

(19)



(11)

EP 4 154 279 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
04.10.2023 Patentblatt 2023/40

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
G21F 9/00 ^(2006.01) **G21F 9/06** ^(2006.01)
G21F 9/30 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21736546.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
G21F 9/005; G21F 9/00; G21F 9/06; G21F 9/30

(22) Anmeldetag: **21.06.2021**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2021/066832

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2022/002668 (06.01.2022 Gazette 2022/01)

(54) **VERFAHREN ZUR NASSDEKONTAMINATION VON RADIOAKTIV KONTAMINIERTEN WERKSTÜCKEN MIT PROZESSWASSERAUFBEREITUNG**

PROCESS FOR LIQUID DECONTAMINATION OF RADIOACTIVELY CONTAMINATED OBJECTS WITH PROCESS-WATER RETREATMENT

PROCÉDÉ DE DÉCONTAMINATION LIQUIDE DES OBJETS CONTAMINÉS RADIOACTIVEMENT ET RETRAITEMENT D'EAU DU PROCÉDÉ

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **STEINBACHER, Klaus**
45141 Essen (DE)
- **BAUER, Benjamin**
69126 Heidelberg (DE)

(30) Priorität: **30.06.2020 DE 102020117227**

(74) Vertreter: **Schwenderling, Jens**
KEENWAY Patentanwälte Neumann Heine Taruttis
PartG mbB
Postfach 103363
40024 Düsseldorf (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.03.2023 Patentblatt 2023/13

(73) Patentinhaber: **RWE Nuclear GmbH**
45141 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 3 962 078 US-A1- 2014 291 249

(72) Erfinder:
• **RECKNAGEL, Jörg**
45141 Essen (DE)

EP 4 154 279 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Nassdekontamination von radioaktiv kontaminierten Werkstücken mit einer Prozesswasseraufbereitung.

[0002] In kerntechnischen Anlagen wie beispielsweise Kernkraftwerken können regelmäßig Oberflächen radioaktiv kontaminiert sein, in dem sich radioaktive Stoffe auf diesen anlagern. Wenn solche Kontaminationen entfernt werden müssen, beispielsweise im Rahmen eines Rückbaus einer kerntechnischen Anlage werden verschiedene Verfahren eingesetzt, unter anderem eine Nassdekontamination. Hier werden die zu reinigenden Oberflächen von Werkstücken mit flüssigen Dekontaminationsmitteln gereinigt, in dem die Oberfläche mit dem flüssigen Dekontaminationsmittel in Kontakt gebracht wird, beispielsweise in Form eines Tauchbades oder auch durch Aufbringen des flüssigen Dekontaminationsmittels auf die Oberfläche unter Druck. Hierbei werden regelmäßig flüssige Dekontaminationsmittel auf Wasserbasis eingesetzt. Hierbei kann das flüssige Dekontaminationsmittel vollständig aus Wasser bestehen, jedoch können dem Wasser auch weitere Stoffe hinzugefügt werden, die auf die kontaminierenden Stoffe und/oder die Oberfläche abgestimmt sind, beispielsweise Seife oder auch Komplexbildner, die mit bestimmten radioaktiven Stoffen oder Verbindungen Komplexe bilden, die beispielsweise ausfallen.

[0003] Ziel der Nassdekontamination ist zumindest die Reduktion der Kontamination des Werkstücks, so dass das flüssige Dekontaminationsmittel nach der Nassdekontamination (das Prozesswasser) eine radioaktive Kontamination aufweist, so dass eine Aufbereitung des Prozesswassers notwendig ist, um das gereinigte Prozesswasser seinem Abgabepfad zur Abgabe zuzuführen,

[0004] Aus der US 3 962 078 ist ein Verfahren bekannt radioaktives Prozesswasser durch Unterdruckfiltration und Koaleszenzabscheidung von radioaktiven Partikeln zu befreien.

[0005] Weiterhin sind viele Elemente in kerntechnischen Anlagen beschichtet, beispielsweise mit einer Dekont-Farbe nach DIN 25415, um die Kontamination des Elementes zu vermeiden und/oder diese im Betrieb leicht entfernen zu machen. Im Laufe der Zeit können in kerntechnischen Anlagen viele Elemente mehrfach beschichtet werden. Dies wird insbesondere durchgeführt, um Löcher, Risse oder ähnliches in unterhalb der neuen Beschichtung liegenden Bereichen, die sowohl eine ältere Beschichtung als auch die Oberfläche des Elementes selbst darstellen können, zu schließen, da sich im Falle einer radioaktiven Kontamination in diesen regelmäßig kontaminierte Partikel oder Stoffe ansammeln. Beim Rückbau einer kerntechnischen Anlage sind dabei bei vielen Elementen die Beschichtungen zu entfernen. Da diese Beschichtungen ganz überwiegend wenn überhaupt nur gering radioaktiv kontaminiert sind, werden hier andere Prozesse eingesetzt als bei der Nassdekontamination.

Insbesondere können Prozessmedien auf Wasserbasis, bevorzugt Prozesswasser, zur Entschichtung der Elemente eingesetzt werden. Dieses Prozesswasser ist dabei üblicherweise wesentlich geringer mit radioaktiven Kontaminationen belastet als das flüssige Dekontaminationsmittel nach der Nassdekontamination. Das flüssige Dekontaminationsmittel nach der Nassdekontamination wird üblicherweise einer sehr aufwändigen Aufbereitung unterzogen, die eine Verdampfung des Dekontaminationsmittels zur Isolierung von radioaktiv kontaminierten Partikel umfasst.

[0006] Um die entsprechende radioaktive Kontamination aus dem Prozesswasser einer Entschichtung zu entfernen ist es bekannt, das Prozesswasser durch einen mit Aktivkohle versetzten Filter zu führen, so dass die radioaktive Kontamination in dem Filter gebunden wird. Dann muss der entsprechende Filter üblicherweise einer Endlagerung unterzogen werden.

[0007] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile zumindest teilweise zu überwinden.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängig formulierten Ansprüchen angegeben. Die in den abhängig formulierten Ansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale sind in technologisch sinnvoller Weise miteinander kombinierbar und können weitere Ausgestaltungen der Erfindung definieren. Darüber hinaus werden die in den Ansprüchen angegebenen Merkmale in der Beschreibung näher präzisiert und erläutert, wobei weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung dargestellt werden.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Entschichten von beschichteten Elementen einer kerntechnischen Anlage, umfasst eine Hochdruckbehandlung mit einem Prozesswasser, bei dem das Prozesswasser zur Aufbereitung zumindest einer zweistufigen Aufbereitung zu einem Reinwasser unterzogen wird:

a) einer Unterdruckfiltrierung, bei der ein poröser Filtergurt mit einer Unterseite über eine Filterkammer geführt wird, die mit einem Unterdruck relativ zum Druck oberhalb des Filtergurtes beaufschlagt wird, wobei Prozesswasser so geführt wird, dass es mit einer der Unterseite gegenüberliegenden Oberseite des Filtergurtes in Kontakt kommt, so dass Prozesswasser durch den anliegenden Unterdruck von der Oberseite durch den Filtergurt zur Unterseite des Filtergurtes geführt wird, wobei zumindest ein Teil von im Prozesswasser enthaltenen Feststoffen als Filterkuchen auf dem Filtergurt verbleibt, der in einen Sammelbehälter überführt wird, wobei das von den Feststoffen zumindest teilweise befreite Prozesswasser als Filtrat abgeführt wird; und

b) einem Abtrennen von Kohlenwasserstoffen, bei dem das Prozesswasser einer Koaleszenzabscheidung

zung zur Abtrennung von Kohlenwasserstoffen unterzogen wird.

[0010] Unter dem Begriff der Entschichtung wird die Entfernung einer oder mehrere Beschichtungen verstanden, die auf der Oberfläche des beschichteten Elements aufgetragen sind. Die Beschichtung umfasst dabei insbesondere ein Lack und/oder ist auf Polymerbasis aufgebaut. Unter einer Hochdruckbehandlung wird die Beaufschlagung der Oberfläche des beschichteten Elementes mit Prozesswasser verstanden, welches unter einem hohen Druck, insbesondere einem Druck von 500 bar bis 2500 bar auf die Oberfläche ausgetragen wird. Das Prozesswasser ist dabei bevorzugt auf eine Temperatur von bis zu 60°C temperiert. Als Prozesswasser wird bevorzugt Deionat, also entmineralisiertes Wasser, eingesetzt. Unter Deionat wird hier insbesondere ein Wasser mit einer elektrischen Leitfähigkeit von 3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [Mikrosiemens pro Zentimeter] oder weniger, insbesondere von 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ oder weniger verstanden. Die Temperierung auf bis zu 60°C erfolgt insbesondere unter Berücksichtigung der Erwärmung des Prozesswassers bei der Entspannung von dem genannten hohen Druck auf Umgebungsdruck. Insbesondere wird vor der Entspannung das Prozesswasser auf eine Temperatur unterhalb der Umgebungstemperatur abgekühlt, insbesondere auf 10°C und weniger.

[0011] Durch die Hochdruckbehandlung wird zumindest ein Teil der Beschichtung in Form von Partikeln entfernt. Da das beschichtete Element Teil einer kerntechnischen Anlage ist bzw. war, kann eine radioaktive Kontamination nicht ausgeschlossen werden. Das Prozesswasser enthält also Partikel, die gegebenenfalls radioaktiv kontaminiert sein können.

[0012] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird das Prozesswasser aufbereitet. Das Prozesswasser umfasst vor der Aufbereitung Wasser, gegebenenfalls Feststoffe, also Stoffe, die fest und damit nicht im Wasser gelöst sind, und gegebenenfalls im Wasser nicht lösliche Flüssigkeiten wie zum Beispiel Kohlenwasserstoffe wie beispielsweise Öle. Die Feststoffe liegen gegebenenfalls als Schwebstoffe, Schwimmstoffe und/oder Geschiebe vor. Schwebstoffe (suspendierte Stoffe) sind im Prozesswasser enthaltene Feststoffe, die nicht in Lösung gehen und wegen ihrer geringen Größe und zu Wasser ähnlichen Dichte in der Schwebelage gehalten werden. Schwimmstoffe sind im Prozesswasser enthaltene Feststoffe, die nicht in Lösung gehen und an der Oberfläche des Prozesswassers schwimmen. Geschiebe sind Feststoffe, die aufgrund ihrer Dichte im Prozesswasser nach unten sinken.

[0013] Sowohl die Feststoffe, als auch die gelösten chemischen Verbindungen und die im Prozesswasser nicht löslichen Flüssigkeiten können Radioisotope umfassen. Bei der Aufbereitung des Prozesswassers erfolgt eine Reduktion der Radioisotopkonzentration, so dass das Reinwasser in einen Abgabepfad abgegeben werden kann, beispielsweise in eine Abwasseraufbereitung

zur späteren Einleitung in ein Gewässer, beispielsweise in einen Fluss, oder erneut als Prozesswasser für die Entschichtung eingesetzt werden kann, gegebenenfalls unter Zusetzung von frischem Wasser bzw. Deionat. Hierzu sollte das Reinwasser bestimmte Grenzwerte unterschreiten, insbesondere im Hinblick auf die Partikelfracht, die radiologische Aktivität, die elektrische Leitfähigkeit und/oder die Partikelgrößenverteilung der Partikel im Prozesswasser beziehungsweise Reinwasser.

[0014] Die Hochdruckbehandlung eines Elementes selbst umfasst bevorzugt die Beaufschlagung einer Oberfläche des Elements mit Prozesswasser, welche unter einem Druck von insbesondere 500 bar bis 2.500 bar ausgetragen und auf die Oberfläche gelenkt wird. Dies kann sowohl durch eine händische Führung einer entsprechenden Hochdrucklanze erfolgen als auch durch einen entsprechenden Manipulator, der eine Hochdrucklanze automatisiert führt. Das Prozesswasser ist dabei insbesondere Deionat. Das Prozesswasser kann dabei bevorzugt temperiert werden, wobei die Temperatur des Prozesswassers bevorzugt in Abhängigkeit von den zu entfernenden Stoffen gewählt wird. Bevorzugt ist ein Temperaturbereich von 8° C bis 60° C.

[0015] Die Unterdruckfiltrierung gemäß Schritt a) wird auch als Vakuumbandfiltrierung bezeichnet. Als Filtergurt wird dabei bevorzugt ein Filtergurt aus einem Kunststoff, insbesondere einem Elastomer eingesetzt. Insbesondere kann auch ein mehrteiliger Filtergurt eingesetzt werden, bei dem ein bewegbarer Tragegurt mit einem porösen Filterelement, beispielsweise einem porösen Filtertuch, versehen wird. Insbesondere kann durch die Unterdruckfiltrierung eine zumindest teilweise Abtrennung von Feststoffen aus dem Prozesswasser erfolgen.

[0016] Die Koaleszenzabscheidung in Schritt b) beruht auf einem Entmischungsphänomen, in dem dispergierte Flüssigkeitstropfen, beispielsweise Kohlenwasserstofftropfen, sich zu größeren Tropfen und insbesondere zu einer kolloiden Phase verbinden, die aus dem Prozesswasser entfernt werden kann. Hierdurch können Flüssigkeiten mit einer kleineren Dichte als Wasser wie insbesondere Kohlenwasserstoffe wie beispielsweise Öl, Benzin, Alkohole, Aromaten und/oder bestimmte andere organische Lösungsmittel abgeschieden und aus dem Prozesswasser entfernt werden.

[0017] Die Schritte a) und b) können in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt eine Entschichtung von potentiell radioaktiv kontaminierten beschichteten Elementen bei einer Aufbereitung des Prozesswassers, welche eine zumindest teilweise erneute Verwendung des Prozesswassers zur Hochdruckbehandlung, und/oder eine Einleitung in Gewässer ermöglicht, ohne dass Sekundärabfälle anfallen. Insbesondere erlauben die Schritte a) und b) eine Aufbereitung des Prozesswassers ohne, dass Filtermedien anfallen, die aufgrund einer Beladung mit Radioisotopen endgelagert werden müssen.

[0019] Bevorzugt wird in Schritt a) der Filtergurt um-

laufend bewegt. Dies ermöglicht eine einfache Prozessführung in Schritt a). Bevorzugt kann der Filterkuchen einfach während des Umlaufs des Filtergurtes beispielsweise durch ein mechanisches Trennelement wie eine Klinge oder ähnliches vom Filtergurt getrennt und in den Sammelbehälter überführt werden. Dies ermöglicht eine sekundärfilterfreie Aufbereitung des Prozesswassers. Es entstehen also keine Sekundärfiltermedien, die ebenfalls entsprechend der radiologischen und chemischen Kontamination dekontaminiert oder eingelagert werden müssen.

[0020] Bevorzugt wird mindestens eine der folgenden Flüssigkeiten:

- A) das Prozesswasser,
- B) das Filtrat und
- C) das Reinwasser

einer Bestrahlung mit einer UV-Strahlung unterzogen.

[0021] Unter UV-Strahlung wird ultraviolette elektromagnetische Strahlung verstanden. Unter UV-Strahlung wird insbesondere elektromagnetische Strahlung einer Wellenlänge von 100 nm [Nanometer] bis 400 nm verstanden.

[0022] Durch die Bestrahlung mit UV-Strahlung wird eine Reduktion der Keimzahl in der Flüssigkeit erreicht. Weist also die Flüssigkeit eine biologische Kontamination auf, so werden die entsprechenden Keime, insbesondere Bakterien und Viren, durch die UV-Strahlung inaktiviert, so dass auch die biologische Kontamination unter vorgebbare Grenzwerte reduziert werden kann. Als Strahlungsquelle kommt dabei bevorzugt eine Dampflampe, wie beispielsweise mindestens eine Quecksilberdampflampe und/oder mindestens eine LED (lichtemittierende Diode) mit entsprechender Strahlungscharakteristik zum Einsatz.

[0023] Bevorzugt wird mindestens eine der folgenden Flüssigkeiten:

- A) das Prozesswasser,
- B) das Filtrat und
- C) das Reinwasser

mindestens einer der folgenden Messungen unterzogen:

- i) Messung der radiologischen Aktivität;
- ii) Messung der elektrischen Leitfähigkeit;
- iii) Messung der Partikelfracht und
- iv) Messung der Partikelgrößenverteilung.

[0024] Unter der Partikelfracht wird die Masse der in der jeweiligen Flüssigkeit enthaltenen Partikel verstanden. Unter der Partikelgrößenverteilung wird die Häufigkeitsverteilung einer Größe der Partikel verstanden.

[0025] Die in i), ii), iii) und/oder iv) erhaltenen Messwerte können bevorzugt zur Regelung des Verfahrens eingesetzt werden, insbesondere im Hinblick auf die Reihenfolge der Schritte a) und b).

[0026] Bevorzugt werden die Prozessparameter zumindest eines der Schritte a) und b) in Abhängigkeit von den Ergebnissen mindestens einer der durchgeführten Messungen verändert. Insbesondere kann die Geschwindigkeit, mit der der Filtergurt bewegt wird, und/oder der Unterdruck in der Filterkammer basierend auf dem Ergebnis mindestens einer der durchgeführten Messungen verändert werden.

[0027] Bevorzugt wird das Reinwasser zur Durchführung einer Hochdruckbehandlung eingesetzt. So kann das Reinwasser zumindest teilweise in einem Kreislauf verwendet werden.

[0028] Bevorzugt werden in Schritt b) sich absetzende Partikel in einem Sammelbehälter aufgenommen. In der Koaleszenzabscheidung strömt das Prozesswasser mit vergleichsweise geringen Strömungsgeschwindigkeiten, die ein Absetzen von Schwebstoffen ermöglichen. Um hier eine unkontrollierte Ansammlung von Partikeln zu vermeiden, wird der Sammelbehälter zur Sammlung solcher Partikel eingesetzt. Der Sammelbehälter ist dabei bevorzugt trichterförmig ausgebildet.

[0029] Bevorzugt werden im Sammelbehälter vorhandene Partikel durch einen Rückspülvorgang aus diesem entfernt. Dies ermöglicht eine einfache und kontrollierte Entfernung der Partikel.

[0030] Vorsorglich sei angemerkt, dass die hier verwendeten Zahlwörter ("erste", "zweite", ...) vorrangig (nur) zur Unterscheidung von mehreren gleichartigen Gegenständen, Größen oder Prozessen dienen, also insbesondere keine Abhängigkeit und/oder Reihenfolge dieser Gegenstände, Größen oder Prozesse zueinander zwingend vorgeben. Sollte eine Abhängigkeit und/oder Reihenfolge erforderlich sein, ist dies hier explizit angegeben oder es ergibt sich offensichtlich für den Fachmann beim Studium der konkret beschriebenen Ausgestaltung.

[0031] Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die gezeigten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und Erkenntnissen aus der vorliegenden Beschreibung und/oder Figuren zu kombinieren. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren und insbesondere die dargestellten Größenverhältnisse nur schematisch sind. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Gegenstände, so dass ggf. Erläuterungen aus anderen Figuren ergänzend herangezogen werden können. Es zeigen:

Fig. 1 ein Beispiel einer Vorrichtung zur Aufbereitung von Prozesswasser;

Fig. 2 und 3 ein Beispiel eines Unterdruckbandfilters in verschiedenen Ansichten;

Fig. 4 und 5 weitere Elemente des Beispiels einer Vorrichtung nach Fig. 1.

[0032] Fig. 1 zeigt sehr schematisch den Verfahrensablauf des hier beschriebenen Verfahrens zur Aufbereitung eines Prozesswassers 10 einer Entschichtung eines potentiell radioaktiv kontaminierten beschichteten Elementes einer kerntechnischen Anlage in einer entsprechenden Vorrichtung 1. Das beschichtete Element kann dabei beispielsweise ein Rohr, ein Boden- oder Wandelement oder ähnliches darstellen. Hierbei wird das Prozesswasser 10 als Abwasser einer nicht gezeigten Entschichtung zunächst einem Unterdruckbandfilter 100 zugeführt, der insbesondere im Zusammenhang mit den Figuren 2 und 3 näher beschrieben wird. Der hierbei entstehende Filterkuchen 106 wird einem Sammelbehälter 108 zugeführt, dort gesammelt und dann später end- oder zwischengelagert. Das entstehende Filtrat 113 wird einem Koaleszenzabscheider 200 zugeführt, der insbesondere im Zusammenhang mit den Figuren 4 und 5 näher beschrieben wird. Die im Koaleszenzabscheider 200 gesammelten abgeschiedenen Kohlenwasserstoffe 208 werden in einem Sammelbehälter 205 gesammelt, um dann einer Zwischen- oder Endlagerung zugeführt zu werden. Das entstehende Filtrat 209 wird über einen Reinwassertank 300 einer Filtereinheit 400 zugeführt. Das dort entstehende Reinwasser 404 wird einer Pumpenvorlage 600 zugeführt. Aus der Pumpenvorlage 600 wird das Prozesswasser zum Betrieb der Entschichtung entnommen.

[0033] Der bei einer Rückspülung in der Filtereinheit 400 entstehende Filtrerrückstand 405 wird erneut dem Unterdruckbandfilter 100 zugeführt. Weiterhin wird je nach Betriebszustand Anschwemmwasser 406 aus der Filtereinheit 400 in den Reinwassertank 300 rückgespült. Die Filtereinheit 400 wird im Folgenden im Zusammenhang mit den Figuren 4 und 5 näher beschrieben.

[0034] Fig. 2 und 3 zeigen ein Beispiel eines Unterdruckbandfilters 100, auch als Vakuumbandfilter bezeichnet, in verschiedenen Ansichten. Fig. 2 zeigt das Funktionsprinzip des Unterdruckbandfilters 100, während Fig. 3 eine perspektivische Ansicht des Unterdruckbandfilters 100 zeigt.

[0035] Das Prozesswasser 10 wird dabei über eine Prozesswasserzuführung 101 in eine Prozesswasseraufgabe 102 geführt, durch die das Prozesswasser 10 auf einen Filtergurt 103 aufgebracht wird. Der Filtergurt 103 ist porös und wird umlaufend über zwei Rollen 104 bewegt. Das Prozesswasser 10 samt darin enthaltener Fracht von Feststoffen kommt somit in Kontakt mit dem Filtergurt 103. Der Filtergurt 103 weist dabei eine Oberseite 105 und eine der Oberseite 105 gegenüberliegenden Unterseite 116 auf. Der Filtergurt 103 wird mit der Unterseite 116 über eine Filterkammer 109 geführt, in der ein Unterdruck erzeugt wird, welcher das Prozesswasser 10 von der Oberseite 105 durch den Filtergurt 103 treibt, wobei das Prozesswasser 10 so geführt wird, dass es mit der Oberseite 105 des Filtergurt 103 in Kontakt kommt, so dass das Prozesswasser 10 durch

den anliegenden Unterdruck von der Oberseite 105 durch den Filtergurt 103 zur Unterseite 116 des Filtergurt 103 geführt wird, wobei zumindest ein Teil von im Prozesswasser 10 enthaltenen Feststoffen als Filterkuchen 106 auf dem Filtergurt 103 verbleibt. Der Filterkuchen 106 wird durch das Filtergurt 103 bis zu einem Filterkuchenabscheider 107 gefördert, durch den der Filterkuchen 106 in einen Sammelbehälter 108 befördert wird. Der Filterkuchenabscheider 107 ist dabei beispielsweise als ein Abstreifer ausgebildet, alternativ oder zusätzlich als mindestens eine rotierende Bürste.

[0036] Der Unterdruck in der Filterkammer 109 wird dabei über einen Verdichter 110 erzeugt, der über ein Filtratreservoir 111 mit der Filterkammer 109 verbunden ist. Der Verdichter 110 ist dabei mit einem Gasraum 112 des Filtratreservoirs 111 verbunden, welcher wiederum mit der Filterkammer 109 verbunden ist. Das Filtrat 113, also das von zumindest einem Teil der Fracht befreite Prozesswasser 10, sammelt sich im Filtratreservoir 111 und kann von dort über eine Filtratablassleitung 114 aus dem Filtratreservoir 111 entfernt werden. Weiterhin verfügt der Verdichter 110 über einen nicht gezeigten Filter, insbesondere einen HEPA-Filter, besonders bevorzugt einen HEPA-Filter der Spezifikation H14, an der Saugseite des Verdichters 110, mit der bevorzugt (aber hier nicht dargestellt) die Lufträume des Unterdruckbandfilters 100, des Koaleszenzabscheiders 200 und des Reinwassertanks 300 verbunden sind, um den Durchbruch radiologisch belasteter Aerosole zu verhüten.

[0037] Der Unterdruckbandfilter 100 weist ferner Befestigungselemente 115 auf, über die nicht gezeigte Strahlenabschirmelemente zur Abschirmung von ionisierender Strahlung, insbesondere von Gammastrahlung, befestigt werden. Die Strahlenabschirmelemente umfassen insbesondere Blei.

[0038] Weiterhin weist der Unterdruckbandfilter 100 eine Filtrerrückstandsaufgabe 110 auf. Über die Filtrerrückstandsaufgabe 110 können die Filtrerrückstände 405 aus der Filtereinheit 400 auf einen Bereich des Filterkuchens 106 aufgebracht werden, der nicht mehr mit dem Prozesswasser 10 in Kontakt steht. In diesem Bereich ist der Filterkuchen 106 in einer Querschnittsrichtung vollständig aufgebaut, so dass eine effiziente Abfiltrierung der Feststoffe in den Filtrerrückständen 405 erfolgt.

[0039] Fig. 4 und 5 zeigen weitere Details der Vorrichtung 1 aus Fig. 1. Fig. 4 zeigt dabei ein Schnittbild und Fig. 5 eine perspektivische Ansicht. Die Vorrichtung 1 umfasst weiter einen Koaleszenzabscheider 200, einen Reinwassertank 300, eine Filteranlage 400 und eine UV Anlage 500, die im Folgenden unter Bezugnahme auf beide Figuren beschrieben werden.

[0040] Das Filtrat aus dem Unterdruckbandfilter 100 wird über einen Koaleszenzabscheiderzugang 201 in den Koaleszenzabscheider 200 eingebracht. Der Koaleszenzabscheider 200 dient der Entfernung von Flüssigkeiten mit einer Dichte, die kleiner ist als die Dichte von Wasser, aus dem Prozesswasser. Hierbei handelt es sich insbesondere um Kohlenwasserstoffe wie bei-

spielsweise Alkohole und/oder Öle. Der Koaleszenzabscheider 200 umfasst eine Mehrzahl von Schrägplatten 202. Der Übersicht halber ist nur eine einzige Schrägplatte 202 eingezeichnet, jedoch sind eine Mehrzahl von Schrägplatten 202 ausgebildet, die in einem Winkel zur Senkrechten ausgerichtet sind und die jeweils parallel zu einander verlaufen. Jede Schrägplatte 202 ist korrigiert, insbesondere gewellt oder gerippt ausgebildet, wobei die Schrägplatten 202 so ausgerichtet sind, dass die Erstreckungsrichtung der Korrigierungen, insbesondere der Wellungen oder Rippungen, sich in einem Winkel zur Senkrechten von unten nach oben erstrecken.

[0041] Durch den Koaleszenzabscheider 201 wird das zu reinigende Prozesswasser so eingegeben, dass es zwischen den Schrägplatten 202 nach oben strömt. Die Schrägplatten 202 sind dabei als Lamellenplatten mit einem zyklischen Profil ausgebildet. Jeweils an der Unterseite der Lamellen sammeln sich Tropfen der Flüssigkeiten mit einer Dichte kleiner als der Dichte von Wasser. Die Tropfen vereinigen sich mit anderen Tropfen zu größeren Tropfen, diese schwimmen aufgrund der kleineren Dichte der Tropfen im Vergleich zum Wasser auf und sammeln sich im oberen Bereich 203 des Koaleszenzabscheiders 200. Über Entnahmestellen 204 kann die gesammelte Flüssigkeit entnommen und in einen Sammelbehälter 205 überführt werden. Das Reinwasser des Koaleszenzabscheiders 200 wird über einen Koaleszenzabscheiderausgang 206 in den Reinwassertank 300 überführt. Auch der Koaleszenzabscheider 200 weist Befestigungselemente 207 auf, über die nicht gezeigte Strahlenabschirmelemente zur Abschirmung von ionisierender Strahlung, insbesondere von Gammastrahlung, befestigt werden. Der Koaleszenzabscheider 201 umfasst weiterhin einen Sammelbehälter 210, der trichterförmig ausgebildet ist. Die Koaleszenzabscheidung beruht auf relativ geringen Strömungsgeschwindigkeiten, die das Koalgieren der Tropfen ermöglichen. Gleichzeitig ist es aber auch möglich, dass ein Teil der noch vorhandenen Partikel fracht sich absetzt und es zu unkontrollierten Partikelablagerungen im Koaleszenzabscheider 201 kommt. Um dies zu verhindern, ist der Sammelbehälter 210 ausgebildet, in dem sich entsprechende Partikel sammeln. Über eine Rückspüleleitung 211 können die Partikel im Sammelbehälter 210 durch eine Rückspülung entfernt und einer Filtrierung beispielsweise im Unterdruckbandfilter 100 oder auch der Filteranlage 400 zugeführt werden.

[0042] Die Filteranlage 400 umfasst einen ersten Filter 401 und einen zweiten Filter 402. Im ersten Filter 401 wird ein Filtermedium von innen nach außen durchströmt, wobei sich im Inneren ein Filterkuchen aufbaut. Im ersten Filter 401 wird der Druckverlust über das Filtermedium überwacht und das Innere des ersten Filters 401 wird gereinigt, wenn der Druckverlust einen vorgebbaren Grenzwert übersteigt. Dies erfolgt bevorzugt mechanisch, der entfernte Filterkuchen wird mit Prozesswasser ausgespült und als Filtrerrückstand 405 zum Unterdruckbandfilter 100 überführt und dort über die Filter-

rückstandsaufgabe 117 auf den Filterkuchen 116 aufgegeben (vgl. Fig. 2). Der erste Filter 401 wird auch als so genannter Lensing-Filter bezeichnet.

[0043] Der zweite Filter 402 ist ein Analysefilter, mit dem die Funktionalität und Effizienz des ersten Filters 401 analysierbar ist. Hierzu ist der zweite Filter 402 stromabwärts des ersten Filters 401 ausgebildet, so dass der zweite Filter 402 vom durch den ersten Filter 401 gereinigten Reinwassers durchströmt wird. Der zweite Filter 402 ist insbesondere als so genannter Absolutfilter ausgebildet. Hierunter wird ein Filter verstanden, der eine genau definierte Trenngrenze aufweist. Wird beispielsweise ein Absolutfilter mit einer Trenngrenze von 1 µm [Mikrometer] eingesetzt, so können diesen lediglich Partikel mit einem Durchmesser von weniger als 1 µm passieren. Bevorzugt wird die Trenngrenze des zweiten Filters 402 so gewählt, dass diese mit dem Filterverhalten des ersten Filters 401 korrespondiert, dass dieser also im normalen Betrieb Partikel eines Durchmessers kleiner als die Trenngrenze des zweiten Filters 402 sicher herausfiltert, so dass also, wenn Partikel im zweiten Filter 402 herausgefiltert werden, von einer Fehlfunktion des ersten Filters 401 ausgegangen werden kann. Der zweite Filter 402 wird als so genannter Polizeifilter eingesetzt. Sofern Partikel im zweiten Filter 402 gefunden werden, kann von einer Fehlfunktion der stromaufwärts des zweiten Filters 402 liegenden Elemente der Vorrichtung ausgegangen werden.

[0044] Wenn notwendig, kann in der UV-Anlage 500 eine Bestrahlung mit UV Strahlung zur Inaktivierung von Keimen erfolgen. Das Filtrat oder Reinwasser, welches die Filteranlage 400 verlässt, wird über eine Zuleitung 403 in den Reinwassertank 300 überführt. Aus diesem kann das Wasser erneut zur Durchführung einer Entschichtung oder zum Rückspülen des ersten Filters 401 entnommen werden.

[0045] Die hier beschriebene Verfahrensführung über einen Unterdruckbandfilter 100 und einen Koaleszenzfilter 200 erlaubt die Sekundärabfallfreie Aufbereitung des Prozesswassers 10, so dass es erneut als Prozesswasser zur Entschichtung eingesetzt werden kann oder in ein Gewässer über einen Abgabepfad abgegeben werden kann.

[0046] Die hier beschriebene Vorrichtung 1 wie auch die entsprechende Verfahrensführung erlaubt die sichere Abscheidung von Partikel bis zu einer Partikelgröße von 1 Mikrometer und die sichere Abscheidung von Ölen, Fetten und ähnlichem aus dem Prozesswasser, so dass das entsprechende Reinwasser erneut durch eine entsprechende Pumpe unter Druck zu einer Hochdruckbehandlung eines beschichteten Elements gefördert werden kann. Die entstehenden Filtrerrückstände sind sekundärfilterfrei, so dass die entstehende Filtrerrückstandsmenge im Vergleich zu als bekannt angenommenen Ansätzen reduziert werden kann.

Bezugszeichenliste**[0047]**

1	Vorrichtung zur Aufbereitung eines Prozesswassers einer Nassdekontamination	5
10	Prozesswasser	
100	Unterdruckbandfilter	
101	Prozesswasserzuleitung	
102	Prozesswasseraufgabe	10
103	Filtergurt	
104	Rolle	
105	Oberseite	
106	Filterkuchen	
107	Filterkuchenabscheider	15
108	Sammelbehälter	
109	Filterkammer	
110	Verdichter	
111	Filtratreservoir	
112	Gasraum	20
113	Filtrat	
114	Filtratablassleitung	
115	Befestigungselement	
116	Unterseite	
117	Filterrückstandsaufgabe	25
200	Koaleszenzabscheider	
201	Koaleszenzabscheidereingang	
202	Schrägplatte	
203	oberer Bereich	
204	Entnahmestelle	30
205	Sammeltank	
206	Koaleszenzabscheiderausgang	
207	Befestigungselement	
208	gesammelte Kohlenwasserstoffe	
209	Filtrat	35
210	Sammelbehälter	
211	Rückspülleitung	
300	Reinwassertank	
400	Filteranlage	
401	erster Filter	40
402	zweiter Filter	
403	Zuleitung	
404	Reinwasser	
405	Filterrückstand	
406	Anschwemmwasser	45
500	UV Anlage	
600	Pumpenvorlage	

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entschichten von beschichteten Elementen einer kerntechnischen Anlage, umfassend eine Hochdruckbehandlung mit einem Prozesswasser, bei dem das Prozesswasser (10) zur Aufbereitung zumindest einer zweistufigen Aufbereitung zu einem Reinwasser (404) unterzogen wird, umfassend:

a) einer Unterdruckfiltrierung, bei der ein poröser Filtergurt (103) mit einer Unterseite über eine Filterkammer geführt wird, die mit einem Unterdruck relativ zum Druck oberhalb des Filtergurtes beaufschlagt wird, wobei Prozesswasser so geführt wird, dass es mit einer der Unterseite gegenüberliegenden Oberseite des Filtergurtes in Kontakt kommt, so dass Prozesswasser (10) durch den anliegenden Unterdruck von der Oberseite durch den Filtergurt (103) zur Unterseite des Filtergurtes geführt wird, wobei zumindest ein Teil von im Prozesswasser enthaltenen Feststoffen als Filterkuchen (106) auf dem Filtergurt verbleibt, der in einen Sammelbehälter (108) überführt wird, wobei das von den Feststoffen zumindest teilweise befreite Prozesswasser als Filtrat abgeführt wird; und

b) einem Abtrennen von Kohlenwasserstoffen, bei dem das Prozesswasser (10) einer Koaleszenzabscheidung (200) zur Abtrennung von Kohlenwasserstoffen unterzogen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem in Schritt a) der Filtergurt umlaufend bewegt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mindestens eine der folgenden Flüssigkeiten:

- A) das Prozesswasser (10),
- B) das Filtrat (113) und
- C) das Reinwasser (404)

einer Bestrahlung mit einer UV-Strahlung unterzogen wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mindestens eine der folgenden Flüssigkeiten:

- A) das Prozesswasser (10),
- B) das Filtrat (113) und
- C) das Reinwasser (404)

mindestens einer der folgenden Messungen unterzogen wird:

- i) Messung der radiologischen Aktivität;
- ii) Messung der elektrischen Leitfähigkeit;
- iii) Messung der Partikelfracht und
- iv) Messung der Partikelgrößenverteilung.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem das Reinwasser als Prozesswasser zur Hochdruckbehandlung eingesetzt wird, wenn das Ergebnis der durchgeführten Messungen unterhalb jeweils eines vorgebaren Grenzwertes liegt.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, bei dem die Prozessparameter zumindest eines der Schritte a) und/oder b) in Abhängigkeit von den Ergebnissen mindestens einer der durchgeführten Messungen verändert werden.

5

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Reinwasser zur Durchführung einer Hochdruckbehandlung zum Entschichten eingesetzt wird.

10

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem in Schritt b) sich absetzende Partikel in einem Sammelbehälter (210) aufgenommen werden.

15

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem im Sammelbehälter (210) vorhandene Partikel durch einen Rückspülvorgang aus diesem entfernt werden.

20

Claims

1. Method for decoating coated elements of a nuclear plant, comprising a high-pressure treatment with a process water, in the course of which the process water (10) for preparation is subjected to at least a two-stage preparation to form a clean water (404), comprising the following steps:

25

a) a negative-pressure filtering, in the course of which a porous filter belt (103) with a lower side is passed via a filter chamber to which a negative pressure relative to the pressure above the filter belt is applied, wherein process water is conducted such that it comes into contact with an upper side of the filter belt that is opposite the lower side, such that process water (10) is conducted through the filter belt (103) from the upper side to the lower side of the filter belt owing to the prevailing negative pressure, wherein at least some solids present in the process water remain on the filter belt as a filter cake (106), which is transferred to a collection container (108), wherein the process water at least partially freed of the solids is discharged as filtrate; and

30

b) a separating out of hydrocarbons, in the course of which the process water (10) is subjected to coalescence separation (200) for separating out hydrocarbons.

35

40

45

2. Method according to Claim 1, in which, in step a), the filter belt is moved in circulating fashion.

50

3. Method according to either of the preceding claims, in which at least one of the following liquids:

- A) the process water (10),
- B) the filtrate (113) and
- C) the clean water (404)

is subjected to irradiation with UV radiation.

4. Method according to one of the preceding claims, in which at least one of the following liquids:

- A) the process water (10),
- B) the filtrate (113) and
- C) the clean water (404)

is subjected to at least one of the following measurements:

- i) measurement of the radiological activity;
- ii) measurement of the electrical conductivity;
- iii) measurement of the particulate load and
- iv) measurement of the particle size distribution.

5. Method according to Claim 4, in which the clean water is used as process water for the high-pressure treatment if the result of the measurements taken is below a respective predefinable threshold value.

6. Method according to Claim 4 or 5, in which the process parameters of at least one of the steps a) and/or b) are changed depending on the results of at least one of the measurements taken.

7. Method according to one of the preceding claims, in which the clean water is used to carry out a high-pressure decoating treatment.

8. Method according to one of the preceding claims, in which, in step b), particles that settle are received in a collection container (210).

9. Method according to Claim 8, in which particles present in the collection container (210) are removed from it by a backflushing operation.

Revendications

1. Procédé de déstratification d'éléments revêtus d'une installation basée sur la technique nucléaire, comprenant un traitement sous haute pression utilisant une eau de traitement, dans lequel l'eau de traitement (10) est soumise à une eau pure (404) en vue de préparer au moins une préparation à deux niveaux, comprenant :

- a) une filtration sous pression dans laquelle une ceinture de filtration poreuse (103) pourvue d'un côté inférieur est guidée au-dessus d'une chambre de filtration à laquelle une sous-pression est

- appliquée par rapport à la pression régnant au-dessus de la ceinture de filtration, dans laquelle l'eau de traitement est guidée de telle sorte qu'elle entre en contact avec un côté supérieur de la ceinture de filtration opposée au côté inférieur, de sorte que l'eau de traitement (10) est guidée, grâce à la sous-pression appliquée du côté supérieur, au travers de la ceinture de filtration (103) jusqu'à atteindre le côté inférieur de la ceinture de filtration, dans laquelle au moins une partie des matières solides contenues dans l'eau de traitement restent sous forme de gâteau de filtre (106) sur la ceinture de filtration, ledit gâteau étant transféré dans un récipient de collecte (108), dans lequel l'eau de traitement au moins en partie libérée par les matières solides est évacuée sous forme de filtrat ; et
- b) une séparation des hydrocarbures, dans laquelle l'eau de traitement (10) est soumise à une séparation par coalescence (200) en vue de séparer les hydrocarbures.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la ceinture de filtration est déplacée de façon circumferentielle au cours de l'étape a).
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins un des fluides suivants :
- A) l'eau de traitement (10) ;
B) le filtrat (113) ; et
C) l'eau pure (404) ;
- est soumis à une irradiation au rayonnement UV.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins un des fluides suivants :
- A) l'eau de traitement (10) ;
B) le filtrat (113) ; et
C) l'eau pure (404) ;
- est soumis à au moins une des mesures suivantes :
- i) mesure de l'activité radiologique ;
ii) mesure de la conductivité électrique ;
iii) mesure de la charge en particules ; et
iv) mesure de la distribution en taille des particules.
5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel l'eau pure sert d'eau de traitement permettant de réaliser un traitement sous haute pression lorsque le résultat des mesures réalisées se situent en dessous d'une valeur limite prédéfinissable respective.
6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, dans lequel les paramètres de traitement sont modifiés au moins à une des étapes a) et/ou b) en fonction des résultats d'au moins une des mesures effectuées.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'eau pure est utilisée pour mettre en œuvre un traitement sous haute pression de déstratification.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel à l'étape b) les particules se sédimentant sont reçues dans un récipient de collecte (210) .
9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel les particules présentes dans le récipient de collecte (210) sont retirées dudit récipient au travers d'un processus de lavage à contre-courant.

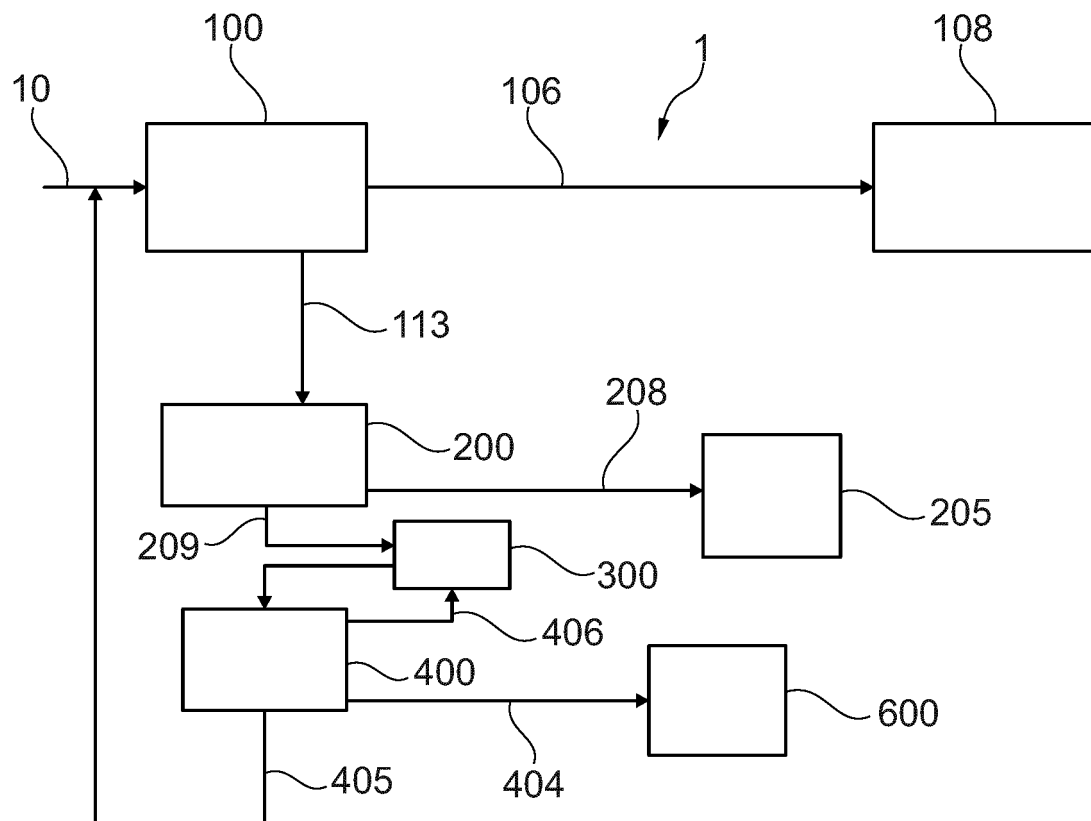


Fig. 1

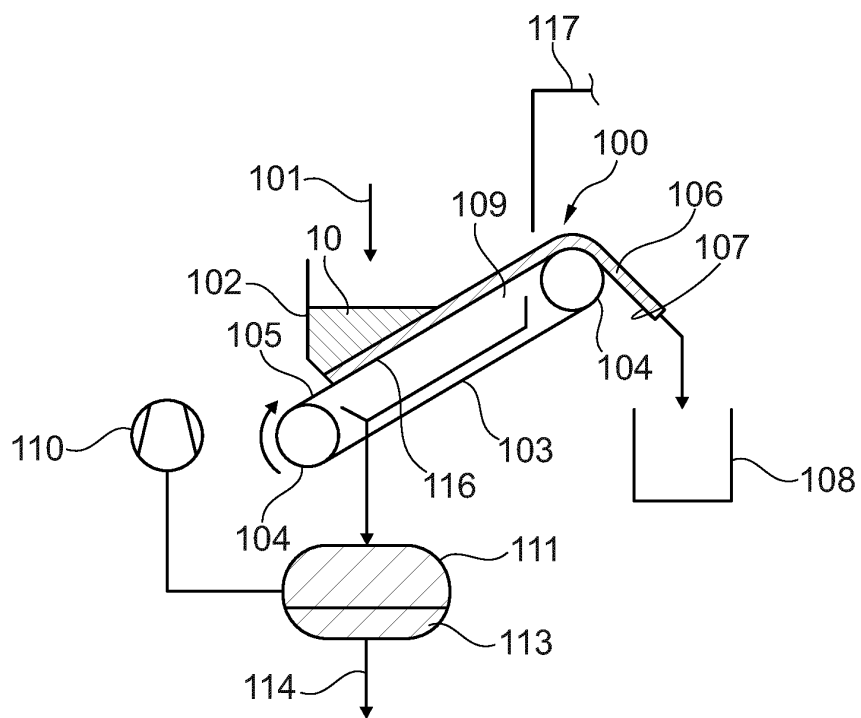


Fig. 2

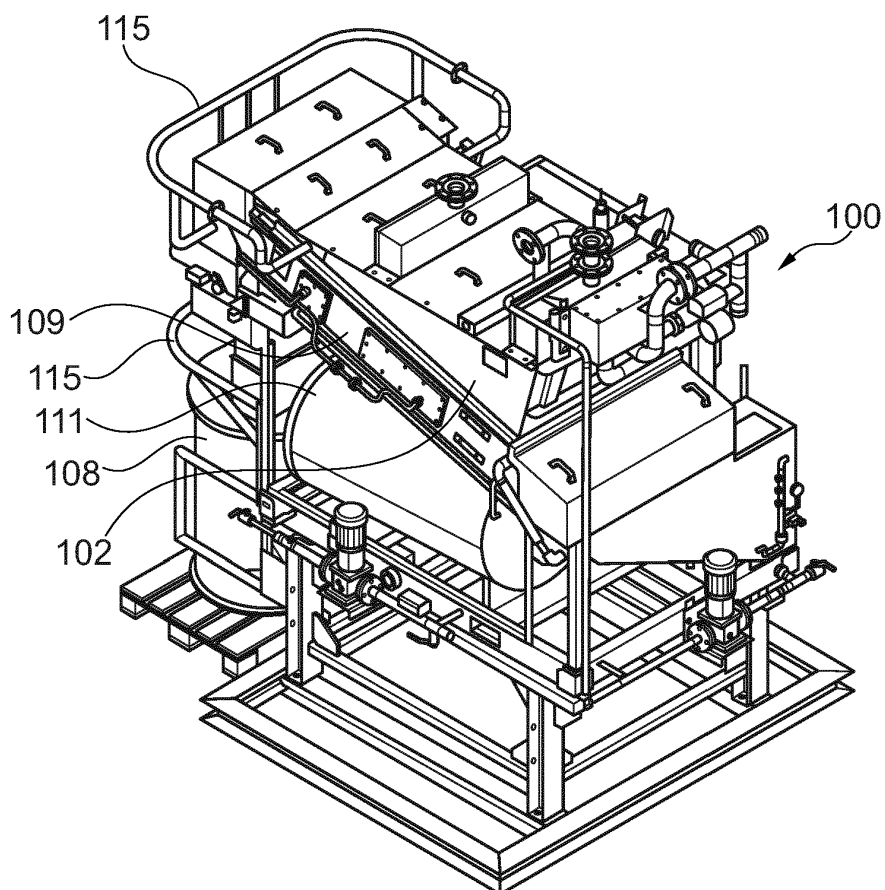


Fig. 3

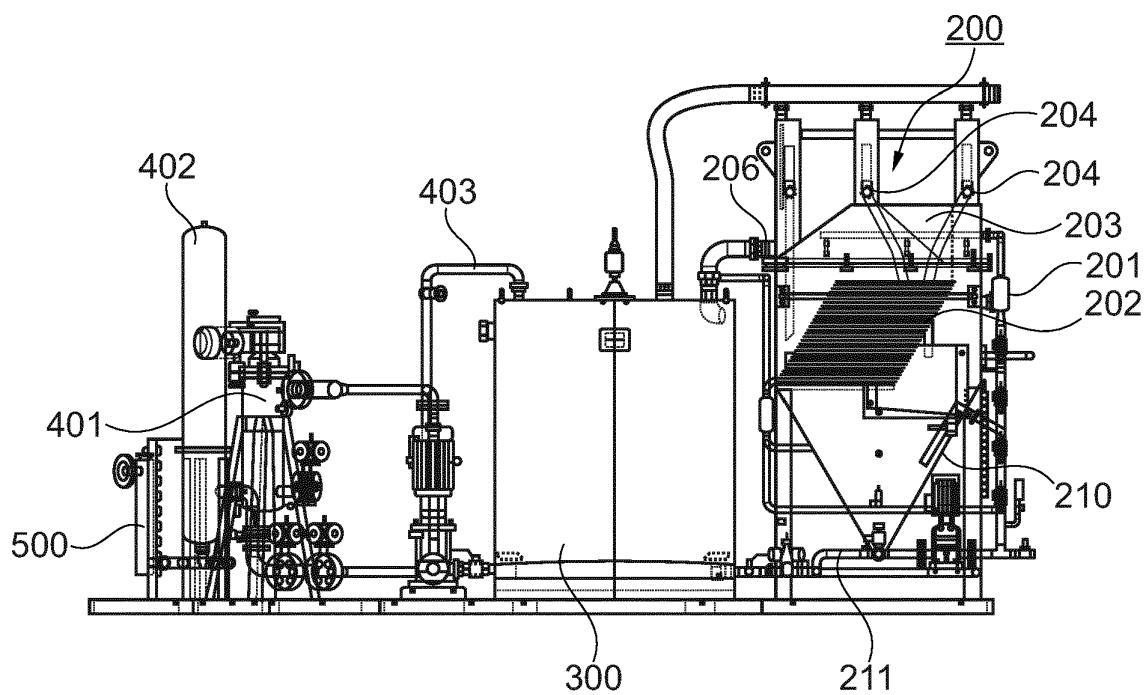


Fig. 4

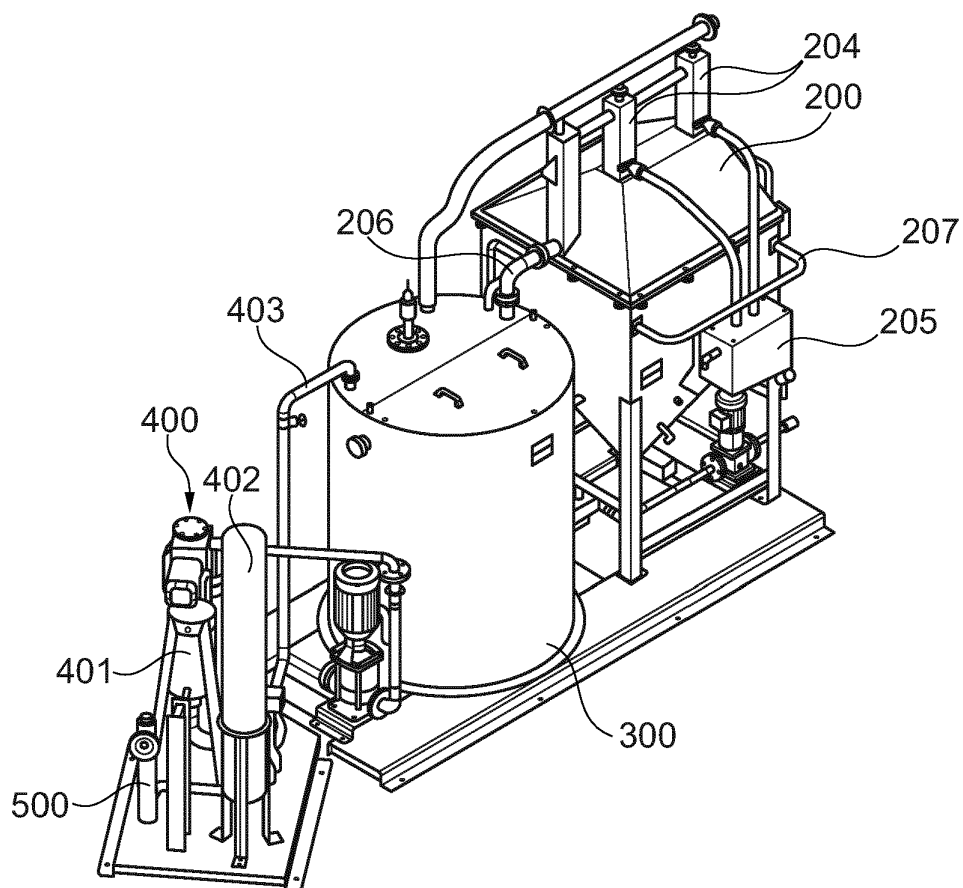


Fig. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 3962078 A [0004]