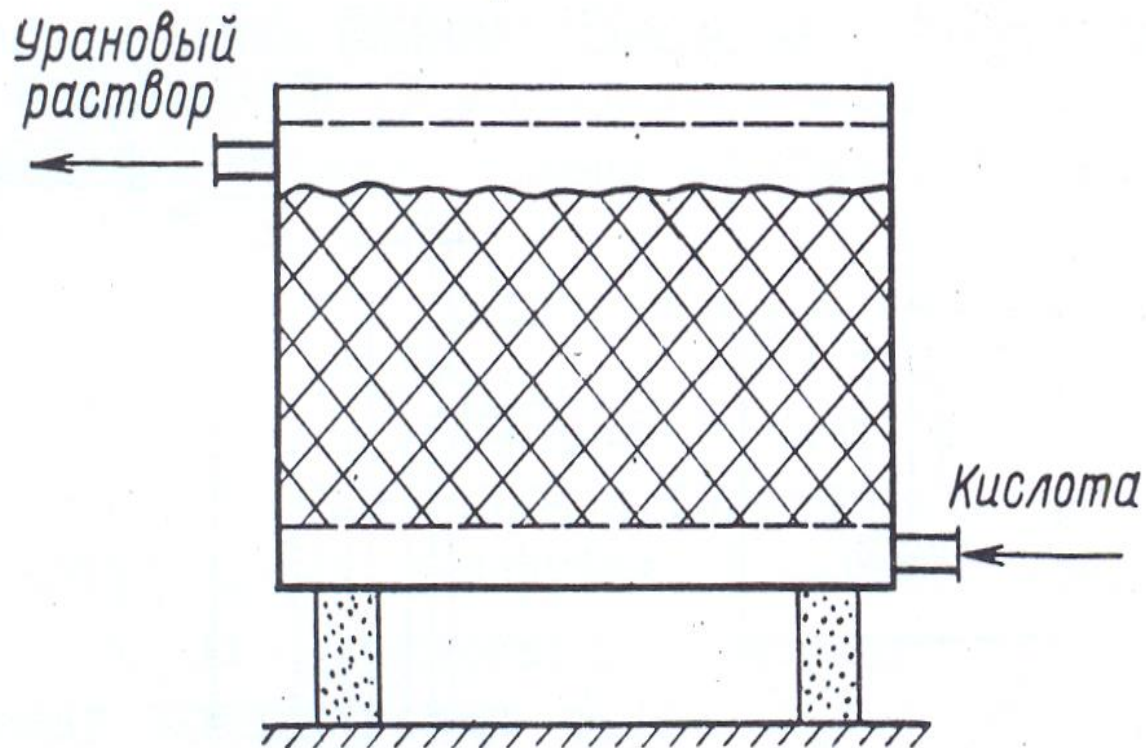
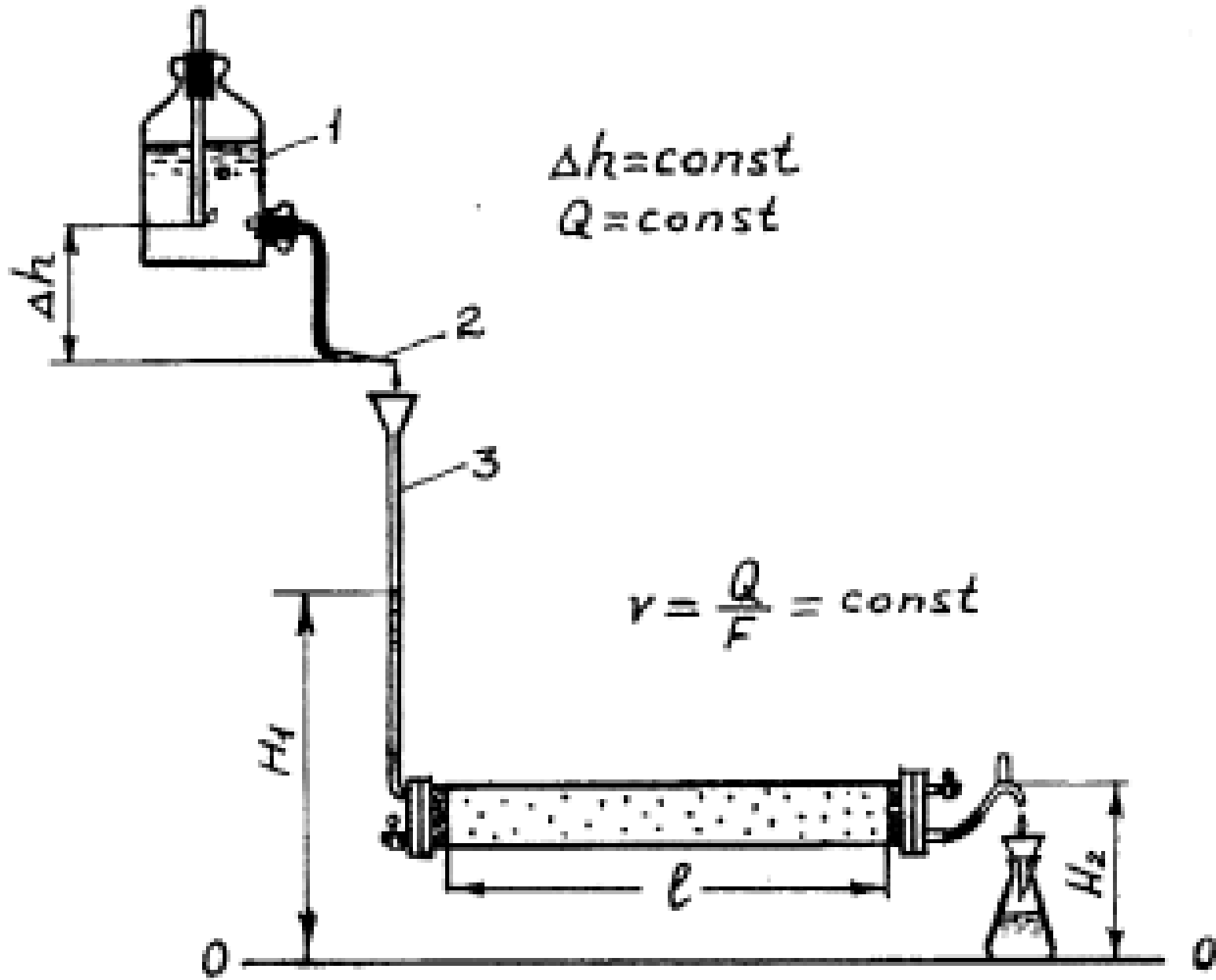


Рис. 20. Схема аппарата для перколяционного выщелачивания



$$\Delta h = \text{const}$$
$$Q = \text{const}$$

$$v = \frac{Q}{F} = \text{const}$$

Агитациялық шаймалауға арналаған аппараттың сызба- нұсқасы

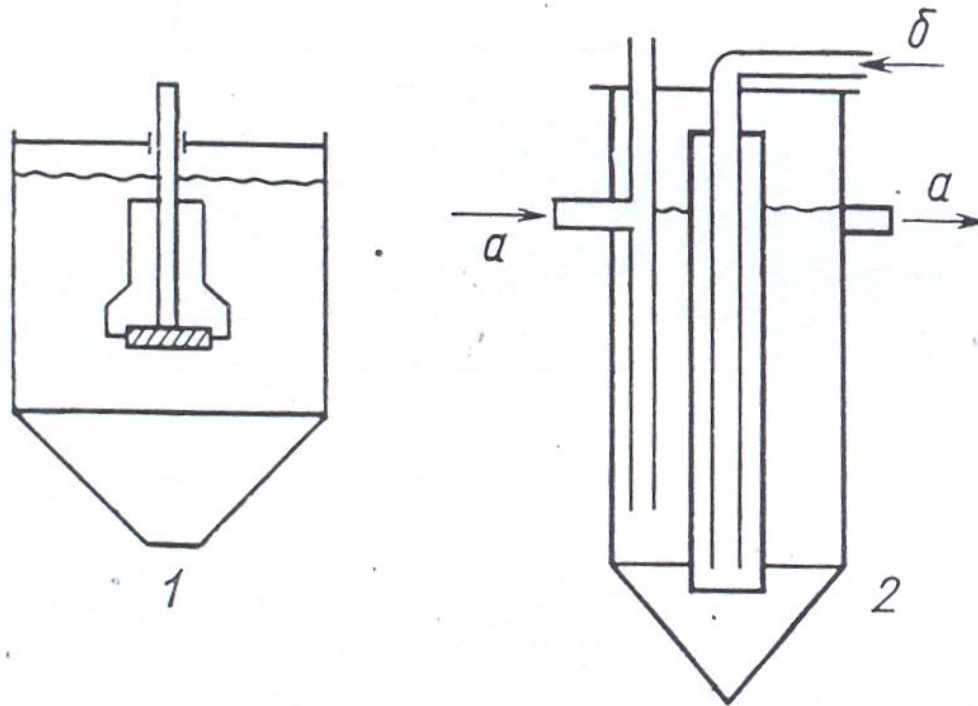


Рис. 21. Схема аппаратов для выщелачивания:

1 — агитатор с механическим перемешиванием; 2 — пневмоагитатор типа пачука; а — пульпа; б — воздух

Шаймалауға жылдамдығына әсер ететін факторлар

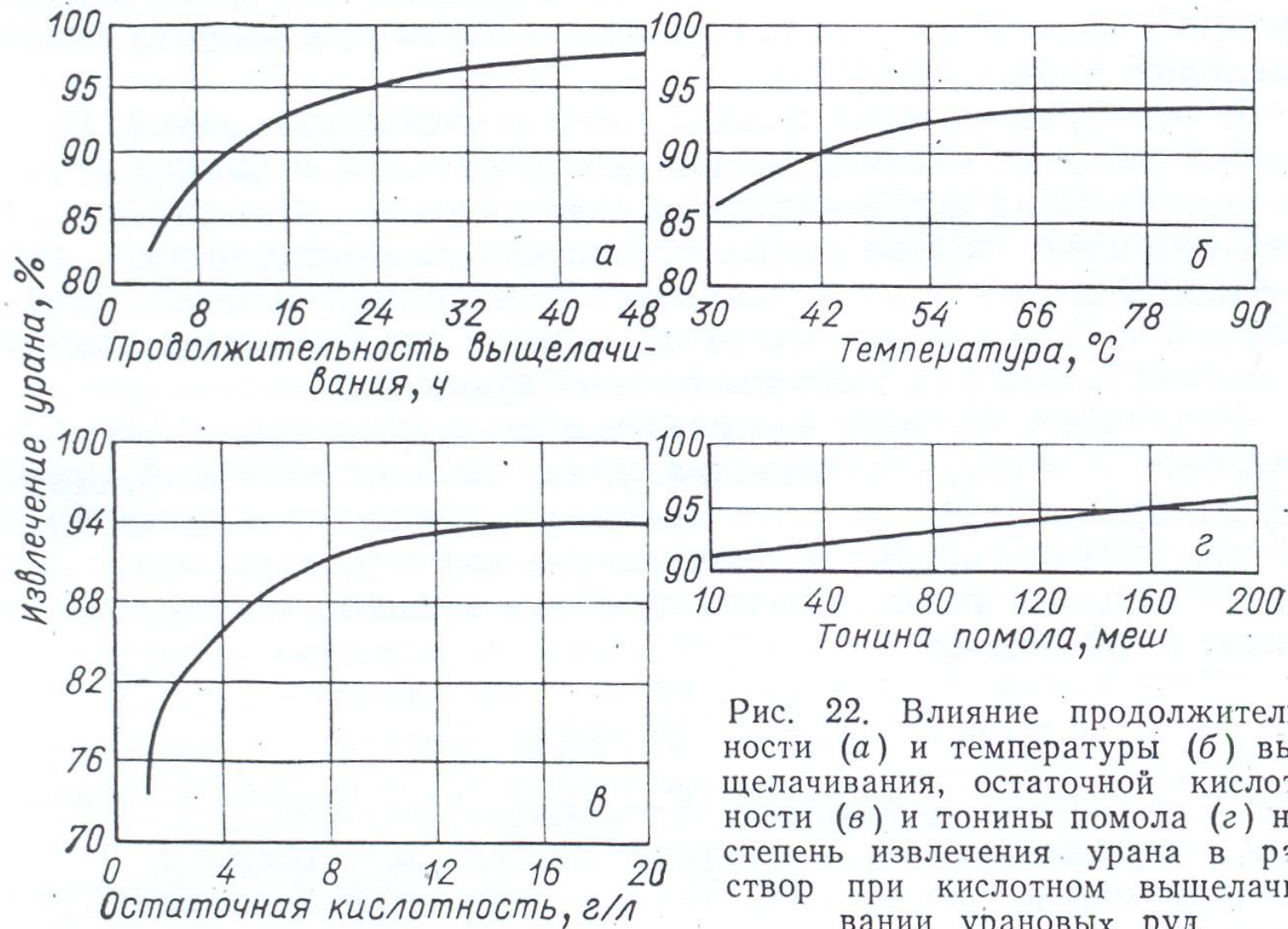


Рис. 22. Влияние продолжительности (а) и температуры (б) выщелачивания, остаточной кислотности (в) и тонины помола (г) на степень извлечения урана в раствор при кислотном выщелачивании урановых руд

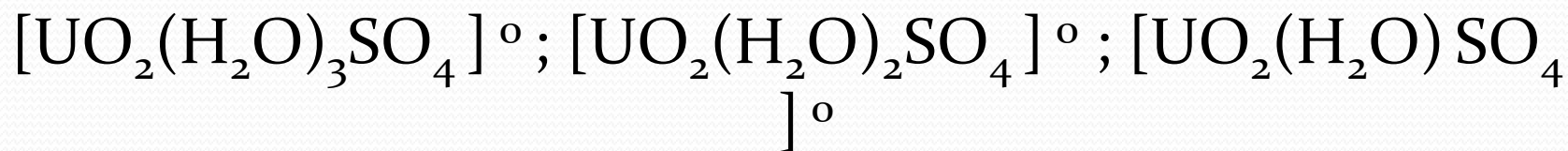
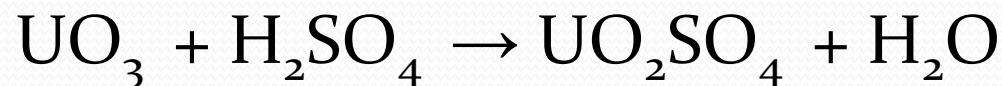
- Диффузия
- Температура
- **ҚЫСЫМ**
- Ұнтақталу дәрежесі (0,3-0,15 мм қышқылдық шаймалау үшін, 0,15-0,07 мм содалық шаймалау үшін)
- Еріткіш рН-ы (қышқылдық еріту кезінде ол тұрақты болуы шар)

Уран оксидтерін еріту

Табиға уран кендері біріншілік және екіншілік болып бөлінеді. Біріншілік уран кендерінде уран негізінен 4 валентті болып келеді, ал екіншілік кендерде 6 валентті

Уранның үш оксиді

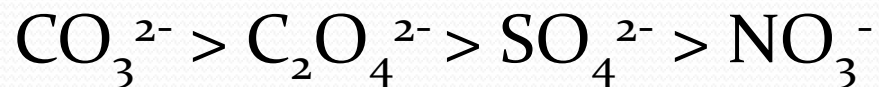
UO₃ күкірт қышқылды ерітінділерді тез ериді



Кешентүзу қабілеті

Негізінен құрамында оттегі бар лигандалармен жүзеге асады.

Уранил ионның қосылыстарындағы лигандалардың ығыстыру қатары бойынша



Уранил-ион

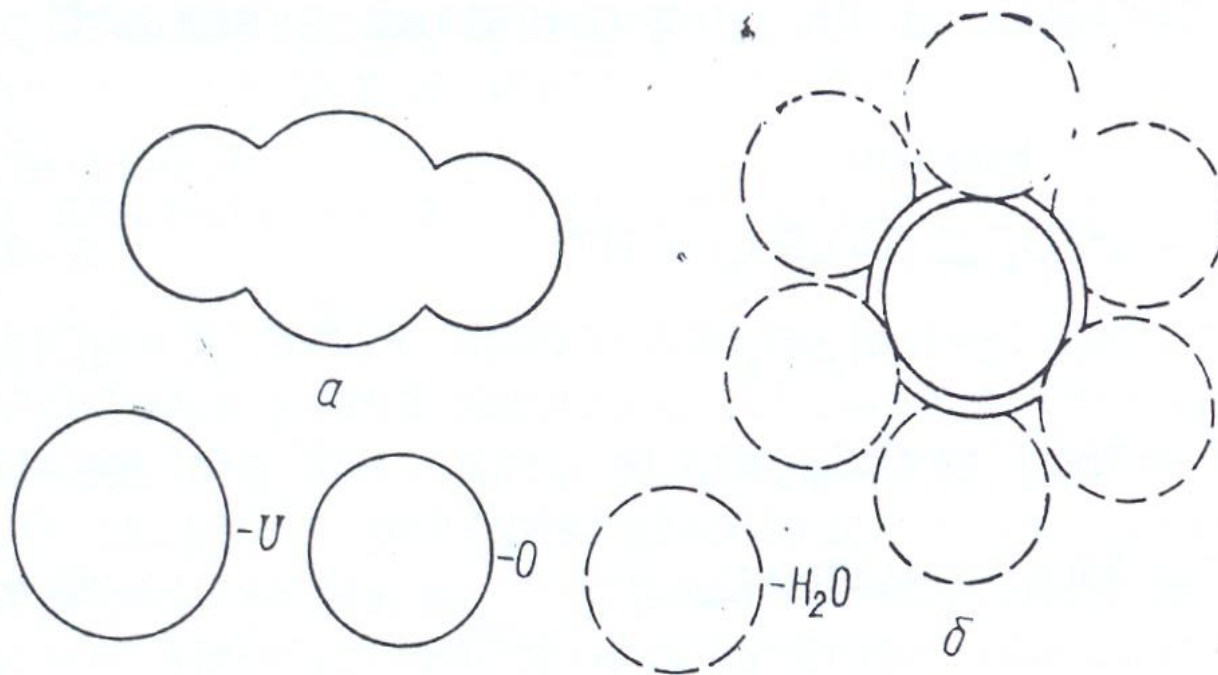


Рис. 23. Структура гидратированного иона уранила:

a — ион уранила; *б* — ион уранила, окруженный молекулами воды

Уран екі оксидін шаймалау

күкірт қышқылды ерітінділерде ерімейді.

Сондықтан тотықтырғыштар қолданылады.

Тотықтырғыш ретінде негізінен азот қышқылы, натрий нитраты, пиролюзит (MnO_2) және натрий хлораты қолданылады.

Оттектпен тотықтыру кезіндегі қысымның әсері

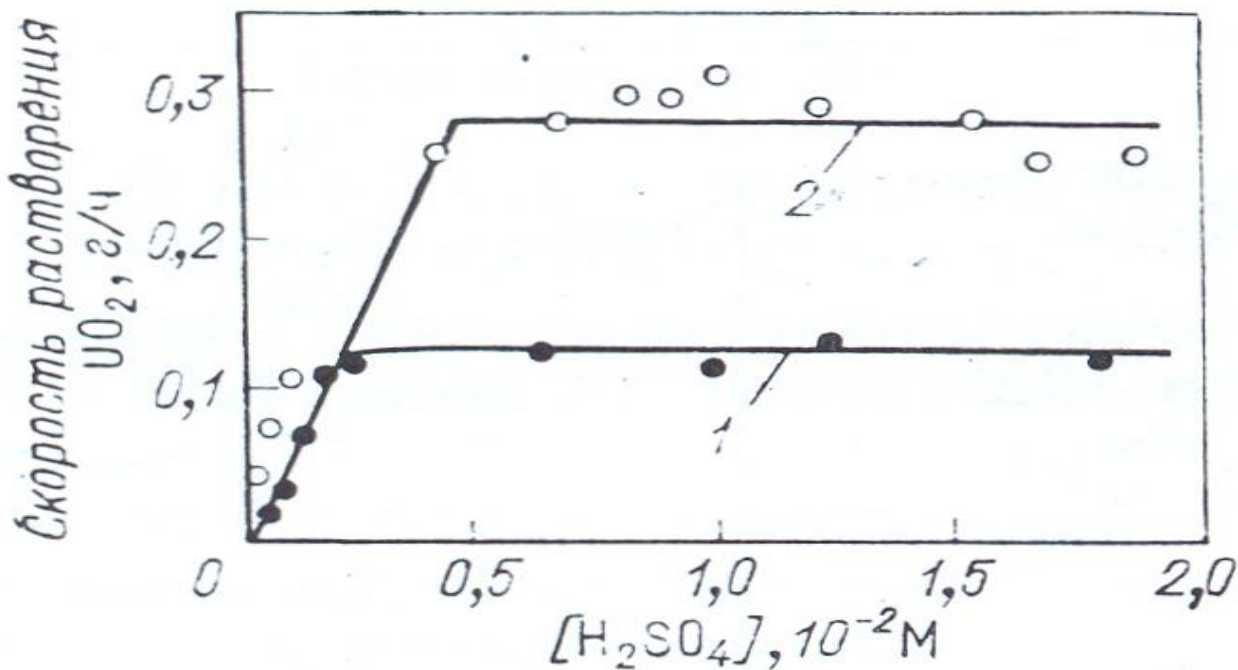


Рис. 26. Зависимость скорости растворения двуокиси урана от концентрации серной кислоты при температуре $100^{\circ}C$ и давлении кислорода 6,8 (1) и 13,6 атм (2)

Тотықтырғыш әсері

MnO₂ қоспасы, кг/т кенге	Уран мөлшері, %
0	85-88
2	92,3
6	95,2
12	95,6
20	96,5

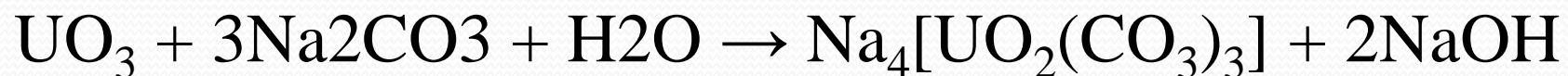
Шаймалау кезінде еріткіш рН-шы тұрақты болуы шарт (рН = 1)

Қосылыс	рН
Уранил арсенаты	1.3 – 1.7
Уранил фосфаты	1.9 – 2.5
Уранил карбонаты	3.5 – 6.0
Уранил гидроксиді	3.8 – 6.0

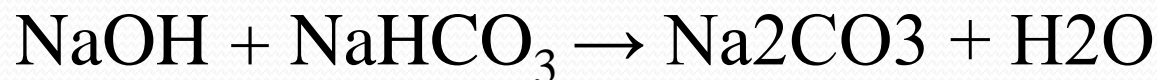
Қышқылдық замес (илеу)

Күкірт қышқылды шаймалаудың бір түрі болып табылады. Кенді концентрлі күкірт қышқылымен араластырып, сумен шаю

Карбонаттық шаймалау



Бұл реакция нәтижесінде ортаның рН-ы жоғарылайды. Жоғары рН натрий диуранатының ($\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$) тұнбаға түсуіне алып келеді. Сондықтан натрийдің бикарбонатының 15-30%-дық ерітіндісін қоспа ретінде қолданады.



Карбонаттық ортада уранды тотықтыру

- Ең маңызды тотықтырғыштар: MnO_4^- , OCl^- , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, Hg^+ , Ag^+ .
- Оттеппен тотықтыру аса тиімсіз болып табылады.
- Оттекті катализатор қытысында қолданыды.
- Катализатор ретінде мыс иондары, мыстық-аммиактық кешен, ферроцианид және темір роданиды.



Үйінділік шаймалау

- Перколяциялық шаймалауға негізделген
- Құрамындағы уранның мөлшері 0,01 – 0,08% құрайтын кендік материалдарды шаймалауға мүмкіндік береді.
- Өнімдік ерітінділердегі уранның мөлшері 0,1 – 0,5 г/ л
- Уранның 80% өндіруге болады



Бактериялық шаймалау

- Тотықтырғыштар ретінде бактериаларды қолдану (автотрофты)
- Негізгі қолданылатындары тиондық темір бактериалары (*thiobacillus ferrooxidans*)
- Метал сульфидтерін, тиосульфаттарды, элементарлы күкіртті тотықтырады.
- Тотыққан темір иондары мен бірге шаймалаушы ерітінделеріне қосылады.