

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **04.08.2011**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **13.02.2013**
(Věstník č. 7/2013)

(21) Číslo dokumentu:

2011-475

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G21F 9/34

(2006.01)

(71) Přihlašovatel:

Správa úložišť radioaktivních odpadů, Praha 1, CZ

(72) Původce:

Slovák Jiří RNDr., Praha 8, CZ

Dvořáková Markéta Ing., Kardašova Řečice, CZ

(74) Zástupce:

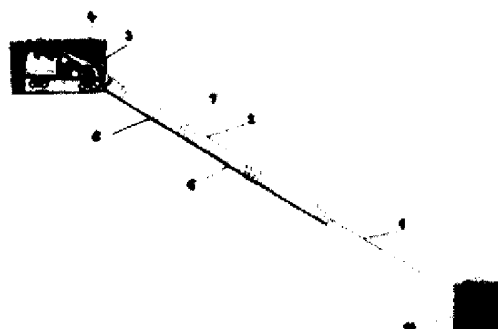
KOREJZOVÁ & SPOL., v.o.s., JUDr. Petra Korejzová,
Korunní 810/104E, Praha 10 - Vinohrady, 10100

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Systém ukládacích vrtů pro ukládání
vyhořelého jaderného paliva a způsob
ukládání vyhořelého jaderného paliva**

(57) Anotace:

Systém ukládacích vrtů pro ukládání vyhořelého jaderného paliva je tvořen nejméně jednou horizontální chodbou (3), ze které vychází nejméně jedna ukládací soustava sestávající z vodícího charakterizačního vrtu (1) a v jeho ose vytvořeného úklonného ukládacího vrtu (2), ve kterém je umístěn nejméně jeden úložný kontejner (6). Systém ukládacích vrtů může zahrnovat přístupové důlní dílo, kterým je manipulační štola (10). Způsob ukládání vyhořelého jaderného paliva do tohoto systému ukládacích vrtů probíhá tak, že se do úklonného ukládacího vrtu (2) umístí pomocí manipulačního mechanismu (4) nejméně jeden úložný kontejner (6). Mezi každý sousední úložný kontejner (6) se umístí nejméně jeden distanční blok (7).



CZ 2011 - 475 A3

Systém ukládacích vrtů pro ukládání vyhořelého jaderného paliva a způsob ukládání vyhořelého jaderného paliva

Oblast techniky

Vynález řeší systém ukládacích vrtů pro ukládání vyhořelého jaderného paliva nebo vysoce aktivních odpadů a způsob tohoto ukládání.

Dosavadní stav techniky

Podle dosavadního stavu techniky se vyhořelé jaderné palivo nebo vysoce aktivní odpady, dále jen „vyhořelé jaderné palivo“, určené k zneškodnění ukládá do tzv. hlubinných úložišť. Vyhořelé jaderné palivo je před uložením do těchto hlubinných úložišť umístěno do speciálních úložných kontejnerů. V současné době jsou využívány dva základní principy hlubinných úložišť – vertikální nebo horizontální ukládací vrty a případně jejich kombinace.

Způsob ukládání do vertikálních ukládacích vrtů předpokládá ukládání vyhořelého jaderného paliva v úložných kontejnerech do vrtů s vyplněním meziprostoru mezi kontejnerem a horninou bentonitovou tlumící vrstvou.

Vertikální vrt popisuje mezinárodní patentová přihláška WO 2008032018, kde se vyhořelé jaderné palivo ukládá v pevných válcích do 3-5 km hlubokého vertikálního vrtu. Toto řešení neumožňuje zpětné vyjmutí paliva.

Čínský patent CN 101971268 popisuje ukládání vyhořelého jaderného paliva do vertikálního vrtu za pomoci kabelů dosahujících až ke dnu vrtu. Úložné kontejnery jsou uloženy do prostoru ohraničeném těmito kabely.

Ruský patent RU 2212720 popisuje ukládání vyhořelého jaderného paliva do 100 m hlubokých vertikálních vrtů do speciálních úložišť opatřených ocelovým obložením s betonovou výplní obsahující soustředné ocelové obezdívky.

Nevýhodou těchto řešení je nemožnost nebo obtížnost vyjmutí uloženého paliva a vysoký obsah vytěžené horniny.

Způsob uložení vyhořelého jaderného paliva do horizontálního ukládacího vrtu je popsán v kanadském patentu CA 1106626, kde se palivo ukládá do podélné drážky vytvořené na dně horizontálního tunelu.

Další známý způsob je popsán v patentové přihlášce US 2010/0234663, kde na základě vertikálního vrtu je vyvrtáno množství podélných horizontálních vrtů, do kterých je radioaktivní palivo ukládáno ve speciálních kontejnerech. Zpětné vyjmutí úložných kontejnerů je prováděno pomocí sekundárních podélných vrtů speciálním mechanismem zahrnujícím konektor kontejneru, vyjímací mechanismus napojitelný na konektor a vrtnou trubku.

Japonský patent JP2008073572 popisuje způsob ukládání vyhořelého jaderného paliva do horizontálního vrtu a jeho zpětného vyjmutí pomocí paralelního horizontálního vrtu umístěného pod úroveň ukládacího vrtu. Oba paralelní vrty jsou navzájem propojeny kolmými vyjímacími otvory.

Nevýhodou horizontálních vrtů je nevhodnost pro zpětné vyjmutí již uloženého paliva, respektive finanční a mechanická náročnost případného vyjmutí. Další nevýhodou těchto systémů je nevhodnost umístění těchto vrtů v heterogenních horninových masivech z důvodu stability vrtu od doby vybudování do konce doby ukládání.

Nevýhodou obou typů způsobů je složitá manipulace při ukládání, náročné požadavky na plochu a charakter horninového masivu a nevhodnost způsobů pro opětovné vyjmutí uloženého paliva.

Podstata vynálezu

Cílem předkládaného vynálezu je systém ukládacích vrtů pro ukládání vyhořelého jaderného paliva 3DD - Three dimensional disposal a způsob ukládání vyhořelého jaderného paliva do ukládacích vrtů, který odstraňuje shora uvedené nedostatky dosavadního stavu techniky.

Systém ukládacích vrtů pro ukládání vyhořelého jaderného paliva je tvořen nejméně jednou horizontální chodbou, ze které vychází nejméně jedna ukládací soustava sestávající z vodícího charakterizačního vrtu a v jeho ose vytvořeného úklonného ukládacího vrtu, ve kterém jsou umístěny úložné kontejnery.

Vodící charakterizační vrt a úklonný ukládací vrt jsou vrty se shodným úklonem v rozsahu 20 až 30 stupňů, přičemž vodící charakterizační vrt, přesahuje délkou ukládací vrt. Průměr vodícího charakterizačního vrtu je v rozsahu 0,1 až 0,2 m, s výhodou 0,12 m a průměr úklonného ukládacího vrtu je v rozsahu 0,5 až 2 m

s výhodou 1,3 m. Vodící charakterizační vrt může být vyplněn markáčním materiálem např. směsí písku s barevným pigmentem v barvě červené nebo zelené pro snadnou lokalizaci ukládacího vrtu v případě zpětného vyjmutí uloženého vyhořelého jaderného paliva. Proces výstavby systému probíhá tak, že je nejdříve vyvrtán charakterizační vrt, sloužící k detailnímu ověření vhodnosti horniny pro ukládání. Následně je v ose charakterizačního vrtu vyvrtán ukládací vrt.

Ke zpětnému vyjmutí úložných kontejnerů může být vybudováno přístupové dílo např. manipulační štola protínající, zbylé úseky charakterizačních vrtů, podle kterých se vyvrtá vrt k vyjmutí kontejnerů s uloženým vyhořelým jaderným palivem. Přístupové důlní dílo může být konstruováno i s velkým časovým odstupem od doby uložení vyhořelého jaderného paliva do ukládacích vrtů. K lokalizaci ukládacího vrtu a následnému vyvrtání vrtu k vyjmutí kontejneru s uloženým vyhořelým palivem slouží vodící charakterizační vrt.

Systém obsahuje výhodně větší množství horizontálních chodeb uspořádaných paralelně s odstupem 40 až 60 m, s výhodou 55 m, ve kterých jsou v pravidelných úsecích 20 až 40 m, s výhodou 30 m, vybudovány ukládací soustavy sestávající z vodícího charakterizačního vrtu a úklonného ukládacího vrtu.

Způsob ukládání vyhořelého jaderného paliva do systému spočívá v uložení nejméně jednoho úložného kontejneru do úklonného ukládacího vrtu (s výhodou více úložných kontejnerů) pomocí manipulačního mechanismu. Manipulačním mechanismem, kterým dochází k transportu jednotlivých komponent úložného systému na dno ukládacího vrtu, může být manipulační vozík pohybující se gravitačně na laně.

Úložný kontejner může být umístěn v superkontejneru, který obsahuje vnější přebal s inženýrskými bariérami včetně bufferu. Soudržnost superkontejneru zajišťuje vnější koš s víkem, kterým je válcová nádoba z perforovaného plechu, přičemž otvory perforace tvoří 60% povrchu přebalu superkontejneru. Ve vnějším koši superkontejneru jsou vertikálně po obvodu umístěny jednotlivé části bufferu např. bentonitové bloky (tvárnice) a uprostřed je umístěn úložný kontejner.

Podle další varianty může být úložný kontejner umístěn do ukládacího vrtu na nosný buffer segment. V tomto případě se na dno ukládacího vrtu nejprve umístí pomocí hydrauliky nosný buffer segment a následně je na něj zavezen úložný kontejner

s vyhořelým jaderným palivem. Nosný buffer segment je s výhodou tvořen bentonitovým blokem a má v řezu tvar části mezikruží ohraničené kruhovou výsečí s úhlem 110 až 130 stupňů, s výhodou 120 stupňů. Celý proces je pak ukončen zavezením a následným hydraulickým uložením dvou výplňových buffer segmentů do místa uložení, a/nebo zastříkáním volného prostoru kolem úložného kontejneru stříkaným bufferem, který se případně postupně hutní speciálním hutnicím mechanismem. Výplňové buffer segmenty jsou s výhodou tvořeny bentonitovými bloky a mají v řezu tvar části mezikruží ohraničené kruhovou výsečí s úhlem v rozsahu 110 až 120 stupňů. Součet úhlů kruhových výsečí nosného buffer segmentu a výplňových buffer segmentů je ≤ 360 stupňů. Buffer je materiál ze skupiny jílu, bentonit, mající schopnost odvádět teplo z radioaktivního odpadu do okolních hornin, tlumit únik radionuklidů, současně chránit úložný kontejner proti mechanickým tlakovým vlivům. Zbývající volný prostor mezi segmenty, úložným kontejnerem a stěnou ukládacího vrtu je následně vyplněn stříkaným bufferem. Stříkaný buffer je ze skupiny jílu, bentonit.

Za úložný kontejner se po té umístí distanční blok tvořený bufferem, za který se ukládá další úložný kontejner stejným postupem. Distanční blok je s výhodou tvořen kruhovými bentonitovými bloky.

Ke zpětnému vyjmutí úložných kontejnerů může být nezávisle na horizontálních chodbách a ukládacích soustavách vybudováno přístupové dílo (manipulační štola). Přístupové důlní dílo může být konstruováno v neporušených horninách i s velkým časovým odstupem od doby uložení vyhořelého jaderného paliva do ukládacích vrtů. K lokalizaci ukládacího vrtu slouží vodící charakterizační vrt. Když manipulační štola zachytí markiční materiál vodícího charakterizačního vrtu, vybuduje se podél něj přístupový vyjímací vrt k nejnižše uloženému úložnému kontejneru. Vyjímání pak spočívá v uvolnění tlakových poměrů kolem úložného kontejneru například odvrtáním nebo obvrtáním a následném zachycení úložného kontejneru do vhodného instrumentu a jeho vytažení do manipulační štoly a jeho uložení na transportní prostředek a vyvezení z dolu.

Výhodou tohoto postupu je nižší požadavek na plochu podzemní části hlubinného úložiště, snadná manipulace s využitím gravitačních sil při stavbě vrtu i ukládání vyhořelého jaderného paliva, ale také možnost zpětného vyjmutí. Zvolený úhel

dostačuje k pohybu ukládacího mechanismu působením vodorovné složky gravitační síly a přitom současně snižuje zatížení manipulačního lana přenosem svislé složky do podloží.

Výhodou systému ukládacích vrtů podle vynálezu je, že sklon ukládacího vrtu zajišťuje stabilní pozici úložných kontejnerů i v případě, že budou při zpětném vyjmutí uvolněny z tlakového sevření bufferu. Další výhodou je možnost vybudování přístupového díla v heterogenních horninách a možnost zpětného vyjmutí paliva v dlouhém časovém úseku po uzavření hlubinného úložiště.

Přehled obrázků na výkresech

Dále jsou popsána výhodná provedení vynálezu s odkazem na připojené výkresy, na nichž :

Obr. 1 znázorňuje příčný řez horizontální chodbou s manipulačním mechanismem a podélný řez charakterizačním vodícím vrtem a úklonným ukládacím vrtem, ve kterém jsou úložné kontejnery a distanční blok, včetně přístupového důlního díla,

Obr.2 znázorňuje příčný řez úklonným ukládacím vrtem, kde je úložný kontejner umístěn na nosném bufferu a prostor mezi úložným kontejnerem a stěnou ukládacího vrtu je vyplněn dvěma výplňovými buffer segmenty a

Obr.3 znázorňuje příčný řez úklonným ukládacím vrtem, kde je úložný kontejner umístěn na nosném buffer segmentu a prostor mezi úložným kontejnerem a stěnou ukládacího vrtu je vyplněn stříkaným bufferem a

Obr.4 znázorňuje půdorys prostorového provedení systému s paralelně uspořádanými horizontálními chodbami a s ukládacími soustavami.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

Systém ukládacích vrtů pro ukládání vyhořelého jaderného paliva znázorněný na Obr.1 tvoří horizontální chodba 3, ze které vychází ukládací soustava sestávající

z úklonného vodícího charakterizačního vrtu 1 a úklonného ukládacího vrtu 2 se shodným úklonem 30 stupňů. Vodící charakterizační vrt 1 má průměr 0,12 m, délkou přesahuje ukládací vrt 2 a je vyplněn markáčním materiálem, v tomto případě směsí písku s barevným červeným pigmentem.

Ukládací vrt 2 má průměr 1,3 m a jsou v něm umístěny úložné kontejnery 6 mezi nimiž je umístěn distanční blok 7. Ukládací soustava zahrnuje přístupové důlní dílo, kterým je manipulační štola 10. V této variantě je úložný kontejner 6 umístěn v superkontejneru.

Příklad 2

Systém ukládacích vrtů pro ukládání vyhořelého jaderného paliva je vytvořen jako v příkladu 1 s tím rozdílem, že úložný kontejner 6 je umístěn na nosném buffer segmentu 5. Prostor mezi úložným kontejnerem 6 a stěnou ukládacího vrtu 2 je vyplněn dvěma výplňovými buffer segmenty 8a, 8b, jak je znázorněno na Obr. 2.

Příklad 3

V jiné variantě je úložný kontejner 6 umístěn na nosném buffer segmentu 5 a prostor mezi úložným kontejnerem 6 a stěnou ukládacího vrtu 2 je vyplněn stříkaným bufferem 9, jak je znázorněno na Obr.3. Stříkaný buffer se (9) případně postupně hutní speciálním hutnicím mechanismem.

Příklad 4

V prostorovém provedení systému podle vynálezu, jak je znázorněno na Obr.4, jsou horizontální chodby 3 uspořádány paralelně s odstupem 55 m a z nich vycházejí v pravidelných úsecích po 30 m ukládací soustavy sestávající z vodícího charakterizačního vrtu 1 a v jeho ose vybudovaného úklonného ukládacího vrtu 2.

Průmyslová využitelnost

Způsob ukládání vyhořelého jaderného paliva do systému ukládacích vrtů podle vynálezu umožňuje dlouhodobé ukládání vyhořelého jaderného paliva nebo vysoce aktivních odpadů, které je nenáročné na manipulaci, skladbu horninového podloží, a které umožňuje zpětné vyjmutí paliva.

04.08.11

-7-

PV 2011-475

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Systém ukládacích vrtů pro ukládání vyhořelého jaderného paliva **vyznačující se tím, že** je tvořen nejméně jednou horizontální chodbou (3), ze které vychází nejméně jedna ukládací soustava sestávající z vodícího charakterizačního vrtu (1) a v jeho ose vytvořeného úklonného ukládacího vrtu (2), ve kterém je umístěn nejméně jeden úložný kontejner (6).
2. Systém podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** vodící charakterizační vrt (1) a ukládací vrt (2) jsou vrtý úklonné se shodným úklonem v rozsahu 20 až 30 stupňů.
3. Systém podle nároků 2 až 3, **vyznačující se tím, že** vodící charakterizační vrt (1), přesahuje délkou ukládací vrt (2).
4. Systém podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím, že** vodící charakterizační vrt (1) má průměr v rozsahu 0,1 až 0,2 m, s výhodou 0,12 m.
5. Systém podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím, že** ukládací vrt (2), má průměr v rozsahu 0,5 až 2 m, s výhodou 1,3 m.
6. Systém podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím, že** vodící charakterizační vrt (1), je vyplněn markacním materiálem.
7. Systém podle nároku 6, **vyznačující se tím, že** markacním materiálem je směs písku s barevným pigmentem v barvě červené nebo zelené.
8. Systém podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** ukládací soustavy vycházející z horizontální chodby (3) jsou od sebe vzdáleny v pravidelných



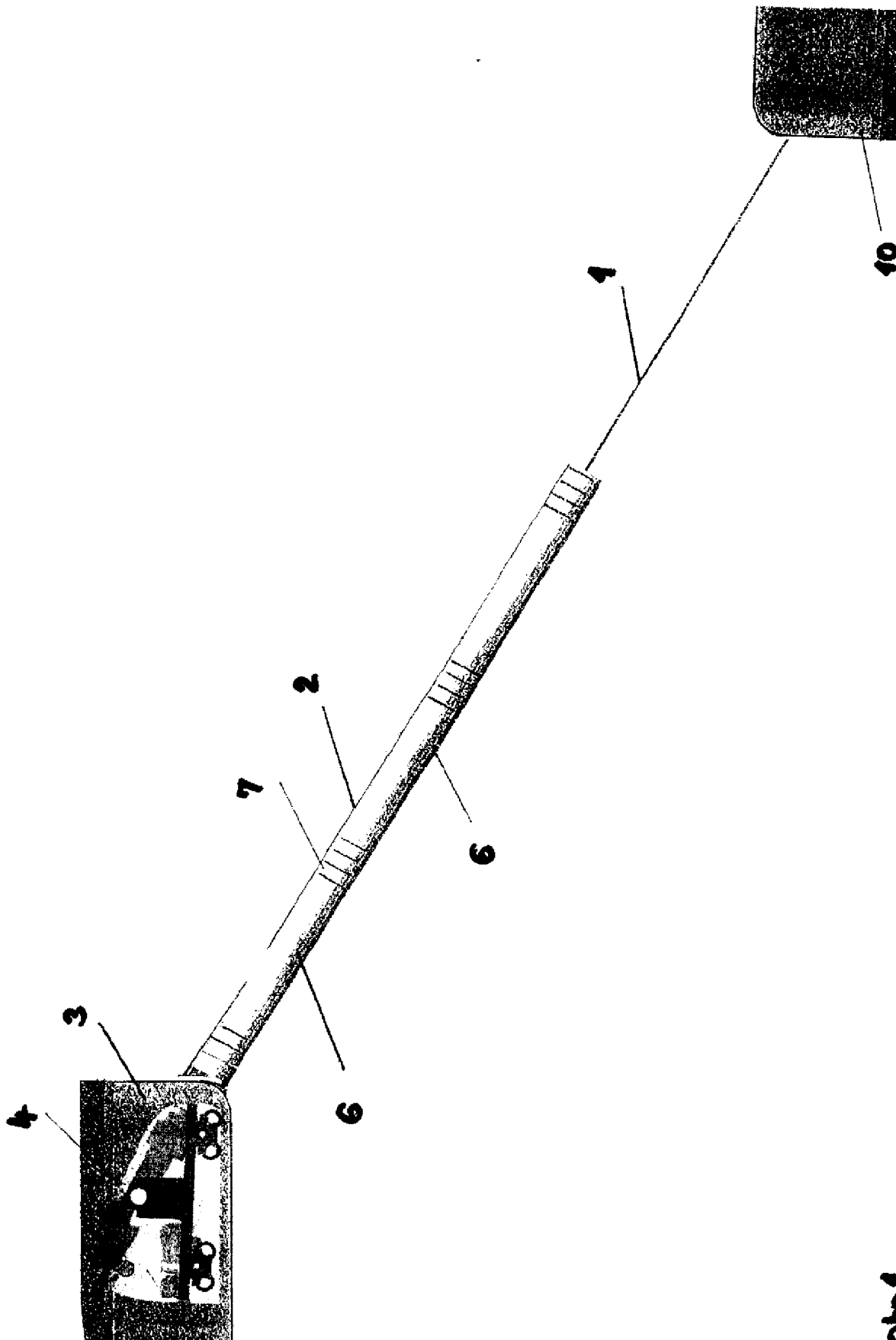
úsecích 20 až 40 m, s výhodou 30 m a horizontální chodby jsou uspořádány paralelně s odstupem 40 až 60 m, s výhodou 55 m.

9. Systém podle kteréhokoliv z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že zahrnuje přístupové důlní dílo, kterým je manipulační štola (10).
10. Způsob ukládání vyhořelého jaderného paliva do systému ukládacích vrtů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že do úklonného ukládacího vrtu (2) se umístí pomocí manipulačního mechanismu (4) nejméně jeden úložný kontejner (6).
11. Způsob podle nároku 10, **vyznačující se tím**, že manipulačním mechanismem (4) je manipulační vozík pohybující se gravitačně na laně.
12. Způsob podle nároku 10, **vyznačující se tím**, že, mezi každý sousední úložný kontejner se umístí nejméně jeden distanční blok (7).
13. Způsob podle nároku 10 až 12, **vyznačující se tím**, že úložný kontejner (6) je umístěn v superkontejneru.
14. Způsob podle nároku 10, **vyznačující se tím**, že úložný kontejner (6) se umístí na nosný buffer segment (5), předem usazený na dně ukládacího vrtu (2) přičemž prostor mezi úložným kontejnerem (6) a stěnou ukládacího vrtu (2) se následně vyplní dvěma výplňovými buffer segmenty (8a, 8b) a/nebo stříkaným bufferem (9).
15. Způsob podle nároku 14, **vyznačující se tím**, že nosný buffer segment (5) výplňové buffer segmenty (8a, 8b) a stříkaný buffer (9) jsou ze skupiny jílu, bentonit.

16. Způsob podle nároku 14, **vyznačující se tím, že** nosný buffer segment (5) má v řezu tvar části mezikruží ohraničené kruhovou výsečí s úhlem 110 až 130 stupňů, s výhodou 120 stupňů.
17. Způsob podle nároku 14 a 16, **vyznačující se tím, že** výplňové buffer segmenty (8a, 8b) mají v řezu tvar části mezikruží ohraničené kruhovou výsečí s úhlem v rozsahu 110 až 120 stupňů, přičemž součet úhlů kruhových výsečí nosného buffer segmentu (5) a výplňových buffer segmentů (8a, 8b) je ≤ 360 stupňů.
18. Způsob podle nároku 10, **vyznačující se tím, že** se následně vybuduje přístupové důlní dílo ke zpětnému vyjmutí úložných kontejnerů.

1/4

04-08-11
PV 2011-475



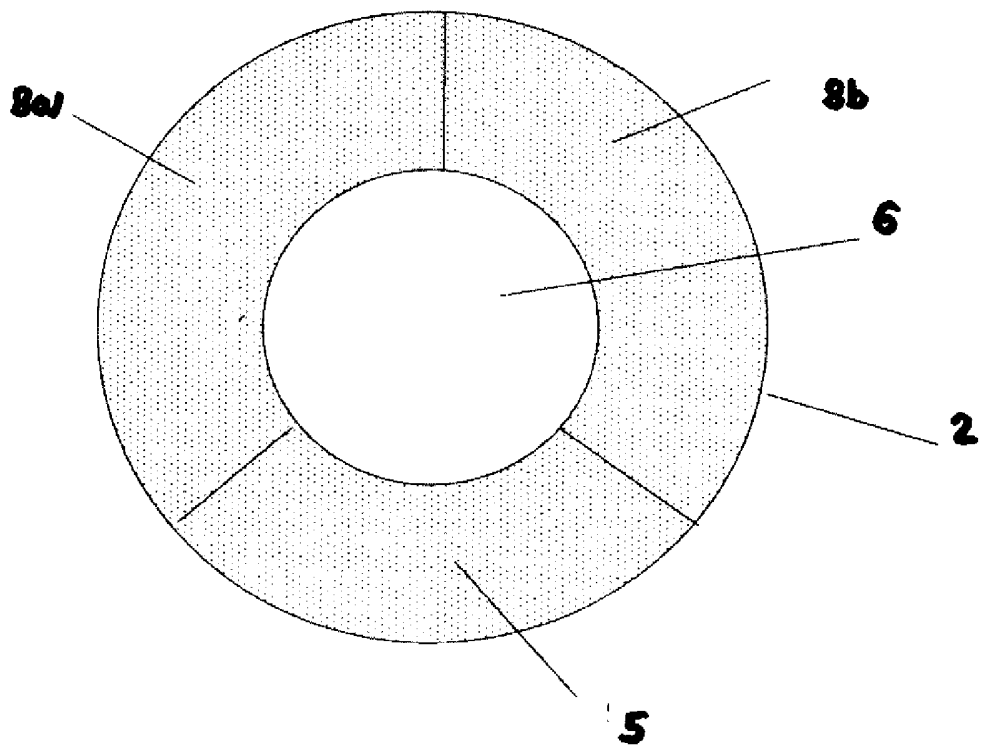
obr.1

11.00.40

04.08.11

2/4

PV 2011-475

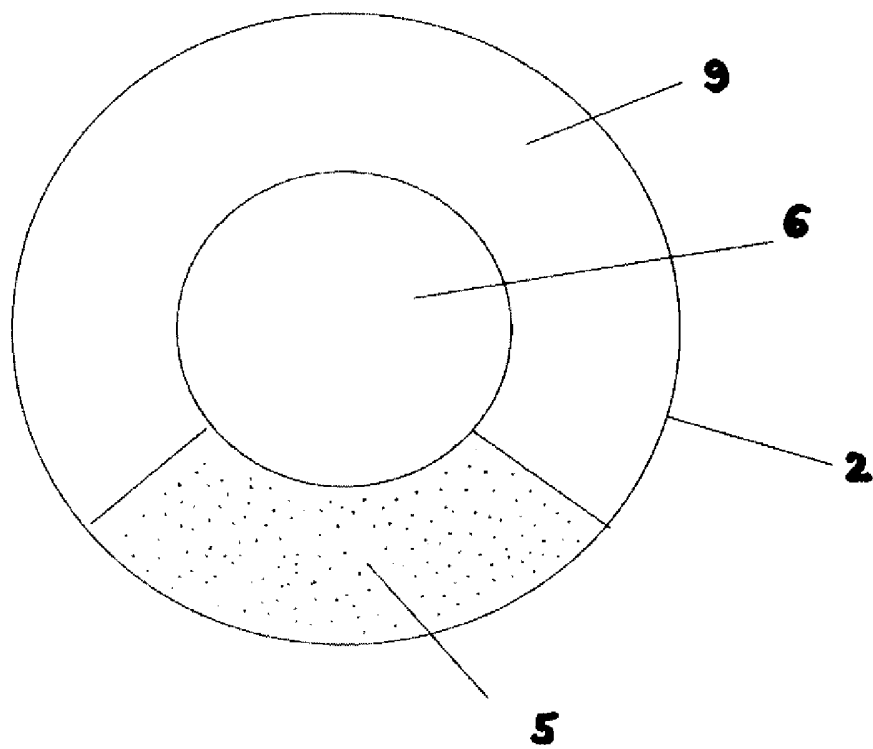


Obr. 2

04.08.11

3/4

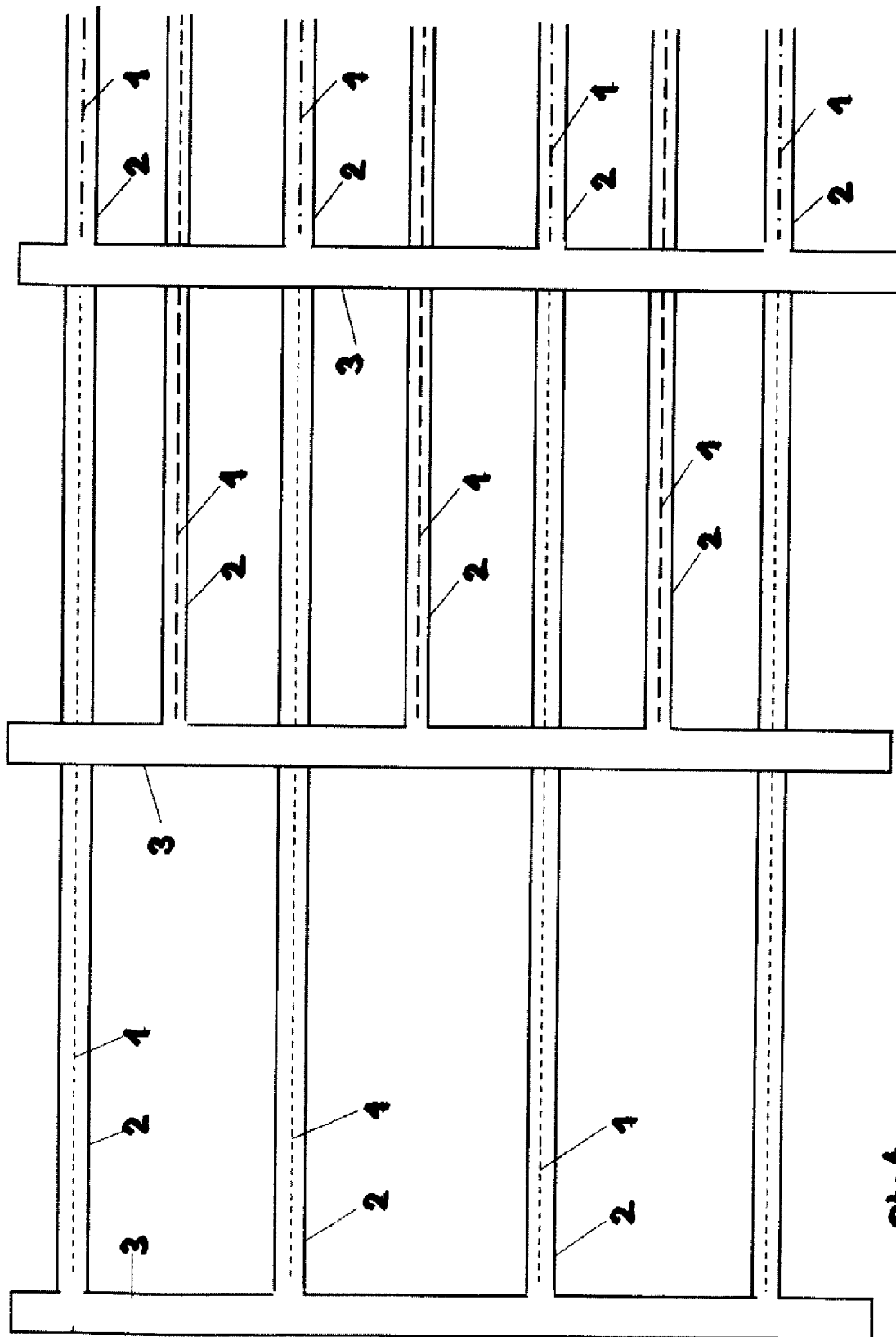
PV2011-445



Obr.3

4/4

04.08.11
PV 2011-475



Obr. 4

11.08.10