



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

211106

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
C 22 B 3/00

/22/ Přihlášeno 06 03 80
/21/ /PV 1537-80/

(40) Zveřejněno 30 06 81

(45) Vydáno 15 04 84

(75)

Autor vynálezu

FRANZ MILAN ing. CSc., LIBEREC, BRADÁČ JIŘÍ ing., PETRAŠOVICE

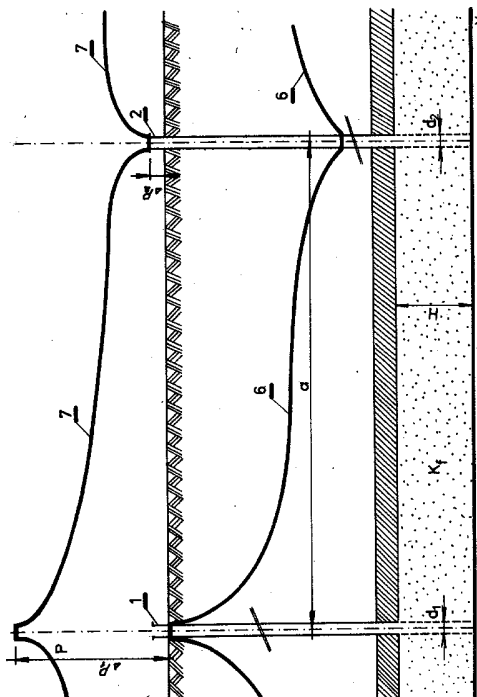
(54) Způsob podzemního loužení rud

Vynález řeší problém čerpání výluhu z těžebních vrtů, řízení toku loužicího roztoku ložiskem a uspořádání vrtů ve vrtné síti.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že se při podzemním loužení rud v propustném ložisku pomocí soustavy technologických vrtů vedených z povrchu do zóny zrudnění přivádí do jednotlivých vtláčecích vrtů loužicí roztok v množství od 5 do 1 500 m³ za den s přetlakem 0,005 až 2,5 MPa, což způsobí v jednotlivých těžebních vrtech artézský přeliv s vydatností 2,5 až 750 m³ za den. Řízení toku roztoku ložiskem se dosahuje regulací průtoku jednotlivými vrty, případně úplným uzavřením jednotlivých vrtů. Technologické vrty jsou uspořádány do polygonů s těžebními vrty ve vrcholech a s vtláčecími vrty uprostřed polygonů.

Na obr. č. 2 a 3 je uvedeno schéma vrtné sítě, na obr. č. 4 je znázorněn průběh závislosti tlaku na vzdálenosti od vtláčecího vrtu.

Při splnění základních podmínek pro možnost aplikace podzemního loužení může být způsob podle vynálezu použit všude tam, kde je uplatnění klasické hornické těžby nereálné a uplatnění dosavadních způsobů loužení ekonomicky neúnosné.



Vynález se týká způsobu podzemního loužení rud v propustném ložisku s napjatou hladinou pomocí vrtů z povrchu.

Ložiska rud, jejichž požadované složky jsou rozpustné v loužicím roztoku bez předchozí mechanické, tepelné, chemické či jiné úpravy, lze těžit loužením "in situ", pokud jsou splněny základní předpoklady dobývací metody podzemního loužení, jimiž jsou: propustnost ložiska, relativní nepropustnost podloží a nadloží, odolnost hlušiny vůči složkám loužicího roztoku, vhodné geotechnologické vlastnosti zrudnění a ekonomicky výhodná produktivnost zásob.

Dosavadní způsob podzemního loužení rud pomocí vrtů z povrchu je založen na vytvoření soustavy technologických vrtů, rozdělených podle funkce na vrty vtláčecí a těžební, které jsou uspořádány do pravidelné vrtné sítě. Vtláčecí i těžební vrty jsou odvrtny k nepropustnému podloží a až na otevřený interval v propustné zóně zrudnění jsou zapáženy kolonami z materiálu odolného vůči složkám loužicího roztoku i získaného výluhu. Loužicí roztok se přivádí do vtláčecích vrtů, prostupuje propustnou zónou zrudnění, reaguje chemicky s rudou, obohacuje se dobývanými složkami rudy a postupně se mění ve výluh, který se z těžebních vrtů čerpá na povrch.

Vytěžený výluh se zbavuje požadovaných složek rudy, doplňuje se o účinné loužicí složky a jako loužicí roztok se přivádí systémem vtláčecích vrtů do ložiska. Množství loužicího roztoku přiváděné za den do vtláčecích vrtů a zároveň těžené jako výluh z těžebních vrtů na jednotce plochy vyluhovacího pole se v praxi pohybuje v rozmezí od 0,001 do 0,1 m³.m⁻². Hustota vrtné sítě technologických vrtů se řídí produktivností zásob, požadavky na rychlost exploatace a celkovou výtěžnost zásob ložiska, geotechnologickými parametry zrudnění a do značné míry i možnostmi řízení toku loužicího roztoku ložiskem. Obvykle bývá počet technologických vrtů na 1 km² vyluhovacího pole ve stovkách až tisících.

Technologické vrty jsou připojeny k technologickým potrubním rozvodům. Do vtláčecích vrtů se přivádí loužicí roztok systémem vtláčecích rozvodů pomocí čerpadel. Z těžebních vrtů se výluh čerpá buď mamutkami nebo airlifty pomocí stlačeného vzduchu nebo ponornými čerpadly. Při čerpání výluhu pomocí stlačeného vzduchu je nutno výluh od vzduchu oddělit v expanzních nádobách situovaných u těžebních vrtů tak, aby výluh stékal svodným těžebním potrubím do zásobníků výluhu, odkud se čerpá k hydrometalurgickému zpracování.

Dosavadní způsob podzemního loužení rud má řadu nedostatků. Tok loužicího roztoku propustnou zónou zrudnění je rozhodujícím způsobem určován funkcí čerpacích zařízení v těžebních vrtech. V závislosti na intenzitě čerpání výluhu z těžebního vrtu a na hloubce, v níž je umístěno čerpací zařízení, vzniká v okolí těžebního vrtu depresní kužel, který zasahuje až do oblasti nejbližších vtláčecích vrtů, v nichž vzniká záporná tlaková výška.

Protože vedle geologických a hydrogeologických parametrů ložiska určují směr a rychlost proudění roztoku hydrodynamické tlakové poměry charakterizované výškou hladin ve vrtech, které však kolísají v závislosti na technickém stavu vrtů a čerpacích zařízení, je proudění loužicího roztoku ložiskem značně proměnlivé ve směru i rychlosti. Ke zjištění průběhu podzemního loužení je nutno zajistit sběr a zpracování značného počtu informací o technickém stavu a pracovním režimu jednotlivých technologických vrtů. Používání stlačeného vzduchu k čerpání výluhu je z energetického hlediska nevýhodné pro malou účinnost čerpacích zařízení, nedá se použít k čerpání výluhů obsahujících těkavé škodliviny nebo reagujících se vzduchem nežádoucím způsobem. Vzduch se od výluhu musí oddělit v poměrně složitých a nákladných odlučovačích, které omezí na minimum ztráty výluhu s expandujícím vzduchem.

Používání ponorných čerpadel je investičně náročné, zvláště při čerpání silně agresivních výluhů. Čerpadla musí být provozně spolehlivá a to nejen po stránce mechanické, ale

i s ohledem na chemickou odolnost a izolační pevnost použitých konstrukčních materiálů, kabelů a lan. Průměr vrtů je nutno přizpůsobit rozměrům čerpadel. Energetická náročnost čerpání výluhu se zvětšuje s hloubkou, do níž je nutno čerpadla ve vrtech zapustit.

Tyto nevýhody odstraňuje z převážné části způsob podzemního loužení rud podle vynálezu.

Podstatou vynálezu je způsob podzemního loužení rud v propustném ložisku s napjatou hladinou pomocí vrtů vedených z povrchu do zóny zrudnění a rozdělených podle funkce na vrty vtláčecí a těžební, vyznačený tím, že se loužící roztok přivádí do jednotlivých vtláčecích vrtů v množství od 5 do 1 500 m³ za den s přetlakem 0,005 až 2,5 MPa, což způsobí v jednotlivých těžebních vrtech artézský přeliv výluhu s vydatností 2,5 až 750 m³ za den. Pro tento způsob podzemního loužení rud je výhodné uspořádat technologické vrty do vrtné sítě složené z pravidelných polygonů, v jejichž vrcholech jsou těžební vrty a uprostřed polygonů jsou vrty vtláčecí.

Množství loužícího roztoku přiváděné do jednotlivých vtláčecích vrtů i množství výluhu vytékajícího z jednotlivých těžebních vrtů mohou být regulována, případně mohou být jednotlivé technologické vrty zcela uzavřeny, což umožňuje řídit tok roztoku propustným ložiskem.

Způsobem podle vynálezu se dosáhne úspor energie na čerpání výluhu z těžebních vrtů, zmenšení celkového počtu technologických vrtů na jednotce plochy vyluhovacího pole, úspor investičních nákladů na vrtné práce, vystrojení vrtů a technologické rozvody a úspor provozních nákladů na obsluhu a údržbu vyluhovacích polí. Další výhody způsobu podle vynálezu spočívají v tom, že jímavost vtláčecích vrtů i vydatnost těžebních vrtů jsou v tomto případě poměrně stálé, lze je snadno měřit a regulovat, tím řídit rychlost a směr toku loužícího roztoku ložiskem a řídit i výtěžnost loužení s ohledem na různou produktivnost zásob v oblasti vyluhovacího pole tak, aby jeho provoz mohl být ukončen najednou po dosažení požadované výtěžnosti zásob.

Výhody způsobu podle vynálezu vyplývají z porovnání s dosavadním způsobem podzemního loužení rud v následujících příkladech. V příkladu 1. jsou uvedeny údaje charakteristické pro dosavadní způsob loužení, v příkladu 2. údaje pro aplikaci postupu podle vynálezu na vyluhovacím poli vybudovaném pro dosavadní způsob loužení a v příkladu 3. jsou údaje pro případ, kdy vyluhovací pole bylo vybudováno pro způsob podle vynálezu.

P ř í k l a d 1

Na obr. č. 1 je schematicky znázorněno vyluhovací pole se čtvercovou vrtnou sítí, u níž je vzdálenost mezi sousedními vrty $a = 25$ m. Vtláčecí vrty 1 a těžební vrty 2 jsou uspořádány střídavě do řad a jsou připojeny k potrubním řádům 3 pro přívod loužícího roztoku a ke svodným řádům výluhu 4. V tomto vyluhovacím poli je vyznačena srovnávací plocha 5 0,1 km² o rozměrech 250krát 400 m. Ložisko je charakterizováno mocností propustné zóny zrudnění $H = 15$ m a filtračním koeficientem $K_F = 2$ m.den⁻¹.

Množství loužícího roztoku Q_1 vtláčené za den do srovnávací plochy 5 i množství výluhu Q_2 těžené z této plochy za den je rovno 5 000 m³. Na ploše 5 se nachází 80 vtláčecích vrtů 1 a 80 těžebních vrtů 2. Délka tras hlavních potrubních rozvodů 3 činí 2,4 km, délka tras svodných řádů 4 činí 2,4 km. Průměrná jímavost q_1 vtláčecích vrtů 1 stejně jako průměrná vydatnost q_2 těžebních vrtů 2 představuje 62,5 m³.den⁻¹. Spotřeba elektrické energie na dopravu loužícího roztoku do vtláčecích vrtů 1 přitom dosahuje hodnoty $E_1 = 1$ 460 kWh za den. Spotřeba elektrické energie na výrobu stlačeného vzduchu o tlaku 0,8 MPa pro těžbu výluhu pomocí airliftů dosahuje hodnoty $E_2 = 15$ 800 kWh za den.

P ř í k l a d 2

Na obr. č. 2 je schematicky znázorněno stejné vyluhovací pole, jež bylo upraveno pro uplatnění způsobu podle vynálezu přestrojením každého druhého vrtu v řadě vtláčecích vrtů 1 za těžební vrt 2. Vznikla soustava vzájemně se dotýkajících čtverců o straně $a = 50$ m s těžebními vrtly v rozích a uprostřed stran čtverců a s vtláčecími vrtly uprostřed čtverců. Na srovnávací ploše 2 o rozloze $0,1 \text{ km}^2$ se nachází 40 vtláčecích vrtů 1 a 120 těžebních vrtů 2. Délka tras hlavních potrubních rozvodů 3 činí $2,25 \text{ km}$ a délka tras svodných řádů 4 činí $2,25 \text{ km}$. Průměrná jímavost q_1 vtláčecích vrtů 1 se rovná $125 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$, průměrná vydatnost q_2 těžebních vrtů 2 se rovná cca $41,7 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$.

K využití svodných řádů 4 pro dopravu výluhu samospádem k čerpací stanici je nutno zabezpečit u těžebních vrtů 2 artézský přeliv o průměrné vydatnosti $q_2 \approx 41,7 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$ s pozitivní hydrodynamickou tlakovou výškou $\Delta P_2 = 0,04 \text{ MPa}$. K zabezpečení této tlakové výšky ΔP_2 je nutno vtláčet loužici roztok do vtláčecích vrtů 1 s přetlakem P_1 , který lze určit výpočtem ze základních zákonů hydrauliky. Při uvedených geologických podmínkách ložiska, uvedeném počtu vrtů a daných objemech roztoků vychází P_1 přibližně rovno $0,1 \text{ MPa}$.

Spotřeba elektrické energie na dopravu loužicího roztoku do vtláčecích vrtů 1 bude za těchto podmínek $E_1 = 1 \text{ 900 kWh}$ za den. Spotřeba elektrické energie na těžbu výluhu $E_2 = 0$. Úspora elektrické energie při vtláčení a těžbě 5 000 m^3 za den představuje $\Delta E = 15 \text{ 360 kWh}$ za den.

P ř í k l a d 3

Na obr. č. 3 je schematicky znázorněno vyluhovací pole s pravidelnou šestiúhelníkovou sítí s centrálními vtláčecími vrtly 1 a těžebními vrtly 2 v rozích šestiúhelníků. Vzdálenost mezi vrtly $a = 50 \text{ m}$.

Na vyznačené srovnávací ploše 2 o rozloze $0,1 \text{ km}^2$ je 14 vtláčecích vrtů 1 s průměrem $d_1 = 0,25 \text{ m}$ a 31 těžebních vrtů 2 s průměrem $d_2 = 0,15 \text{ m}$. Průměry technologických vrtů v příkladech 1. a 2. byly shodně rovny $0,1 \text{ m}$. Délka tras hlavních potrubních rozvodů 3 činí $1,45 \text{ km}$, délka tras svodných řádů 4 činí $1,75 \text{ km}$. Průměrná jímavost q_1 vtláčecích vrtů 1 je rovna cca $357 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$ a průměrná vydatnost q_2 těžebních vrtů 2 je rovna cca $161 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$. K dosažení pozitivní hydrodynamické tlakové výšky $\Delta P_2 = 0,04 \text{ MPa}$ je nutno vtláčet loužici roztok do vtláčecích vrtů 1 s přetlakem ΔP_1 , který při uvedených podmínkách bude dosahovat hodnoty $\Delta P_1 = 0,095 \text{ MPa}$.

Spotřeba elektrické energie na vtláčení loužicího roztoku v množství 5 000 m^3 za den do 14 vtláčecích vrtů 1 na srovnávací ploše 2 bude $E_1 = 1 \text{ 850 kWh}$ za den. Úspora elektrické energie na těžbu výluhu ze srovnávací plochy dosahuje $\Delta E = 15 \text{ 410 kWh}$ za den. Při prakticky stejné úspoře elektrické energie jako v příkladu 2 dochází ke zmenšení celkového počtu vrtů, k úsporám na vystrojení vrtů, na vrtných pracích, na technologických rozvodech, na nákladech na obsluhu a údržbu vyluhovacích polí atd.

Na obr. č. 4 je schematicky znázorněn průběh hydraulického tlaku P mezi vtláčecím vrtem 1 a těžebním vrtem 2 v závislosti na vzdálenosti x od vtláčecího vrtu 1. Průběh této závislosti je podmíněn mocností propustné zóny H , její efektivní porozitou charakterizovanou filtračním koeficientem K_F , množstvím roztoku vtláčeným do vtláčecího vrtu 1, množstvím roztoku těženým z těžebního vrtu 2, průměrem vtláčecího vrtu d_1 a těžebního vrtu d_2 a vzdáleností mezi vrtly a . Křivka 6 se vztahuje k dosavadnímu způsobu loužení rud, křivka 7 pak k postupu podle vynálezu.

Postup podle vynálezu lze uplatnit při podzemním loužení rud všude tam, kde jsou splněny nezbytné nutné předpoklady, tj. dostatečná propustnost ložiska a dostatečná nepropust-

nost podloží a nadloží. Lze jej použít bez ohledu na hloubku, ve které se ložisko nachází, pokud je technicky proveditelná výstavba vrtů. Nerozhoduje ani mocnost ložiska nebo jeho velikost, druh a rozložení zrudnění v ložisku, pokud je množství těžené složky rud z hospodářského hlediska zajímavé. Může se uplatnit všude tam, kde je uplatnění klasické hornické těžby nerealné a uplatnění dosavadního způsobu podzemního loužení je energeticky neúnosné.

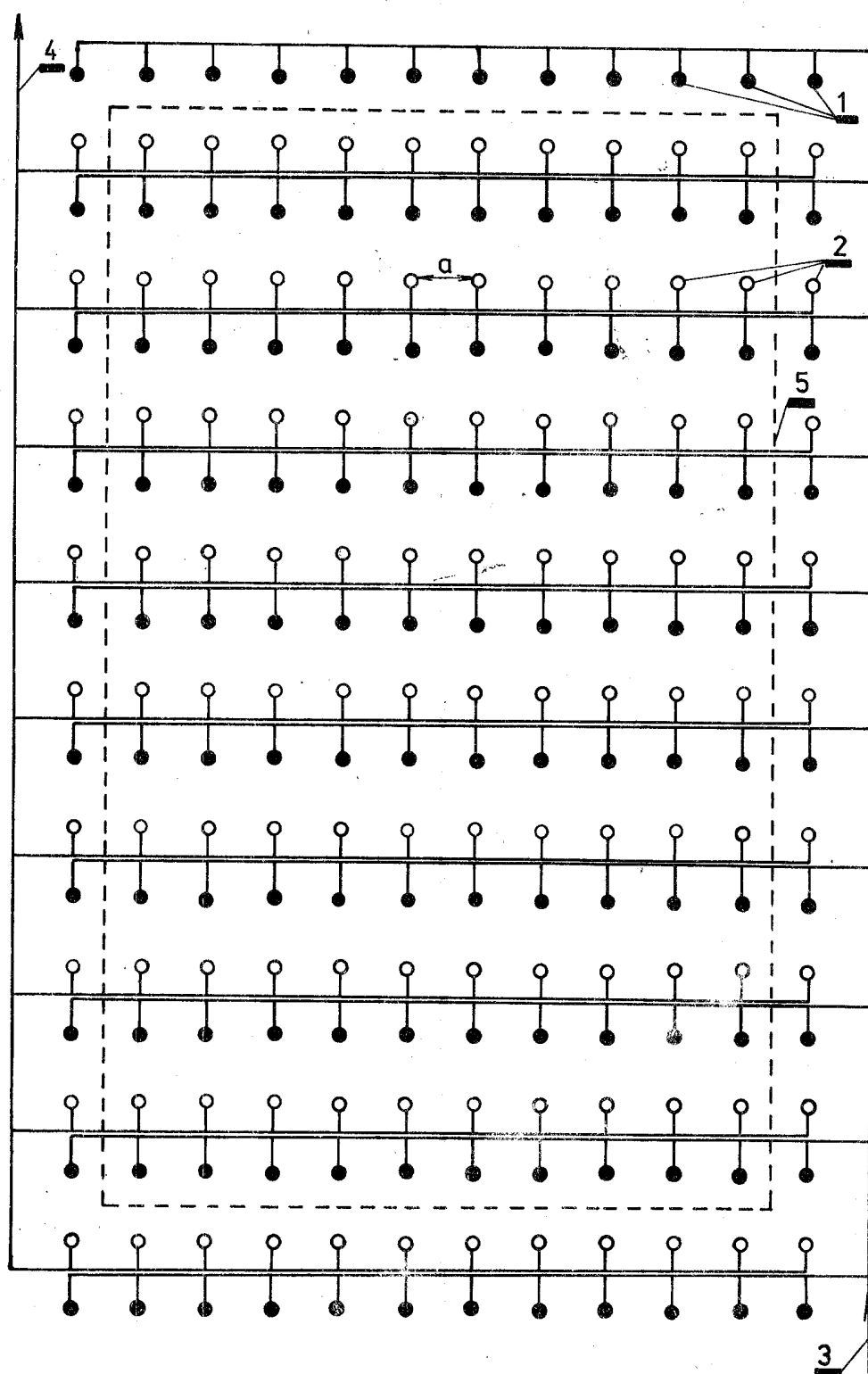
Tlaky potřebné k dosažení artézského přelivu z těžebních vrtů jsou přímo úměrné množství loužícího roztoku Q , vtláčenému do vtláčecích vrtů. Při obvyklých parametrech ložiska se pohybují mezi 0,025 a 0,25 MPa. Při nepříznivých podmínkách mohou dosáhnout hodnot o jeden řád vyšších. V naprosté většině případů lze potřebný tlak vyvodit odstředivými čerpadly, případně i využitím hydrostatického tlaku loužícího roztoku přiváděného do vtláčecích vrtů z výše položeného zásobníku. Je-li terén vyluhovacího pole členitý, je výhodné orientovat vrtnou síť tak, aby vtláčecí vrty byly situovány do větší výšky než vrty těžební.

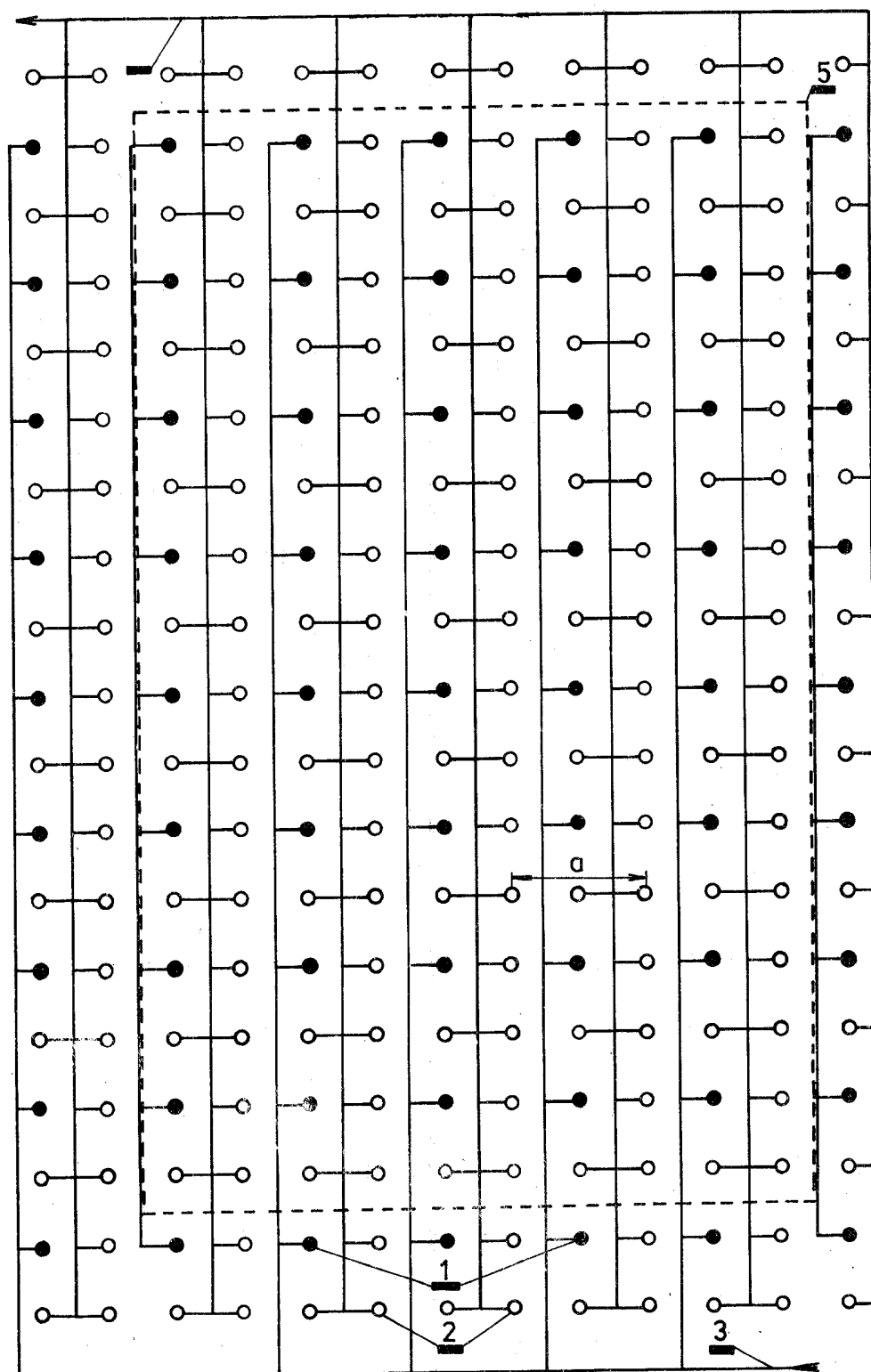
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob podzemního loužení rud v propustném ložisku s napjatou hladinou pomocí vrtů vedených z povrchu do zóny zrudnění a rozdělených podle funkce na vrty vtláčecí a těžební, vyznačený tím, že se loužící roztok přivádí do jednotlivých vtláčecích vrtů (1) v množství od 5 do 1 500 m³ za den s přetlakem 0,005 až 2,5 MPa, přičemž vzniká v jednotlivých těžebních vrtech (2) artézský přeliv výluhu s vydatností 2,5 až 750 m³ za den.

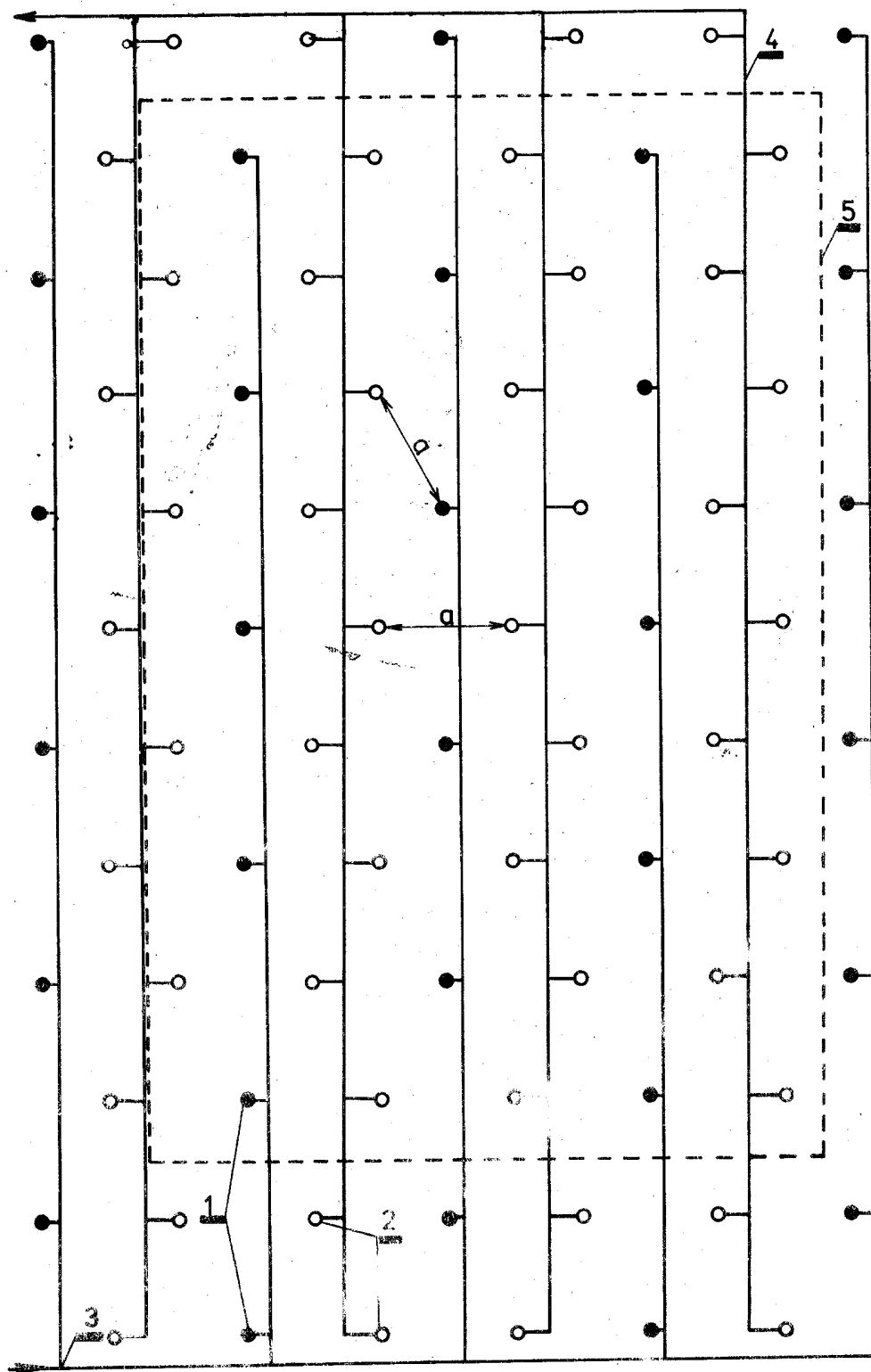
2. Způsob podle bodu 1 vyznačený tím, že technologické vrty (1, 2) jsou uspořádány do polygonů, přičemž jsou vtláčecí vrty (1) situovány uprostřed polygonů a těžební vrty (2) jsou umístěny ve vrcholech, případně i na stranách polygonů.

4 listy výkresů

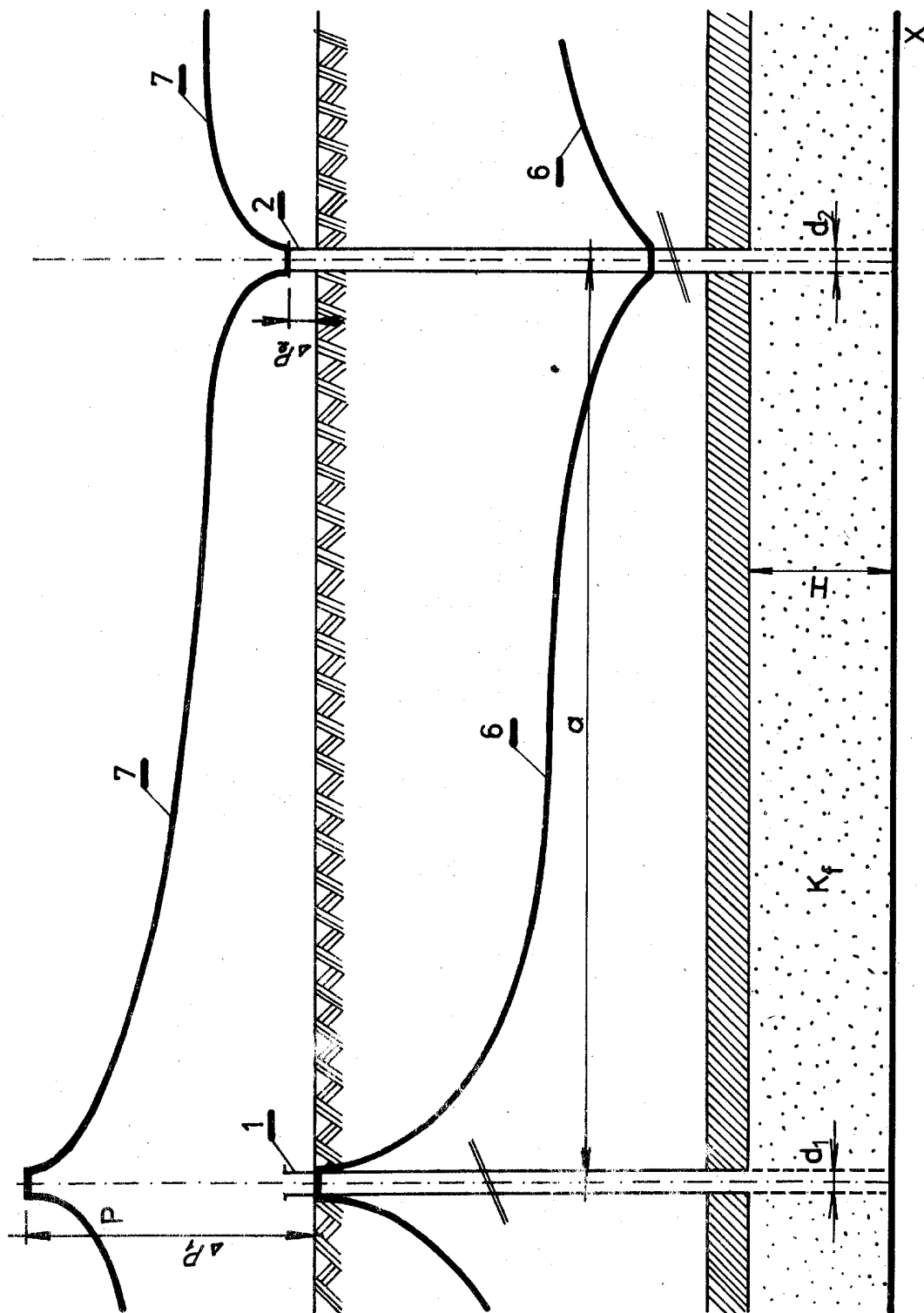




OBR.Č.2



OBR.Č.3



OBR. Č. 4