



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

199 836

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 09 09 75
(21) PV 6113-75

(51) Int. Cl.³ C 22 B 60/02

(40) Zveřejněno 30 11 79

(45) Vydáno 01 11 82

(75)

Autor vynálezu HAAS FRANTIŠEK ing., KŘÍŽEK JOSEF RNDr., DĚDIČ KAREL ing.,
NOVÁK JAN RNDr., LIBEREC, SOKOLA KAREL RNDr.CSc., ČESKÁ LÍPA
URBÁNEK LUDVÍK ing., STRÁŽ POD RALSKEM

(54) Způsob podzemního loužení, zejména těžce loužitelných uran-zirkoniových rud

1

Vynález se týká způsobu podzemního loužení uran-zirkoniových rud, který řeší zvýšení výtěžnosti uranu využitím tepla.

Metody podzemního hydrochemického dobývání užitečných nerostů, nevyžadující hornickou techniku, spojenou zpravidla s velkými investicemi, pracností a nutností dobývání značných objemů balastů, jsou v některých případech známy již dlouhou řadu let. Tímto způsobem se dobývá například sůl kamenná a spadá sem do jisté míry i Fraschův postup těžby síry. Zvláštním případem těchto metod jsou způsoby hydrochemické, využívající k podzemnímu loužení žádoucího nerostu chemických činidel.

V těžbě uranu jsou první pokusy s podzemním loužením spojeny s pracemi C.W.Livingstone /patent USA č. 2,818.240/; navrženým loužícím médiem byl roztok uhličitanu a hydrouhličitanu sodného. Metoda je vhodná poze pro ideálně uložené rudy, které obsahují jednoduše vázaný uran převážně v šestimocné formě, takže jsou dobře loužitelné. V téže době se ovšem objevily i návrhy včetně praktických zkoušek s podzemním loužením kyselinami, hlavně kyselinou sírovou, a to v koncentracích vesměs nepřevyšujících 50 g H₂SO₄/l. Tento postup není rovněž univerzální a nehodí se například pro ložiska, uložená v horninách vykazujících velkou reakční spotřebu kyseliny. Nedostatky předchozích způsobů se snažil odstranit patent USA č. 2, 896.930, navrhuující pro podzemní loužení roztok uhličitanu alkalických kovů s přídavkem oxidantu a komplexotvorného činidla, obojí bez bližší specifikace. Vtláčený roztok má být podle prvního nároku citovaného patentu chladný, respektive má odpovídat

teplotě ložiska. Patent USA č. 2,954.218 vychází z poznatku, že uran vázaný v horninách se zvýšeným obsahem uhlíku nebo organických uhlíkatých sloučenin je bez úpravy velmi těžce loužitelný, a že uspokojivého zvýšení výtěžnosti se dosáhne pražením takovéto rudy. Navrhuje proto vhánět do uranových ložisek buď plynné, nebo kapalně uhlovodíky a kyslík nebo vzduch, provést podzemní spálení a následné loužení nepříliš koncentrovaným kyselým, nebo i alkalickým roztokem. Tato metoda je prakticky nepoužitelná pro ložiska, charakterizovaná nízkou propustností rudních partií a tlakovým vodním režimem /artézským nebo subartézským, ale i s tlaky 1,5 MPa a více/.

Protože charakter uranových ložisek se případ od případu značně liší, byly i pro metodu podzemního vyluhování navrženy některé další postupy. V aplikacích provozního měřítka se však užívá prakticky výhradně základní varianty, pro níž je charakteristické vtlačení loužicích roztoků sítí vtláčných vrtů a čerpání výluhu sítí tažebních vrtů, přičemž jsou preferovány roztoky mírně kyselé /do 50 g H_2SO_4 /l/ a jejich teplota, je z větší části dána teplotou ložiska a průměrnou teplotou vzduchu, která se nejčastěji pohybuje v ročním průměru mezi 10 až 15 °C. Nevýhodou dosavadních postupů jsou poměrně nízké výtěžnosti dosahované na ložiskách, charakterizovaných společným výskytem uranu a zirkonia, který má za následek obtížnou loužitelnost a dále malou propustnost rudních vrstev, která ztěžují pronikání roztoků uranovými minerály a zpětný transport nalouženého kovu.

Tyto nedostatky jsou odstraněny způsobem podzemního loužení uranzirkoniových rud podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom že se rudní ložisko vyhřeje vtlačáním loužicích roztoků, obsahujících kyselinu sírovou v koncentraci 1 až 200 g/l, ohřátých na teplotu 20 až 80 °C. Teplý roztok při průchodu podzemím postupně zahřívá loužený blok rudy, čímž se vytvářejí lepší podmínky pro loužení.

Způsob podle vynálezu přináší zvýšení výtěžnosti nebo zkrácení vyluhovacích cyklů; takto lze urychlit rekultivaci rozsáhlých exploatovaných ploch. Vedla přínosu ekonomického přináší tak vynález i významný prospěch ochraně životního prostředí. Podle laboratorních testů činí přírůstek výtěžnosti při zvýšení teploty o 1 °C, v oboru 15 až 60 °C v závislosti na typu rudy 0,4 až 1,5 % z celkových zásob uranu. Přitom pro začátek uvedeného teplotního intervalu a obtížnější loužitelné rudy jsou přírůstky výtěžnosti obvykle vyšší a naopak. Protože se současně zvyšuje strmost výtěžnostní křivky v prvních letech loužení, může být hlavním efektem podstatné zkrácení doby loužení, potřebné k dosažení stanovené výtěžnosti.

Uplatňují se zde / v různé míře u různých typů rud/ tři faktory, zvyšující výtěžnost v časové jednotce.

Zrychlení filtračních procesů v rostlé rudě v důsledku nižší viskozity roztoku znamená rychlejší přínos reakčního činidla do hůře propustných vrstev a rychlejší transport vylouženého kovu z těchto vrstev.

Zvýšení rychlosti difúzních procesů má význam především pro velmi málo rozpustné až nepropustné vrstvy, čočky a laminy, obsahující zpravidla užitečnou složku ve vyšší koncentraci než je průměr na ložisku.

Dále dochází k intenzivnějšímu rozrušování specifických vazeb uranu a zirkonia v příslušných minerálech, za obvyklých ložiskových teplot značně stabilních i vůči působení

běžně používaných kyselých loužicích roztoků.

Potřebné teplo lze získat z obvyklých spalovacích procesů nebo z jaderných reakcí. Mimořádně výhodné je využití tepla uvolněného při procesech spojených s výrobou kyseliny sírové, která je zároveň hlavní reagensí pro podzemní loužení uranu, nebo jiného odpadního tepla z technologických procesů. Procesy spojené s výměnou tepla lze uskutečnit obvyklými postupy a v zařízeních běžného typu.

Výpočty tepelných ztrát spojených s aplikací postupu podle vynálezu prokázaly, že únik tepla do podloží a nadloží rudních vrstev je únosný. V prvních dvou letech činí kolem 25 % dodaného tepla, později klesá pod 10 %. Ztráty ve vrtech a povrchových rozvodech lze řešit tepelnou izolací, případně úpravou vrtné sítě, systému rozvodů a režimu vtláčení.

Příklad provedení

Průměrná mocnost propustného horizontu, obsahující rudní těleso, je 25 m, průměrná objemová tepelná kapacita horniny $2,43 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$, přirozená teplota vrstvy 15°C , ruda obsahuje v podstatné míře zirkonium a je značně odolná proti působení loužicích reagensů. Vyčerpaný roztok po separaci uranu a dokyselení na koncentraci $50 \text{ g H}_2\text{SO}_4/\text{l}$ prochází výměníkem tepla, kde se ohřeje na 60°C . Ohřátý roztok je rozveden potrubím ke vtláčným vrtům a jimi do zájmového horizontu. V důsledku tepelných ztrát na povrchu a ve vrtach je průměrná teplota roztoku při vstupu do vrstvy 45°C . Při intenzitě cirkulace $15 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{den}^{-1}$ připadá na plochu jedna ha denní dávka tepla $18,8 \text{ GJ}$. Na ohřátí celého horizontu na stejné ploše o 30°C je třeba $18,2 \text{ TJ}$. Protože teplo z vrstvy uniká do podloží a nadloží a později i ve výluhu, ohřeje se rudní těleso za 3 roky o 20°C a za 8 až 10 let při stále se snižující spotřebě tepla v důsledku rostoucí teploty čerpaného roztoku o 27°C . Při patnáctiletém těžebním cyklu se zvýší výtěžnost o 18,6 %.

Vynález lze využít ve všech případech podzemního loužení užitečných nerostů, kde je doba těžebního cyklu relativně dlouhá vzhledem k době střední obrátky roztoku a přírůstek výtěžnosti v souvislosti s cenou produktu zaručí rentabilitu aplikace.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob podzemního loužení, zejména těžce loužitelných uran-zirkoniových rud, vyznačený tím, že se rudní ložisko vyhřeje vtláčením loužicích roztoků, obsahujících kyselinu sírovou v koncentraci 1 až 200 g/l , ohřátých na teplotu 20 až 80°C .