

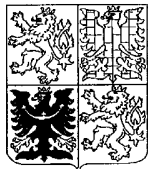
PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

1999 - 4320

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **03.06.1998**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **05.06.1997 09.10.1997**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1997/048744 1997/061520**

(33) Země priority: **US US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12.04.2000**
(Věstník č. 4/2000)

(86) PCT číslo: **PCT/EP98/03488**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO98/55240**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

B 09 C 1/06

(71) Přihlašovatel:

SHELL INTERNATIONALE RESEARCH
MAATSCHAPPIJ B. V., Hague, NL;

(72) Původce:

De Rouffignac Eric, Houston, TX, US;
Vinegar Harold J., Houston, TX, US;

(74) Zástupce:

Zelený Pavel JUDr., Hálkova 2, Praha 2,
120 00;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob remediace

(57) Anotace:

Způsob pro odstranění těkavých kapalných kontaminantů z kontaminovaného prostoru zeminy, přičemž kontaminovaný prostor leží nad nekontaminovanou vrstvou zeminy, který zahrnuje krok zahřívání nekontaminované vrstvy dokud teplota podstatné části nekontaminované vrstvy, přiléhající ke kontaminované vrstvě, nedosahuje alespoň teploty varu kontaminujících kapalin pro zabránění odpařeným kontaminantům pohybovat se směrem dolů z kontaminované vrstvy zeminy.

CZ 1999 - 4320 A3

Způsob remediace

Oblast techniky

Tento vynález se týká in situ způsobu odstranění těkavých kontaminantů tepelnou desorpcí.

Dosavadní stav techniky

Způsoby termální desorpce pro in situ odstranění těkavých kontaminantů ze zemin se navrhují například v US patentech č. 4 973 811, 5 076 727, 5 152 341, 5 190 405, 5 193 934, 5 221 827 a 5 271 693. Způsoby použití tepla zahrnují mikrovlnné a radiofrekvenční elektrické zdroje spolu s odporovým zahříváním mezi elektrodami, zavádění horkých plynů a vedení elektrického proudu skrz zeminu. Vedení tepla z topných injekčních vrtů navrhují například US patenty č. 5 190 405 a 5 271 693. US patent č. 5 271 693 navrhuje topný vrt, kterým se z podloží odstraňují páry.

Tyto způsoby se obecně zakládají na udržování nízkého tlaku na povrchu nebo v sondě pro odstraňování par pro řízení pohybu kontaminantů z jejich původního místa do bodu, ve kterém se mohou znovu získat. Protože pro významný tok par zeminou je potřebný poměrně velký rozdíl tlaku, mohou se těmito způsoby použít pouze malé tepelné výkony, nebo se vytvoří tlak v bodu, kde se páry kontaminantů vyskytují, dostatečný k tomu, aby tyto vypařené kontaminanty unikaly z výchozí kontaminované zemin v jiném směru, než který je určen pro odstraňování kontaminantu. Předmětem tohoto vynálezu je tedy poskytnout způsob odstraňování kontaminantů z kontaminovaných zemin zahříváním in situ, přičemž se vypařené kontaminanty nepohybují směrem dolů z kontaminované

zeminy.

Podstata vynálezu

Těchto a dalších předmětů se dosahuje způsobem odstraňování kapalných těkavých kontaminantů z prostoru zeminy, kde kontaminovaná zemina leží nad nekontaminovanou vrstvou zeminy, přičemž způsob zahrnuje kroky: proniknutí do kontaminovaného prostoru alespoň jedním vrtem tak, že alespoň jeden vrt proniká do kontaminovaného prostoru a alespoň jeden vrt proniká do nekontaminovaného prostoru; zavádění tepla z vrtu v nekontaminované vrstvě do nekontaminované vrstvy, dokud teplota podstatné části nekontaminované vrstvy přiléhající ke kontaminované vrstvě není alespoň na úrovni teploty varu kontaminujících kapalin a zavádění tepla z vrtu v kontaminované vrstvě do kontaminované vrstvy, přičemž teplota kontaminovaného prostoru stoupá k teplotě varu kontaminujících kapalin poté, co podstatná část nekontaminované vrstvy přiléhající ke kontaminované vrstvě dosáhla teploty kolem teploty varu kontaminujících kapalin.

Sondy výhodně svisle pronikají kontaminovanou zeminou a jsou děrovány pro odstranění par, vytvářených v kontaminované zemině, skrz sondy. S překvapením se zjistilo, že pokud se zahřívá vrstva zeminy pod kontaminovaným prostorem pro zamezení kondenzace kontaminantů pod kontaminovanou zeminou, odpaří-li se kontaminanty v kontaminované vrstvě, nepohybují se dolů, ale jsou vyháněny k povrchu nebo k děrovaným sondám pro odstranění.

Popis výhodných provedení vynálezu

Tento vynález se týká problému kontroly kontaminantů odpařovaných tepelně remediačními způsoby. Zjistilo se, že zahřívání vrstvy zeminy pod kontaminací před zvyšováním teploty zeminy pro dekontaminaci na teplotu kolem teploty varu kapalin v kontaminované zemině účinně zamezuje pohyb par směrem dolů.

Těkavých kontaminantů, které se mohou odstraňovat z kontaminovaných zemin způsobem podle tohoto vynálezu je široký výběr kontaminantů. Kontaminanty, které se obvykle považují za těkavé, jako benzín, se mohou odstraňovat podle tohoto vynálezu, ale podle tohoto vynálezu se také mohou odpařovat a odstraňovat mnohem těžší uhlovodíky a výše vroucí látky. Například polychlorované bifenyly (PCB), rtuť a těžké oleje vyráběné továrnami vyrábějícími svítivý plyn se mohou odstraňovat podle tohoto vynálezu ve formě par. I když teploty nedosahují běžných teplot varu těchto látek, budou se tvořit vodní páry a dokonce omezený tlak par kontaminantu vyústí v odstranění kontaminantu v dostatečných množstvích páry.

Sondy podle tohoto vynálezu mohou být zapažené a zacementované sondy, jaké se používají v ropném průmyslu, ale takové pracné sondy nemohou být při mnoha použitích oprávněné. Může se poskytnout mělké pažení pro zabezpečení před kontaminací nadloží parami odstraňovanými z útvaru. Pokud se sonda zapaží do dna vrtu, může se podle tohoto vynálezu proděravět způsoby dobře známými v ropném průmyslu. Sondy mohou být svislé, vodorovné nebo pod úhlem mezi svislými a vodorovnými.

Teplo se může zavádět do kontaminovaného prostoru a výhodně do vrstvy nekontaminované zeminy pod prostor

kontaminované zeminy vedením ze sondy. Topná tělesa použitelná pro ohřívání sond pro poskytnutí tepla pro vedení do útvaru jsou známa. Například se plynem ohřívané topné sondy popisují v US patentech č. 2 902 270 a 3 181 613, zde začleněných odkazem. Elektricky vyhřívané sondy se popisují například v US patentu č. 5 060 287, zde začleněného odkazem. Výhodná plynem ohřívána topná sonda se popisuje například v US patentu č. 5 255 742, začleněném zde odkazem.

Teplo se zavádí do kontaminovaného prostoru vedením a výhodně se zavádí ze sondy, která také slouží jako zdroj sání pro odstranění par, obsahujících kontaminant, ze sondy. V tomto výhodném provedení se tedy odpařené kontaminanty vedou z útvaru rovnou do sondy pro opětné získání, bez možnosti, že by se vedly do chladnější zeminy, kde by kontaminanty mohly zkondenzovat, přičemž by, pokud se vyskytne kondenzace, způsobily zvýšenou koncentraci kontaminantů.

Nekontaminovaná vrstva se může případně zahřívát injekčním zaváděním horkých tekutin, jako páry, spalovaných plynů nebo zahřátého dusíku.

Jak se teplo zavádí do zeminy, v malém měřítku se obecně přihodí, že se teplem tvoří pára. Pokud jsou kontaminanty lehce těkavými složkami (běžné teploty varu mají menší než je teplota varu vody), jako benzín, obsahují zpočátku tvořené páry poměrně vysoké koncentrace kontaminantů. Těžší kontaminanty se budou odpařovat, jak se bude tvořit vodní pára z vody přítomné v zemině, vlivem tlaku par těžkých kontaminantů v páře. Čím nižší tlak se může udržovat v kontaminované zemině, tím vyšší bude koncentrace těžkých kontaminantů v páře, tím méně tepla bude

potřeba injekčně zavádět pro odpaření kontaminantů. Jsou-li kontaminanty nemísitelné s vodou, pak se bude tvořit pára přibližně při teplotě varu vody při tlaku, který je v daném bodu v zemině. Kontaminovaná zemina se může zahřívat přednostně v nekontaminované vrstvě do dosáhnutí teploty varu kontaminujících kapalin, ale teplota kontaminovaného prostoru by měla zůstat pod teplotou varu kapalin v kontaminované oblasti, aby se zamezilo odpaření (a tím pohybu) kontaminantů, před tím, než vrstva nekontaminované zeminy dosáhne takové teploty.

Vrty podle tohoto vynálezu mohou být svislými nebo vodorovnými vrty. Svislé vrty výhodně sahají skrz kontaminovaný prostor a do nekontaminované vrstvy pod kontaminovaným prostorem. Hloubka pod kontaminovaným prostorem se vybírá podle vzdálenosti mezi vrty. Obvykle asi jedna třetina vzdálenosti mezi vrty bude poskytovat dostatečnou sondu pod kontaminanty pro zavádění tepla do nekontaminované vrstvy.

Ve výhodném provedení tohoto vynálezu poskytují vrty cestu pro odstranění odpařené látky z útvaru a zároveň umístění topného tělesa. Výhodně se v pažení udržuje podtlak pro odstranění kontaminantů ze zeminy. Mohou se poskytnout dva prvky topného tělesa v každé pažnici, jeden v oblasti kontaminované zeminy a jeden ve vrstvě pod kontaminovaným prostorem. Prvky topného tělesa mohou poskytovat teplo v kontaminovaném prostoru a případně mohou sahat do nekontaminované vrstvy pod kontaminovaným prostorem. Případně může druhý prvek topného tělesa poskytovat teplo v části sondy pod kontaminovaným prostorem. Jeden prvek topného tělesa by mohl poskytnout, pokud je tento prvek dimenzovaný pro poskytování většího uvolňování tepla

(obvykle asi o 50 % více tepla na jednotku délky), pod kontaminovaným prostorem tak, že se dosáhne teploty nad teplotou varu kapalin ve vrstvě pod kontaminovaným prostorem před tím, než se takové teploty dosáhne v kontaminovaném prostoru. Toho se docílí poskytnutím prvku topného tělesa s odlišným průměrem prvku. Například se může použít prvek topného tělesa na bázi drátu, přičemž tento prvek je o průměru 0,32 cm v kontaminované oblasti a o průměru 0,26 cm v nekontaminované oblasti. Je výhodné, že se poskytují oddělená topná tělesa, protože poskytnutí takového rozdílu v toku tepla po celou dobu remediace by nebylo energeticky výhodné a mohlo by významně omezovat tok tepla do kontaminované oblasti kvůli omezením teploty pažení. Také, pokud se používají oddělená topná tělesa, může se topné těleso ve vrstvě pod kontaminovanou oblastí uvést do chodu jako první a poté se může odstavit alespoň po část doby, kdy se používá jiné topné těleso, pro snížení nákladů na energii. Pažení by se mohlo izolovat v nadloží nebo se může vybavit dodatečným topným tělesem pro zajištění toho, že kontaminanty nebudou v pažení kondenzovat z par.

Uvažují se topná tělesa na principu elektrického odporu, ale mohou se používat také jiné typy topných těles. Elektrická topná tělesa jsou vhodná pro řízení, a proto nevyžadují spojnice v pažení, zabírají více prostoru pro tok par z kontaminované zeminy.

Dodatečné sondy vybavené pro zavádění tepla a pro odstranění par výhodně umožňují v zemině obklopující kontaminovaný prostor zabezpečit aby kontaminanty neunikly z původně kontaminovaného prostoru.

Kontaminovaný prostor je ukázán jako nadloží, ale pokud

se zemina má zahřívát k povrchu, může se izolace poskytnout nad povrchem. Dále, pokud se kontaminovaný prostor rozprostírá blízko k povrchu, může být prospěšné poskytnout utěsnění par nad povrchem pro zabránění vnikání nadměrného množství vzduchu do kontaminovaného prostoru a pro zabránění unikání kontaminovaných par do atmosféry. Pokud kontaminovaný prostor dosahuje k povrchu, mohou se poskytnout povrchová topná tělesa pro zavádění tepla z povrchu.

Páry se výhodně odstraňují sondami sahajícími do kontaminovaného prostoru a tyto páry se poté mohou zpracovávat pro odstranění kontaminantů způsoby známými v technice. Například se mohou poskytnout tepelné oxidátory pro oxidaci kontaminantů a poté může zbývající pára obsahující páry kontaminantů procházet skrz uhlíkové lože pro zachycení zbývajících kontaminantů a/nebo oxidačních produktů kontaminantů. Obvykle se pro udržování nízkého celkového tlaku v sondě a útvaru poskytuje čerpadlo. Nižší tlaky jsou příznivé, protože nižší tlaky snižují teplotu, při které se voda a kontaminanty odpařují v kontaminované zemině. Tlaky nižší než tlak atmosférický také zabraňují parám v unikání do atmosféry.

Uspořádání topného tělesa a odsávacích vrtů se výhodně poskytují pro dosažení jednotného zahřívání kontaminované zeminy a snižování času nutného k ukončení remediací kontaminované zeminy. Výhodně se může poskytnout trojúhelníkové nebo čtvercové uspořádání. Vzdálenost mezi vrty v trojúhelníkovém nebo čtvercovém uspořádání může být například od 0,9 do 6 m. Toto poměrně husté rozmístění je výhodnější, protože přenos tepla vedením skrz zeminu je poměrně pomalý.

Podobně, pokud vrstva nekontaminované zeminy leží nad kontaminovaným prostorem, může se použít zvláštní zahřívání nad kontaminovaným prostorem, stejně jako pod kontaminovaným prostorem. Toto zvláštní zahřívání se může použít pomocí odděleného topného tělesa nebo topného prvku dimenzovaného pro poskytování většího uvolňování tepla ve vrstvě nekontaminované zeminy nad kontaminovanou zeminou.

Uspořádání topně-odsávacích vrtů výhodně sahá za okraj kontaminované zeminy. Podobně jako vrstva pod kontaminovaným prostorem se tento kruh obklopující okraj kontaminovaného prostoru zahřívá na teplotu na teplotu kolem teploty varu kapalin v tomto kruhu před zahříváním kontaminovaného prostoru nad teplotu varu kapalin v kontaminovaném prostoru. Kontaminace se může případně bočně zadržet zábranami, jako kovovou stěnou zavedenou do země nebo zábranou z cementu nebo bahna nalitého v blízkých příkopech.

Příklad provedení vynálezu

Důležitost zahřívání kontaminované zeminy od spodní části kontaminované zeminy se ukazuje ve skleněné, pískem plněné koloně s vlhkým pískem uloženým v čisté spodní vrstvě a vrchní vrstvou, která obsahuje různá množství libavkové silice (methyIsalicylátu) pro napodobení kontaminantu, jako PCB. MethyIsalicylát má větší hustotu než voda a má sklon klesat skrz vodu. Aparatura se skládala ze skleněné kolony o vnitřním průměru 7,6 cm a délce 91,5 cm. Podtlaku se mohlo dosáhnout odsáváním na vrcholu. Na vrcholu kolony se udržoval mírný podtlak (asi 405,3 Pa (2,4 cm sloupec vody)) pro odstranění odpařené libavkové silice. Topení se zavedlo navinutím poddajných topných těles na vnější povrch skla a navinutím 3,2 cm silné izolace okolo topných těles.

Použitá topná tělesa měla odpor 17 ohmů, šíři 43 cm při výšce 30,5 cm a jsou dostupná u Minco Products Inc., Houston, Texas, USA. Jedno topné těleso se navinulo na oblast obsahující libavkovou silici a druhé těleso se navinulo na spodní oblast kolony. V příkladech tohoto vynálezu se nejprve uvádí do chodu spodní topné těleso a vrchní topné těleso se uvádí do chodu až poté, co teplota čistého písku dosáhne teploty varu libavkové silice. Ve srovnávacích příkladech C1 až C3 se spodní topné těleso nepoužívalo. V každém příkladu se čistý písek umístil ve spodní části skleněné kolony a jiná část písku se smíchala s libavkovou silicí a umístila se na vrchu čistého písku. Zahřívání probíhalo až do té doby, kdy teplota písku dosáhla asi 250 °C, poté se kolona ochladila a stanovila se koncentrace libavkové silice v písku ve vrchní a ve spodní části.

Tabulka shrnuje výsledky příkladů 1 až 10 a srovnávacích příkladů C1 až C3. Výchozí obsah silice je uváděn jako procenta hmotnostní libavkové silice v horních 20 cm kolony. Výsledná vrchní koncentrace silice odpovídá obsahu silice ve vzorku z vrchní oblasti kolony poté, co se svrchní oblast kolony zahřála na asi 250 °C a poté ochladila. Výsledný obsah silice ve spodní části kolony je nejvyšší koncentrace silice nalezená ve spodní části kolony poté, co se kolona zahřála a ochladila.

V každé sérii pokusů teplota v koloně pravidelně stoupala až do dosažení teploty varu vody, poté zůstala neměnná, dokud se neodpařila voda. Teplota poté znovu pravidelně stoupala až do dosažení teploty varu libavkové silice a poté zůstala neměnná, dokud se libavková silice v podstatě neodpařila a poté znovu stoupala.

Tabulka

Příklad č.	Výchozí obsah silice [ppm hmotnostní]	Výsledný obsah silice ve vrchní části [ppm hmotnostní]	Výsledný obsah silice ve spodní části [ppm hmotnostní]
1	20 000	0	0
2	39 900	10	10
3	10 000	10	0
C1	20 000	330	200
C2	29 900	0	3,230
C3	39 800	20	8,940

Ve srovnávacích příkladech C1, C2 a C3 platí, že čím vyšší je výchozí koncentrace silice ve vrchní části, tím více kondenzují kontaminanty v nižším čistém písku. V příkladech, ve kterých se nejprve zahřívala spodní část (příklady 1, 2 a 3) nekondenzovala prakticky žádná silice v nižším čistém písku.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob odstraňování těkavých kapalných kontaminantů z kontaminovaného prostoru zeminy, přičemž kontaminovaný prostor leží nad nekontaminovanou vrstvou zeminy, v y z n a č u j í c í s e t í m, že způsob zahrnuje kroky:

proniknutí alespoň jednou sondou do kontaminovaného prostoru tak, že sonda proniká do kontaminovaného prostoru a alespoň jedna sonda proniká do nekontaminovaného prostoru,

zavádění tepla ze sondy v nekontaminovaném prostoru do nekontaminovaného prostoru teplota podstatné části nekontaminované vrstvy přiléhající ke kontaminované vrstvě odpovídá alespoň teplotě bodu varu kontaminujících kapalin a

zavádění tepla ze sondy v kontaminovaném prostoru do kontaminovaného prostoru, kde teplota kontaminovaného prostoru stoupá k teplotě varu kontaminujících kapalin poté, co podstatná část nekontaminované vrstvy přiléhající ke kontaminované vrstvě dosáhne asi teploty varu kontaminujících kapalin.

2. Způsob podle nároku 1, přičemž tento způsob dále zahrnuje krok odstraňování odpařených kontaminantů z kontaminovaného prostoru skrz alespoň jednu odsávací sondu v y z n a č u j í c í s e t í m, že se v odsávací sondě udržuje podtlak.

3. Způsob podle nároku 2, v y z n a č u j í c í s e t í m, že odsávací sonda je zároveň sondou, ze které se do kontaminovaného prostoru zavádí teplo.

4. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že alespoň jedna sonda proniká kontaminovaným prostorem a pokračuje z kontaminovaného prostoru do nekontaminované vrstvy.

5. Způsob podle nároku 3, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se poskytují uspořádání topně-odsávacích sond.

6. Způsob podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že sondy jsou v uspořádání vzdáleny od asi 0,9 m do asi 6 m.

7. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že alespoň jedna sonda pronikající do nekontaminované vrstvy je v podstatě vodorovná sonda.

8. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že alespoň jedna sonda pronikající do nekontaminované vrstvy je v podstatě svislá sonda, která také proniká kontaminovaným prostorem.

9. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se teplo zavádí do nekontaminované vrstvy ze sondy nacházející se v nekontaminované vrstvě.

10. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že kontaminovaný prostor je pod nekontaminovanou zemínou a tento způsob dále zahrnuje krok zvyšování teploty nekontaminované zeminy nad kontaminovaným prostorem na teplotu, která je nad běžnou teplotou varu kontaminujících kapalin před zahříváním kontaminovaného prostoru na běžnou teplotu varu kontaminujících kapalin.

11. Způsob podle nároku 8, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se teplo zavádí do kontaminovaného prostoru a do nekontaminované vrstvy z elektrického topného prvku, přičemž tento elektrický topný prvek prochází skrz sondu v kontaminovaném prostoru a do sondy v nekontaminované vrstvě, přičemž tento elektrický topný prvek je drát s větším průměrem v kontaminovaném prostoru než v nekontaminované vrstvě.