
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8201383**

Nederland

⑲ NL

-
- ⑤④ **Werkwijze voor het verminderen van het volume en het inkapselen van water bevattend, licht-radioactief afvalmateriaal.**
- ⑤① Int.Cl³: G21F9/06.
- ⑦① Aanvrager: General Electric Company te Schenectady, New York, Ver. St. v. Am.
- ⑦④ Gem.: Ir. G.H. Boelsma c.s.
Octrooibureau Polak & Charlouis
Laan Copes van Cattenburch 80
2585 GD 's-Gravenhage.

-
- ②① Aanvraag Nr. 8201383.
- ②② Ingediend 1 april 1982.
- ③② Voorrang vanaf 2 april 1981.
- ③③ Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③① Nummer van de voorrangsaanvraag: 250439 .
- ⑥② --

-
- ④③ Ter inzage gelegd 1 november 1982.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Werkwijze voor het verminderen van het volume en het inkapselen van water bevattend, licht-radioactief afvalmateriaal.

De uitvinding heeft in het algemeen betrekking op het behandelen van water bevattende afvalmaterialen in de vorm van een oplossing of brij om zich doelmatig van deze materialen te ontdoen. De uitvinding heeft in het bijzonder betrekking op het uit de weg ruimen van water bevattende radioactieve afvalmaterialen uit kernenergie-installaties, en verschaft een volumevermindering en een veilig opslaan of begraven van deze materialen.

Met "licht" water gemodereerde en gekoelde kernenergie-installaties vereisen veel-omvattende behandelingsvoorzieningen ten einde het water binnen voorgeschreven grenzen voor de radioactiviteit en de zuiverheid te houden. Met het water meegevoerde corrosieprodukten worden geactiveerd tijdens hun doorvoer door de reaktorkern en sommige splijttingsprodukten lekken uit de splijtstofbundels en komen in het water terecht. De behandelingsmethoden voor het zuiveren van dit water geven effluënten van regenereringsoplossingen voor ionenuitwisseling, die gewoonlijk gevormd worden door oplossingen van natriumsulfaat, filtreerslib dat gekombineerd is met ionenuitwisselingsmaterialen of andere filtreerhulpmiddelen, en afval-ionenuitwisselingsharsen, die alle enigszins radioactief zijn. Deze afvalmaterialen vereisen inkapseling om "uitlogen" door grondwater tot een minimum te beperken en deze materialen te kunnen begraven ten einde ze definitief uit de weg te ruimen.

Tot nu toe heeft men deze afvalmaterialen gemengd met beton, asfalt of ureum-formaldehydesharsen als inkapselingsmaterialen. Deze methoden verschaffen echter geen belangrijke volumevermindering, en in het geval van inkapselen door beton neemt het volume toe. In de laatste jaren zijn begravings- en transportkosten aanzienlijk toegenomen, hetgeen vermindering van het volume van het te begraven materiaal en derhalve vermindering van het afvalmateriaalvolume van groot economisch belang maakt.

Het "uitlogen" van radioactieve materialen uit het begraven afvalmateriaal door het grondwater is ook een zeer gevoelige kwestie geworden. Geen van de bovengenoemde inkapselingsmaterialen verschaft een "uitloog"-snelheid die laag genoeg is over een langdurige periode om moeilijkheden op dit gebied te vermijden.

Andere methoden voor het uit de weg ruimen van radioactief afvalmateriaal worden besproken in Amerikaanse octrooischrift 4.077.901, volgens welke literatuurplaats de oplossing of brij van radioactief afval wordt gedispergeerd in een polymerisatiemiddel dat een vast polymeer om het afvalmateriaal vormt zodat men zich van het afvalmateriaal kan ontdoen. Verder bespreekt het Amerikaanse octrooischrift 4.119.560 de dehydratering van

de afvalmaterialen met een verhitte inerte drager, waarbij het gedroogde afvalmateriaal uiteindelijk wordt ingekapseld in een gepolymeriseerd epoxy-materiaal ten einde zich van het afvalmateriaal te kunnen ontdoen.

De uitvinding verschaft een methode en een systeem voor het ont-
5 wateren van een afvalstroom door azeotropische destillatie onder toepassing van een niet in water oplosbare koolwaterstof, en inkapseling van het residu van het ontwaterde afvalmateriaal met een organisch polymeer. In de voorkeursuitvoeringsvormen van de uitvinding kan een polymeriseerbaar monomeer als component dienen van het azeotropische mengsel ter vergemak-
10 kelijking van de verwijdering van water, en dit monomeer gaat vervolgens deel uit maken van het inkapselingspolymeer.

De bijgevoegde tekening is een schematische voorstelling van een uitvoeringsvorm van de uitvinding.

Volgens de uitvinding past men azeotropisch drogen toe ter ver-
15 wijdering van water uit verontreinigde oplossingen of brijen. De destillatie-temperaturen zijn steeds lager dan het kookpunt van de laagstkokende component van het mengsel. Het ontwaterde afvalmateriaal, waarvan het volume verminderd is en dat bij voorkeur bevochtigd is met een polymeriseerbaar monomeer, wordt vervolgens ingekapseld door combinatie met een co-reaktief polymeer
20 dat hetzich daarin bevindende afvalmateriaal omhult.

In de voorkeursuitvoeringsvormen van de uitvinding gebruikt men een polymeriserend monomeer, zoals styreen, voor het verkrijgen van het azeotropische mengsel en als co-reaktiecomponent voor het verkrijgen van het inkapselende polymeer. Derhalve kan dezelfde vloeistof die een component
25 van het azeotropische mengsel voor het ontwateren verschaft, behouden worden met en/of teruggevoerd naar het afvalmateriaal ter verkrijging van het inkapselende polymeer.

In de tekening is bij wijze van voorbeeld een systeem 10 voor het ontwateren en inkapselen van afval weergegeven dat de volgens de onderhavige
30 werkwijze toegepaste stappen alsmede geschikte middelen voor het uitvoeren van de onderhavige werkwijze toelicht.

Men voert water bevattend afvalmateriaal naar een vat 12 van het systeem 10 voor het verwijderen van water en het inkapselen volgens de uitvinding. Vat 12 is voorzien van een geschikt verhittingsorgaan, zoals
35 een mantel 14 voor een verhittingsmedium, bijv. stoom of heet water, en van een mengorgaan voor het combineren van de zich hierin bevindende bestanddelen, bijv. een mengschoep 16 met een aandrijfinrichting zoals een motor. Het vat 12 bevat een toevoer-inlaat 18 voor het invoeren van water bevattend afvalmateriaal, en een uitlaat 20, die zich bij voorkeur onderin

het vat bevindt, voor het hieruit afvoeren van de inhoud.

Een in water onoplosbare organische vloeistof wordt uit een reservoir hiervan, bijv. vat 22, in het vat 12 gevoerd om gemengd te worden met het water bevattende afvalmateriaal, onder vorming van een mengsel van de organische vloeistof met het water, welk mengsel een lage kooktemperatuur bezit.

Men kan een aantal organische uitgangsmaterialen in het systeem toepassen. Zo kan men bijv. styreen uit vat 22 toevoeren en dit materiaal toepassen voor het vormen van het azeotropische mengsel met water voor het verwijderen van water, of men kan styreen bevattende materialen, zoals in de handel verkrijgbare onverzadigde polyesters of hardbare, eindstandig vinyl bevattende esters uit vat 22 toevoegen waarbij het als component aanwezige styreen gebruikt wordt voor het vormen van het azeotropische mengsel met water.

Het systeem 10 kan voorzien zijn van een aantal voorraadhouders 22, 22', enz., om aan het vat 12 een azeotropisch mengsel en/of polymeer vormende middelen toe te voeren.

Het vat 12 kan zonodig ook voorzien zijn van een voorraadhouder, bijv. houder 24, voor een geschikt middel voor het regelen van de polymerisatie, bijv. een polymerisatie-inhibitor, zoals mono-t.butylhydrochinon, of een polymerisatiekatalysator of hardingsmiddel zoals benzylperoxide.

Wanneer men aan het vat 12, dat waterhoudend afvalmateriaal bevat, een in water onoplosbare organische vloeistof, zoals bijv. het polymeriseerbare monomeer styreen of vinyltolueen, toevoert, wordt de organische vloeistof in het water gedispergeerd onder vorming van een azeotropisch mengsel met een betrekkelijk lage kooktemperatuur. Bij verhitting van het azeotropische mengsel, bijv. met stoom in mantel 14 wordt het laag kokende mengsel van water en organische vloeistof verdampt en het dampvormige mengsel in een met het verdampingsvat 12 verbonden koeler 28 gevoerd. Men kan de verdamping van het azeotropische mengsel bevorderen en de temperatuur hiervan verlagen door de atmosferische druk in het vat verlagen. De druk in het vat kan verlaagd worden door middel van een verbinding met een vacuumbron 26 zoals een vacuumpomp.

De uit water en organisch materiaal bestaande damp van het verdampende azeotropische mengsel wordt in de koeler 28 afgekoeld tot een vloeistof en het condensaat wordt naar een scheidingsinrichting 30 voor het scheiden van vloeistoffen gevoerd. De twee vloeistoffasen worden in de scheidingsinrichting gescheiden en de waterfase wordt uit deze inrichting afgevoerd.

De in water onoplosbare organische vloeistoffase, die zich boven de waterfase bevindt, wordt in de scheidingsinrichting 30 gedecanteerd en kan in het verdampingsvat 12 teruggevoerd worden om opnieuw gebruikt te worden of kan worden afgevoerd. De afgescheiden en gerecirculeerde organische vloeistof kan worden gebruikt voor het vormen van een azeotropisch mengsel met water voor een bij lage temperatuur plaatsvindende verdamping bij een continu proces, of kan eenvoudig teruggevoerd worden voor een hierna volgende charge bij een discontinue werkwijze.

Derhalve kan het ontwateren van het water bevattende afvalmateriaal worden voortgezet tot iedere mate van verwijdering van het watergehalte door vernieuwen of recirculeren van de organische vloeistof voor het handhaven van het azeotropische mengsel en de verdamping hiervan.

Wanneer een geschikte mate van volumevermindering door ontwateren van het water bevattende afvalmateriaal is bereikt, kan inkapselen van het resterende afvalmateriaal met een organisch polymeer plaatsvinden.

Men kan polymeriserende middelen, katalysator, verdere monomeren of onverzadigde voorpolymeren naar vat 12 voeren uit iedere bron of combinatie van bronnen hiervan en in iedere vorm. Organische materialen die polymeriseren volgens gebruikelijke reacties kunnen vers uit voorraadhouders 22, 22', enz., in vat 12 worden gevoerd om gekombineerd te worden met het afvalmateriaal en voor het inkapselen hiervan. Volgens een voorkeursuitvoeringsvorm van de uitvinding wordt echter ten minste één van de bestanddelen van de polymerisatie voor het inkapselen bij voorkeur als component van het laag kokende azeotropische mengsel toegepast wanneer dit uitvoerbaar of mogelijk is bij het ontwateren. Wanneer een organische vloeistof geschikt is voor de dubbele functie van het vormen van het azeotropische mengsel met het water en het vormen van een ^{bestanddeel} van het inkapselende polymeer, behoeft het slechts uit de koeler 28 en de scheidingsinrichting 30 te worden gerecirculeerd in het verdampingsvat 12, waarin het deelneemt aan de vorming van het inkapselende polymeer. Uiteraard kan een deel van het (de) polymeer vormende bestanddeel (bestanddelen) verschaft worden door recirculatie van de verdamping van het azeotropische mengsel en een deel kan vers worden toegevoerd. Ook kan men een component voor het verkrijgen van het polymeer toepassen voor het verkrijgen van het azeotropische mengsel en naar het vat 12 recirculeren, terwijl een of meer andere componenten voor het polymeer direkt vers in het vat voor het inkapselen kunnen worden gevoerd.

In ieder geval zijn de polymeersamenstellingen en de bij hun vorming toegepaste polymerisatiereacties en polymeriserende middelen en

dergelijke, d.w.z. monomeren, katalysatoren en hardingsmiddelen, bekende en gebruikelijke samenstellingen, reacties en bestanddelen. Zie bijv. de in de Amerikaanse octrooischriften 4.077.901 en 4.119.560 beschreven polymeren.

5 Onverzadigde polyesters, hardbare, eindstandig vinyl bevattende esters en epoxypolymeren zijn in het algemeen geschikt voor het inkapselen van afval en vormen voorkeursuitvoeringsvormen van de uitvinding.

 Polyesters en divinylesters zijn voorbeelden van geschikte polymeren die styreen of vinyltolueen als monomeer kunnen bevatten. Een representatief onverzadigd polyester-polymeer is een reactieprodukt van ftaal-
10 zuur, maleienzuur en een veelwaardige alcohol. Een representatieve hardbare, eindstandig vinyl bevattende ester is een bis(acrylaatester) van een diol.

 De onderstaande werkwijze licht een uitvoeringsvorm van de uitvinding toe waarbij een polymeer zoals een onverzadigde polyester of divinylester en een monomeer van het styreen- of vinyltolueentype, dat als
15 component van het azeotropische mengsel en het inkapselende polymeer dient, worden toegepast. In een geschikt, met stoom verhit bad, zoals in de tekening weergegeven (12), combineert men styreen met een water bevattend afvalmateriaal dat 20 gew.% natriumsulfaat bevat ten einde een effluent van een
20 regeneratie-oplossing van een ionenuitwisseling na te bootsen. Men voegt styreen toe in een hoeveelheid van circa 17 kg per 100 kg natriumsulfaat in het water van het afvalmateriaal. Het mengsel wordt verwarmd en gehouden op zijn kookpunt van 94° C bij atmosferische druk en het azeotropische mengsel van water-styreen wordt gevormd en verdampt in een verhouding van circa
25 59,1 % styreen en circa 40,9 % water. De damp wordt verzameld en gecondenseerd; daar water en styreen onoplosbaar in elkaar zijn, worden de twee fasen gescheiden, het water op iedere geschikte wijze afgevoerd en het styreen gerecirculeerd naar de afvaloplossing of -brij in het vat. De recirculatie van het styreen wordt voortgezet totdat praktisch al het water
30 uit de hoeveelheid van 100 kg natriumsulfaat is verwijderd. Op dit punt stijgt de temperatuur met het uitdrijven van resterend azeotropisch styreen-watermengsel, en de temperatuurstijging geeft de verwijdering van het water aan.

 Circa 26 kg polyester- of divinylester-bestanddelen worden aan
35 het ontwaterde afvalmateriaal toegevoegd en hierdoor gedispergeerd door mengen. De bestanddelen van de betreffende polymeersamenstelling kunnen afzonderlijk worden ingevoerd, bijv. uit de weergegeven voorraadhouders 22, 22', enz., of in de vorm van een in de handel verkrijgbaar samenstel van de bestanddelen. Circa 0,3 kg katalysator, bijv. benzylperoxide, wordt

aan de andere componenten in het vat 12 toegevoegd, en de combinatie van polymeriserende materialen en ontwaterd afvalmateriaal in een houder 32 afgevoerd. In plaats hiervan kan het middel voor het aktiveren van de polymerisatie, zoals een katalysator of hardingsmiddel, toegepast worden nadat
5 de polymeerbestanddelen en het ontwaterde afvalmateriaal uit het verdampingsvat zijn verwijderd. Bij beide methoden bevindt het afvalmateriaal zich binnen het (de) polymeriserende bestanddeel (bestanddelen) tijdens het plaatsvinden van de polymerisatie, waardoor een vaste massa verschaft wordt, waarin het ontwaterde afvalmateriaal omsloten is binnen een polymeer dat
10 "uitloggen" tegengaat of in sterke mate voorkomt. De volumevermindering van een 20% 's natriumsulfaatoplossing tot een vast produkt loopt uiteen van een faktor 4 tot een faktor 10.

Er zijn polymerisatiekatalysatoren beschikbaar die bij een bepaalde temperatuurwaarde werkzaam worden. Derhalve kan men de katalysator
15 samen met de andere polymeriserende middelen in een azeotropisch mengsel voeren en het ontwateren door verdamping van het azeotropische mengsel beneden de aktiveringstemperatuur van de katalysator uitvoeren om de polymerisatie te verhinderen totdat een adequaat volume water verwijderd is. Na het afvoeren van het mengsel van afvalmateriaal en polymeer in de produkt-
20 trommel 32, wordt de trommel verhit om de polymerisatie op gang te brengen. Eventueel resterende katalysator in vat 12 geeft geen polymerisatie van de volgende charge daar de temperatuur waarbij de katalysator werkzaam wordt, niet bereikt wordt.

In de handel verkrijgbare samenstellingen van styreen bevattende
25 polymeerbestanddelen, bevatten vaak polymerisatie-inhibitors om de voortijdige polymerisatie van het styreen te voorkomen. Men kan verlaagde druk toepassen om de ontwatering bij lagere of gematigdere temperaturen uit te voeren die verenigbaar zijn met de inhibitor en styreen bevattende samenstelling, en de polymerisatie uitvoeren bij hierna toegepaste hogere tem-
30 peraturen.

Representatieve polymeersamenstellingen van het epoxy-type, of de bestanddelen hiervoor, bevatten geen styreen of een vergelijkbaar bestanddeel dat een azeotropisch mengsel met water vormt. Bij toepassing van een inkapselingspolymeer van het epoxy-type, wordt derhalve een geschikte,
35 in water onoplosbare organische vloeistof, zoals benzeen, tolueen, een petroleumether, een keton of een aldehyde, opgenomen in of toegevoegd aan het water bevattende afvalmateriaal in een hoeveelheid die geschikt is om het azeotropische mengsel met het water te vormen. Zo zijn bijv. de azeotropische kooktemperaturen en samenstellingen voor twee van deze organische

vloeistoffen bij atmosferische druk als volgt:

Azeetroop	Kooktemperatuur	Samenstelling damp gew.% H ₂ O
Benzeen-H ₂ O	69,3°C	8,9
5 Tolueen-H ₂ O	84,1°C	19,6

Behalve dat de organische vloeistof voor de vorming van het azeotropische mengsel onoplosbaar in water is om een gemakkelijke afscheiding van water mogelijk te maken, dient deze vloeistof een kooktemperatuur te bezitten die aanzienlijk beneden de kooktemperaturen van de bestand-

10 delen van de polymeersamenstelling ligt indien al deze componenten tegelijkertijd moeten worden opgenomen. Ook dient de vloeistof zodanig te worden gekozen dat een azeotropisch mengsel met een minimale kooktemperatuur wordt verschaft, en hoe groter de hoeveelheid water in het azeotropische mengsel is des te doelmatiger verloopt de ontwatering.

15 Hieronder volgt een voorbeeld van een andere uitvoeringsvorm van de uitvinding onder toepassing van een inkapselend polymeer van het epoxy-type: men voert een water-houdend afvalmateriaal, dat circa 20 gew.% natriumsulfaat bevat, in het vat 12 dat tolueen en een epoxyhars van de diglycidylether van bisfenol-A (Epon 828, Shell Chemical Co.) bevat. Het

20 afvalmateriaal wordt toegevoerd totdat circa 100 kg Na₂SO₄ is opgehoopt. Men houdt de temperatuur in het vat op circa 85° C terwijl het azeotropische mengsel van water en tolueen verdampt, en voert het tolueen terug terwijl het water wordt afgevoerd. Een temperatuurstijging geeft aan dat praktisch al het water verwijderd is, waarbij de volumevermindering ongeveer het

25 zevenvoudige bedraagt. Vervolgens wordt het tolueen bij circa 111° C verdampt ten einde het uit de epoxyhars en het afvalmateriaal te verwijderen; het verdampte tolueen wordt gecondenseerd en bewaard om opnieuw gebruikt te worden.

Het residu van afvalmateriaal en epoxyhars wordt gemengd om de

30 hars door het afvalmateriaal te verdelen; een hardingsmiddel, bestaande uit 5-6 gew. dln. diethylaminopropylamine per 100 gew.dln. van de epoxyhars wordt toegevoegd en met het residu gemengd en men brengt een harding tot stand om het afvalmateriaal in het vaste epoxy-polymeer op te sluiten.

C O N C L U S I E S:

1. Werkwijze voor het verwijderen van water uit water bevattend afvalmateriaal en het inkapselen van het verkregen ontwaterde afvalmateriaal, met het kenmerk dat men
 - (a) een in water onoplosbare organische vloeistof, die een laag kokend azeotropisch mengsel met water vormt, combineert met water en niet-vluchtig afvalmateriaal, en het azeotropische mengsel verhit om water en organische vloeistof te verdampen en daardoor het afvalmateriaal te ontwateren; en
 - (b) een polymeriseerbaar materiaal door het ontwaterde afvalmateriaal dispergeert en een polymere inkapseling om het ontwaterde afvalmateriaal vormt.
- 10 2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk dat men als in water onoplosbare organische vloeistof een polymeriseerbaar monomeer gebruikt.
3. Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk dat men als polymeriseerbaar monomeer styreen en/of vinyltolueen gebruikt.
- 15 4. Werkwijze volgens conclusies 1-3, met het kenmerk dat men als in water onoplosbare organische vloeistof een polymeriserende component toepast die de polymere inkapseling om het ontwaterde afvalmateriaal.
5. Werkwijze volgens conclusie 4, met het kenmerk dat men een copolymeriserend middel met het monomeer combineert ter vorming van de polymere inkapseling om het ontwaterde afvalmateriaal.
- 20 6. Werkwijze volgens conclusies 2-5, met het kenmerk dat men een polymerisatiekatalysator aan het monomeer toevoegt ter vorming van de polymere inkapseling om het ontwaterde afvalmateriaal.
7. Werkwijze volgens conclusies 1-6, met het kenmerk dat het polymer, dat het ontwaterde afvalmateriaal inkapselt, een polyester, di-vinylester en/of een epoxyhars is.
- 25 8. Werkwijze volgens conclusies 1-7, met het kenmerk dat men als in water onoplosbare organische vloeistof een polymeriseerbaar monomeer toepast en het monomeer van het water van het verdampte azeotropische mengsel scheidt en combineert met ontwaterd afvalmateriaal ter vorming van een polymere inkapseling om het ontwaterde afvalmateriaal.
- 30 9. Werkwijze volgens conclusies 1-8, met het kenmerk dat het afvalmateriaal radio-actieve bestanddelen bevat.
10. Werkwijze voor het verminderen van het volume water in water bevattend afvalmateriaal en het inkapselen van het verkregen ontwaterde afvalmateriaal, met het kenmerk dat men:
 - (a) een in water oplosbare organische vloeistof, die met water een azeotropisch mengsel met lage kooktemperatuur vormt, combineert met afvalmateriaal

bevattend water, en het azeotropische mengsel verhit ten einde het water en de organische vloeistof te verdampen en daardoor het afvalmateriaal te ontwateren;

(b) de organische vloeistof van het water van het verdampte azeotropische
5 scheidt; en

(c) een polymeriserend middel door het ontwaterde afvalmateriaal dispergeert, en een polymere inkapseling om het ontwaterde afvalmateriaal vormt.

11. Werkwijze volgens conclusie 10, met het kenmerk dat men de van het water van het verdampte azeotropische mengsel gescheiden organische
10 vloeistof terugwint en met het afvalmateriaal combineert.

12. Werkwijze volgens conclusie 10 of 11, met het kenmerk dat men als in water onoplosbare, organische vloeistof een polymeriseerbaar monomeer gebruikt.

13. Werkwijze volgens conclusie 12, met het kenmerk dat men als poly-
15 meriseerbaar monomeer styreen gebruikt.

14. Werkwijze volgens conclusies 10-13, met het kenmerk dat men als in water onoplosbare organische vloeistof een polymeriseerbaar monomeer toepast, en het monomeer na afscheiding van het water van het verdampte azeotropische mengsel terugwint en met het afvalmateriaal combineert om
20 dit in te kapselen.

15. Werkwijze volgens conclusie 14, met het kenmerk dat men een copolymeriserend materiaal met het monomeer combineert ter vorming van het inkapselende polymeer om het afvalmateriaal.

16. Werkwijze volgens conclusies 12-15, met het kenmerk dat men een
25 polymerisatiekatalysator aan het monomeer toevoegt ter vorming van het inkapselende polymeer om het afvalmateriaal.

17. Werkwijze volgens conclusies 10-16, met het kenmerk dat het polymeer, dat het afvalmateriaal inkapselt, een copolymeer is dat gekozen wordt uit onverzadigde polyester, hardbare, eindstandig vinyl bevattende
30 esters en epoxyharsen.

18. Werkwijze volgens conclusies 10-17, met het kenmerk dat men de verhitte van het azeotropische mengsel ter verdamping van het water en organische vloeistof hieruit uitvoert bij een lage temperatuur beneden de kooktemperatuur van het water met het zich daarin bevindende oplosbare
35 afvalmateriaal.

19. Werkwijze volgens conclusies 10-18, met het kenmerk dat het afvalmateriaal radioactieve bestanddelen bevat.

20. Werkwijze voor het verminderen van het volume water in water bevattend radioactief afvalmateriaal en het inkapselen van het verkregen

ontwaterde radioactieve afvalmateriaal met een polymeer materiaal, met het kenmerk dat men

- (a) een in water onoplosbare organische vloeistof, die met water een azeotropisch mengsel met lage kooktemperatuur vormt, combineert met radioactief afvalmateriaal bevattend water, en het azeotropische mengsel verhit op een lage temperatuur beneden circa 100° C ten einde het water en de organische vloeistof te verdampen en daardoor het afvalmateriaal te ontwateren;
- (b) de organische vloeistof van het water van het verdampte azeotropische mengsel scheidt en de afgescheiden organische vloeistof met het afvalmateriaal combineert; en
- (c) een polymeriserend middel voor het ontwaterde radioactieve afvalmateriaal dispergeert, en een polymere inkapseling om het ontwaterde radioactieve afvalmateriaal vormt.

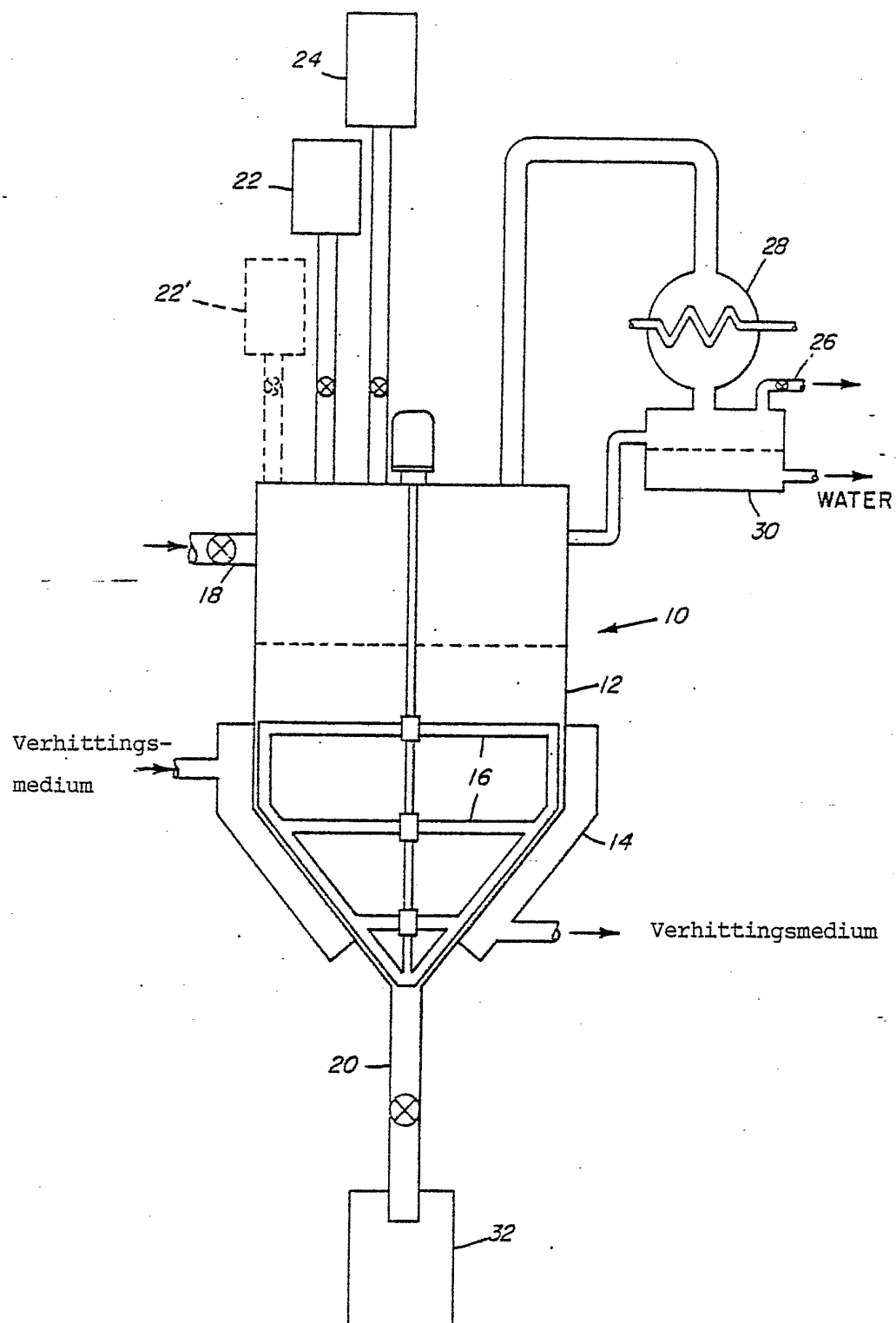
21. Werkwijze volgens conclusie 20, met het kenmerk dat de in water onoplosbare vloeistof een polymeriseerbaar monomeer is en het polymeriserende middel vormt.

22. Werkwijze volgens conclusie 21, met het kenmerk dat het polymeriseerbare monomeer styreen is.

23. Werkwijze volgens conclusie 21 of 22, met het kenmerk dat men een polymerisatiekatalysator aan het monomeer toevoegt ter vorming van het inkapselende polymeer om het radioactieve afvalmateriaal.

24. Werkwijze volgens conclusies 20-23, met het kenmerk dat het polymeer, waardoor het radioactieve afvalmateriaal wordt ingekapseld, een copolymeer is dat gekozen wordt uit onverzadigde polyesters, hardbare, eindstandig vinyl bevattende esters en epoxyharsen.

25. Werkwijze volgens conclusies 20-24, met het kenmerk dat het polymeer, waardoor het radioactieve afvalmateriaal wordt ingekapseld, een epoxy-polymeer is, en de in water onoplosbare organische vloeistof van het azeotropische mengsel gevormd wordt door ten minste één van de volgende verbindingen: benzeen, toluen, petroleumether, een keton en een aldehyde.



8201383