

(19)



(11)

EP 2 540 351 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

veröffentlicht nach Art. 153 Abs. 4 EPÜ

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2013 Patentblatt 2013/01

(51) Int Cl.:
A62C 3/06 (2006.01) B05B 17/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10846730.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/RU2010/000754

(22) Anmeldetag: **14.12.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/105926 (01.09.2011 Gazette 2011/35)

(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

(30) Priorität: **24.02.2010 RU 2010106910**

(71) Anmelder:

- **Seliverstov, Vladimir Ivanovich**
Moskovskaya obl. 141300 (RU)
- **Stenkovoy, Vladimir Ilyich**
Moskovskaya obl. 141300 (RU)
- **Baratov, Anatoliy Nikolaevich**
Moskovskaya obl. 143903 (RU)
- **Bakharev, Valeriy Leonidovich**
Moskovskaya obl. 141300 (RU)
- **Veretinskiy, Pavel Gennadievich**
Moskovskaya obl. 141300 (RU)
- **Osmakov, Dmitriy Dmitrievich**
Moskovskaya obl. 141300 (RU)
- **Rzhavskiy, Lev Vladislavovich**
Moskovskaya obl. 141300 (RU)
- **Trubnikova, Galina Vladimirovna**
Moskovskaya obl. 141300 (RU)

(72) Erfinder:

- **Seliverstov, Vladimir Ivanovich**
Moskovskaya obl. 141300 (RU)
- **Stenkovoy, Vladimir Ilyich**
Moskovskaya obl. 141300 (RU)
- **Baratov, Anatoliy Nikolaevich**
Moskovskaya obl. 143903 (RU)
- **Bakharev, Valeriy Leonidovich**
Moskovskaya obl. 141300 (RU)
- **Veretinskiy, Pavel Gennadievich**
Moskovskaya obl. 141300 (RU)
- **Osmakov, Dmitriy Dmitrievich**
Moskovskaya obl. 141300 (RU)
- **Rzhavskiy, Lev Vladislavovich**
Moskovskaya obl. 141300 (RU)
- **Trubnikova, Galina Vladimirovna**
Moskovskaya obl. 141300 (RU)

(74) Vertreter: **Jeck, Anton**
Jeck - Fleck - Herrmann
Klingengasse 2/1
71657 Vaihingen/Enz (DE)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM LÖSCHEN VON ÖL- UND ERDÖLPRODUKTEN IN TANKS**

(57) Die Erfindung gehört zur Technik des Brand-schutzes und betrifft ein Verfahren zum Löschen von Öl und Petroleum in einem Tank, wobei dieses Verfahren das Zuführen eines feuerlöschenden Gemisches über einen Schwimmsprinkler umfasst, der dieses Gemisch über der Oberfläche der brennenden Flüssigkeit abregnet. Das Feuerlöschverfahren weist drei Schritte auf:

Einen ersten Schritt, der das Installieren eines Schwimmsprinklers umfasst, der mit einer Rohrleitung und durch ein Ventil mit einer Einspritzdüse unter der Schicht der brennenden Flüssigkeit verbunden ist,

Einen zweiten Schritt, bei dem nach Abgabe eines Signals von einem Feuermelder das Ventil auf der Einspritzdüse geöffnet und das feuerlöschende Gemisch durch die Rohrleitung und den Schwimmsprinkler unter die Schicht und/oder der Oberfläche der brennenden

Flüssigkeit in Form von kompakten Strahlen vom Mittelpunkt zur Peripherie und parallel zur Horizontalen zugeführt wird,

Einen dritten Schritt, bei dem der Schwimmsprinkler über die Oberfläche der brennenden Flüssigkeit gebracht wird.

In der Vorrichtung zum Löschen der Öl- und Petroleumprodukte ist die Ausgangsrohrleitung außerhalb des Tanks über ein Gelenk und das Ventil mit der Einspritzdüse verbunden. Auf der anderen Seite ist die Rohrleitung über ein Gelenk und einen Schwimmer mit dem Sprinkler verbunden. Der Schwimmer weist einen hydrostatischen Auftrieb auf. Der Sprinkler umfasst mindestens eine Reihe von Düsenmundstücken. Das technische Ergebnis der Erfindung besteht in einer Erhöhung der Feuerlöschwirksamkeit in Tanks, weil die Löszeit

EP 2 540 351 A1

und die Metallmasse der Vorrichtung vermindert werden.

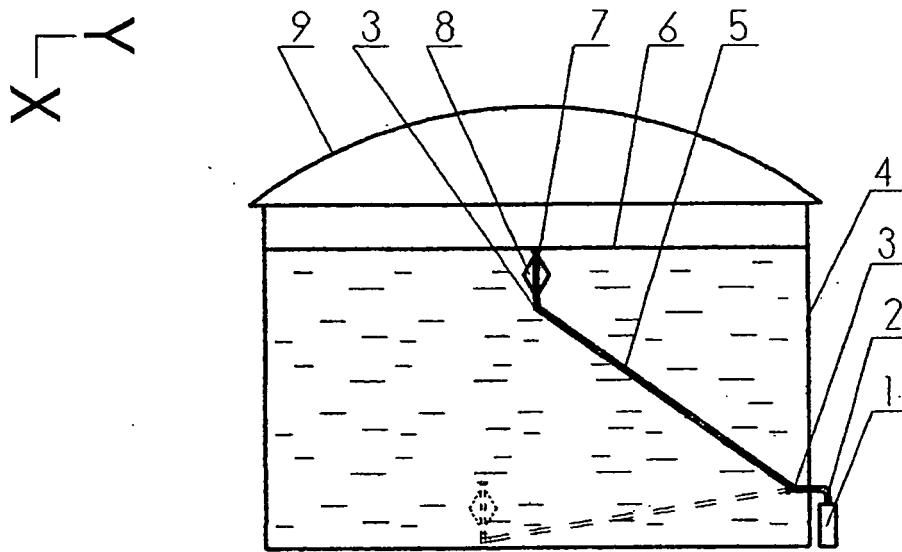


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Tanklöschverfahren zum Löschen von Erdölbränden nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Die Erfindung ist in der Brandschutztechnik einsetzbar. Sie bietet ein Verfahren und eine Einrichtung zum Löschen von Erdöl- und Ölproduktbränden, brennbaren Flüssigkeiten (Brennflüssigkeiten) und leicht entzündbaren Flüssigkeiten in Stahlhochtanks (SHT) und Stahlhoch-Festdachtanks mit Ponton (SHTP).

[0003] Aus der Druckschrift RU 1687266 vom 30.10.91 ist ein Verfahren zum Löschen von brennenden Flüssigkeiten bekannt. Nach diesem Verfahren wird festes zerkleinertes Kohlendioxyd mit einem Durchmesser von 3 - 4 cm des Granulats dem Brandherd zugeführt. Die Granulate werden als kompakte Sätze unter die Schicht der brennenden Flüssigkeit geführt. Die Mängel des Verfahrens zum Löschen der brennenden Flüssigkeiten mittels des festen Kohlendioxyds umfassen eine erschwerte Zuführung von Trockeneis dem brennenden Tank über Prozess-Verlade-Rohrleitungen und einen großer Verbrauch für die Brandbekämpfung (min. 0,7 kg/m³) und für die Lagerung in Thermoanlagen.

[0004] Es ist auch ein Gaspulverlöschverfahren aus einem Pulverfeuerlöscher zur Lokalbrandbekämpfung bekannt. Es enthält eine Flaschenkanone mit Feuerlöschpulver, eine Gaserzeugungszelle mit einer Sprengstoffladung und eine Zündpatrone sowie ein automatisches Steuer- und Überwachungssystem. Dieser Feuerlöscher ist den Richtlinien VNI-IPO MVD RF (Allrussisches wissenschaftliches Forschungsinstitut für Feuerschutz, Ministerium für innere Angelegenheiten RF der UdSSR, 1978, S. 12, 16, 30, Abb. 5 und 4) zu entnehmen. Die Mängel dieses Verfahrens sind:

- ein erhöhtes spezifisches Gewicht der Einrichtung gegenüber dem Gewicht ihrer Löschmittelladung;
- ein hoher Druck (100 MPa) und eine hohe Temperatur (1500 - 2000° C) in der Gaserzeugungszelle;
- ein Hochdruck (10 MPa) im Gehäuse des Feuerlöschers;
- eine Unhandlichkeit dieses Löschverfahrens wegen zu hoher Ausströmgeschwindigkeit (bis zu 250 m/Sek.) des Feuerlöschmittels und eine erhöhte Gefährdung für das Bedienpersonal.

[0005] Das Patent RU 2129031 vom 18.08.92 beschreibt ein Feuerlöschverfahren, wonach die brennende Oberfläche mit einem aerosolbildenden Festbrennstoff in Form von Schaumgranulat oder Schaumnebulkörpern mit einem spezifischen Gewicht von 800 kg/m³ bekämpft wird. Die Schaumgranulate bzw. die Schaumnebulkörper sind mit einem Feuchtigkeitsschutzmittel beschichtet. Dabei ist die Entzündungstemperatur des Feuchtigkeitsschutzmittels 120 - 140 °C. Das Feuchtigkeitsschutzmittel wird gemäß der Erfindung manuell zugeführt (die Säckchen mit Schaumgranulat werden auf die brennende Oberfläche des Erdöltanks hinuntergeworfen) oder durch einen Schlauch vom Tanklöschfahrzeug gefördert.

[0006] Nach Meinung der Erfinder ist dieses Verfahren in der Praxis so gut wie nicht ausführbar und zwar, da die Zuführung eines festbrennstoffgestützten bzw. pyrotechnischen Löschmittels mit den oben angegebenen Kenndaten zur Oberfläche des brennenden Tanks äußerst gefährlich ist, besonders wenn die Brennfläche 375 m² groß ist. Der Tankdurchmesser eines SHT-5000-Tanks beträgt 21,1 m, und die Brennfläche beträgt 356 m². Die Höhe der Flamme beträgt beim Erdölbrand ca. das 1- bis 2fache des Tankdurchmessers. So wird der Flammenumfang bei 21,1 m (Tankdurchmesser) hohen Flammen 7511,6 m³ betragen. Gemäß der Beschreibung werden 24 kg Schaumgranulat mit einem Durchmesser von 8 bis 10 mm und einer Dichte von 600 kg/m³ nur 1 % der gesamten Brennfläche abdecken. Die erreichbare Aerosolkonzentration (vorausgesetzt, dass der Löschmittel-Ausnutzungskoeffizient gleich Eins ist) wird dann 24000 g : 7511,6 m³ = 3,19 g/m³ betragen, während die Erfinder C_{Lösch} = 63 g/m³ angeben.

[0007] Wenn man berücksichtigt, dass der Umfang der ausgeschiedenen Gase 1600 mal so groß ist wie der Umfang der Schaumnebulkörper, so wird die Menge der Verbrennungsprodukte 64 m³ erreichen. Das macht 0,85% des Flammenumfangs aus. Solche Löschmittel mit einer Feuerlöschkonzentration von 3,19 g/m³ oder 0,85 % (Umfang) oder 24 kg : 356 m² = 0,067 kg/m² sind zur Zeit nicht bekannt. Folglich kann dieses Löschverfahren rein physikalisch als unmöglich angesehen werden.

[0008] Aus dem Patent RU 2096053 (A62C 2/00 vom 05.08.94) ist ein weiteres Tanklöschverfahren bekannt. Dieses Verfahren besteht in der Verbrennung einer Festbrennstoffzusammensetzung und in der Zuführung einer abgekühlten Gas-Aerosol-Mischung der brennenden Oberfläche in Aufwärtsrichtung (von unten nach oben). Dabei wird die Abkühlung in 2 Schritten vorgenommen. Zuerst werden die Verbrennungsprodukte der Festbrennstoffzusammensetzung in einer Rohrleitung abgekühlt. Dafür wird Wasser oder Salzwasserlösung verwendet. Im zweiten Schritt wird der Rest (unaufgelöster, nicht abgesetzter und nicht kondensierter Rest) der Gas-Aerosol-Mischung über eine Schicht der brennbaren oder leicht entzündbaren Flüssigkeit an die Brennoberfläche barbotiert. Der spezifische Verbrauch des Feuerlöschmittels in Bezug auf die brennende Oberfläche betrug 0,2 kg/m² bei einer Brennfläche von 1 m², der Umfang der leicht entzündbaren Flüssigkeit 0,75 m³ und die Säule der leicht entzündbaren Flüssigkeit 0,75 m.

[0009] Die Hauptnachteile dieses Verfahrens sind eine erhöhte Feuergefährlichkeit (Anwendung von pyrophoren Festbrennstoffzusammensetzungen auf Anlagen mit größerer Brandgefährdung), eine Wärmepyrolyse von Erdöl und den Ölprodukten durch die Verbrennungsprodukte sowie ein relativ hoher Feuerlöschmittelverbrauch bei der Barbotage der

Gas-Aerosol-Mischung in Groß-SHT. So haben die in der RF am häufigsten benutzten SHT-5000 mit einer Kapazität von 5000 m³ einen Spiegeldurchmesser von 22,8 m und eine enthaltene Flüssigkeitssäule von 11,92 m. Die Spiegelfläche beträgt 408 m². Folglich muss, um die Gas-Aerosol-Mischung über den Flüssigkeitsspiegel in SHT-5000 unter Naturbedingungen gleichmäßig zu verteilen, zusätzlich zu den im Patent beschriebenen Maßnahmen eine Rohrabwicklung zur Barbotage der Gas-Aerosol-Mischung verwendet werden. Dabei wird der Durchmesser der Barboteur-Löcher wie folgt berechnet:

$$4 \left[\frac{\sigma_f}{g(\rho_f - \rho_g)} \right]^{1/2} \leq d_0 < 29 \times \frac{\sigma_f^2 g(\rho_f - \rho_g)}{\rho_f \rho_g [H \rho_f g / P_a + 1]^3} \quad (1)$$

worin

- σ_f - den Koeffizienten der Oberflächenspannung der brennbaren Flüssigkeit;
- ρ_g - die Dichte der Verbrennungsgase;
- H - die Höhe der Flüssigkeitssäule über dem Barboteur;
- P_a - den atmosphärischen Druck;
- g - die Erdbeschleunigung;
- a - den Lochabstand L im Barboteur bedeuten. Der Lochabstand L wird wie folgt berechnet:

$$L > \left[\frac{6 d_0 \sigma_f}{g(\rho_f - \rho_g)} \right]^{1/3} * \left[\frac{H \rho_f g}{P_a} + 1 \right] \quad (2)$$

(s. Ya. E. Geguzin). Blasen.- M.: 1985)

[0010] Gemäß den Versuchsdaten (I. V. Belov, E. V. Prokolov. Bewegungsgeschwindigkeit und Formen der Luftblasen im Wasser //PMTF, Heft 3, 1968) beträgt die Auftauchgeschwindigkeit der Blasen im Durchschnitt u_{Blas} ca. 0,23 m/Sek. bei $d_{\text{Blas}} \geq 2$ mm.

[0011] Die Berechnungen zeigen, dass der optimale Durchmesser der Barboteurlöcher $d_0 = 3$ mm und der Lochabstand $L = 9$ mm (s. Patent RU 2126702 A62 C3/06) betragen. Somit ist für den erforderlichen Brandlöschereffekt im SHT-5000 ein Barboteur mit 50000 Löchern notwendig.

[0012] Die Verluste des Feuerlösch-aerosols in Rohrleitungen und bei den Kühlern betragen jeweils bis zu 50 % (V. V. Agafonov, N. P. Kopylov. Aerosol- Feuerlöschanlagen. M.: 1999. 302 S.). Unter Naturbedingungen beträgt der tatsächliche Verbrauch im Endeffekt 0,8 kg/m. Dabei liegt die Zufuhrdauer der Gas-Aerosol-Mischung zur Oberfläche mit brennender Flüssigkeit mit Rücksicht auf die Laufzeit des Feuerlösch-Aerosolerzeugers mind. 2 Minuten.

[0013] Aus dem Stand der Technik ist ein Tanklöschverfahren zum Löschen von leicht entzündbaren Flüssigkeiten und brennbaren Flüssigkeiten nach dem Patent RU 2241508 bekannt. Gemäß diesem Verfahren wird der Brennbereich dadurch gelöscht, dass die disperse Feuerlösch-Gasmischung (disperse Gasmischung) dem Brandbereich von unten nach oben zugeführt wird. Die disperse Feuerlösch-Gasmischung wird dadurch gebildet, dass ein gasförmiges und/oder verflüssigtes Gas-Phlegmatisierungsmittel (Verbrennungsverzögerer) und/oder ein gasförmiger und/oder verflüssigter homogener Flammenhemmer und/oder ein kohlenwasserstoffabweisender Oberflächenaktivstoff unter einem Druck von mind. 2 MPa dem Behälter mit einem pulverförmigen oder flüssigen heterogenen Flammenhemmstoff zugeführt wird. Der Behälter ist dabei mit einem Ventil ausgestattet, welches den Auslass von disperser Gasmischung über eine gelochte Sprühdüse oder über mehrere Sprühdüsen bei einem Behälterdruck von mind. 0,42 MPa sicherstellt. Die gelochten Sprühdüsen sorgen dabei für eine Zerstäubung der dispersen Gasmischung um 180° mit einem Verbrauch von mind. 1 kg/Sek. Die Zerstäubungsrichtung verläuft gleichläufig mit der Oberfläche der brennenden Flüssigkeit und in die obere Hemisphäre über der Oberfläche der o. g. Flüssigkeit. Die Zerstäubungsintensität stellt dabei die Konzentration der dispersen Gasmischung von wenigstens 0,09 kg/m³ in der Mitte der Flamme oberhalb der brennenden Oberfläche sicher. Dabei liegt das Massenverhältnis zwischen der Gas- und der dispersen Phase der Feuerlöschmischung innerhalb von 0,2 : 1 bis 15 : 1. Als Gasbestandteil werden ein inertes Gas (z. B. CO₂, N₂, Ar oder ihre Mischung) und/oder ein ozonunschädlicher Halogenkohlenwasserstoff benutzt. Als heterogener Flammenhemmer kommen ein Feuerlöschpulver auf Karbonat- und/oder Chlorid- und/oder Phosphatbasis von Alkali- und/oder Erdalkalimetallen und/oder auf Ammoniumbasis oder eine Vernebelungslösung von Orthophosphorsäure zum Einsatz.

[0014] Die disperse Gasmischung wird gleichzeitig aus mehreren Generatoren zugeführt, die auf der Oberfläche der

Flüssigkeit im Tank schwimmen und sich sowohl am Umfang des Tanks als auch in seiner Mitte befinden. Dabei ist der resultierende Vektor der waagerechten Zerstäubung der Peripheriegeneratoren zum Mittelpunkt hin und der Mittengegeneratoren zum Rand hin ausgerichtet. Der resultierende Zerstäubungsvektor der der oberen Hemisphäre zugewandten Peripheriegeneratoren ist zum Mittelpunkt der Flamme und der zentral gelegenen Generatoren vom Mittelpunkt des Spiegels der brennenden Oberfläche zum Rand hin unter einem Winkel von 90° zum oben genannten Vektor ausgerichtet.

[0015] Der Hauptmangel dieses Verfahrens ist seine Explosionsunbeständigkeit. Das heißt, bei einer Dampfexplosion von leicht entzündbaren Flüssigkeiten bzw. Brennfüssigkeit kommt eine Demontage der auf der Flüssigkeitsoberfläche schwimmenden Einrichtungen im SHT zustande, so dass diese Einrichtungen aus dem Tank hinausgeworfen werden.

[0016] Durch das Patent RU 2355450 C2 ist ein Verfahren zum Löschen von leichtentzündbaren und brennbaren Flüssigkeiten in Festdachtanks oder in Festdachtanks mit Ponton oder Schwimmdachtanks bekannt. Dabei wird die disperse Feuerlösch-Gasmischung aus einer Feuerlösch-Moduleinrichtung oder einer Gruppe von Einrichtungen gefördert, die außerhalb des Tanks bzw. auf dem Schwimmdach des Tanks angeordnet sind. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass die disperse Feuerlösch-Gasmischung in zwei Schritten hergestellt wird. Der erste Schritt erfolgt in einer Vorkammer des Behälters, die den dispersen heterogenen Flammenhemmstoff enthält. Dabei wird darin mindestens ein Fünftel des gasförmigen und/oder verflüssigten Flammenhemmers oder der Mischung von gasförmigem und/oder verflüssigtem Phlegmatisierungsmittel mit Methyl-, Äthyl-, Propylkarbinol oder ihrer Mischung und/oder 5 - 20 % einer Jodlösung oder eines Jodids des Alkalimetalls oder Ammoniums oder ihrer Mischung in den o. g. Karbinol-Lösemitteln unter einem Druck von mind. 2,5 MPa gefördert. Dabei werden die gasförmigen und/oder verflüssigten Mischungszutaten in die Vorkammer aus einer Flasche oder einer Flaschenanlage oder einem Gaserzeuger mit Auslöse- und Sperrvorrichtungen nach einem Signal von einem Melder oder manuell über ein Belüftungsrohr eingelassen. Das Belüftungsrohr ist innerhalb der Vorkammer eingebaut. Die Vorkammer ist über ein Auslassventil mit einer sekundären Beschleunigungsmischkammer verbunden. Die Auslöse- und Sperrvorrichtungen öffnen sich beim Druck von mind. 0,9 MPa. Hier wird eine endgültige disperse Gasmischung von Gas zur dispersen Phase in einem Verhältnis im Bereich von 0,35 : 1 bis 100 : 1 gebildet. Dabei wird ein solches Verhältnis der Gas- und verflüssigten Phlegmatisierungsmittel genommen, welches einen Druck von mind. 4 MPa bei einer Temperatur von -50 °C in der Flaschengasanlage sicherstellt. Der zweite Schritt: Die disperse Gasmischung wird aus der Beschleunigungsmischkammer über eine Rohrleitung in eine Düseneinheit gefördert. Die Düseneinheit hat ein Absperrventil, welches die Düseneinheit öffnet. Dabei ist die Düseneinheit mit einem Überschall-Konfusor versehen, wobei das Länge-Durchmesser-Verhältnis der Düse einen Druck von mind. 0,1 MPa an der Mündung und einen Massenverbrauch von mind. 15 kg/Sek. sicherstellt. Dabei werden als gasförmiges und/oder verflüssigtes Phlegmatisierungsmittel Kohlendioxid und/oder Fluorkarbone oder Schwefelhexafluorid verwendet. Als gasförmige und/oder verflüssigte homogene Flammenhemmer werden Brom- und/oder Jod-Halogen-Kohlenwasserstoffe verwendet. Als Gas-Phlegmatisierungsmittel werden Stickstoff oder Argon verwendet. Als heterogene Flammenhemmer werden Feuerlöschpulver auf Chlorid-, Sulfat-, Phosphat- oder Karbonatbasis von Alkali-, Erdalkalimetallen oder Ammonium oder ihrer Mischung benutzt.

[0017] Durch das Patent RU 2355450 C2 ist ein Tanklöschverfahren für Brennfüssigkeiten bekannt. Der Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, dass seine Anwendung ziemlich erschwert ist. Das liegt daran, dass die Sprühdüse sich über der Oberfläche der Brennfüssigkeit befindet. Deswegen kommt bei einer explosiven Verbrennung ihre Zerlegung zustande.

[0018] Durch das Patent RU 2258549 vom 03.02.2004 ist ein Tanklöschverfahren bekannt, welches als Prototyp betrachtet wird. Nach diesem Verfahren wird eine disperse Gas-Feuerlöschmischung dem Flüssigkeitsbrennbereich aus einer in der Mitte schwimmenden Einrichtung zugeführt.

[0019] Der Nachteil des Prototypverfahrens ist ebenfalls eine Explosionsunbeständigkeit.

[0020] Die durch das Patent US 5573068 (IPC A 62 C3/06 vom 12.11.1996) bekannte Tanklöscheinrichtung zur Erdölbrandbekämpfung weist einen Gas-Pulver-Injektor und/oder einen Gas-Flüssig-Injektor (Schaumgenerator - Schaumerzeugungsanlage) auf, welche das Feuerlöschmittel in ein System von Ring- und Radialrohrleitungen über eine Auslöse-Absperreinrichtung einblasen. Die Rohrleitungen liegen im Erdöl waagrecht und gleichläufig mit dem Tankboden und sind mit einem System von stehenden Rohren verbunden. Der obere Teil dieser Rohre liegt über der Erdöloberfläche. Im oberen Teil dieser Rohre sind jeweils Sprühdüsen eingebaut, welche beim Ölbrand die Zufuhr von Feuerlöschmittel über die brennende Oberfläche der Brennfüssigkeit sicherstellen. Diese Einrichtung gilt als Prototyp.

[0021] Die Mängel dieser Prototypenrichtung sind:

1. Ein hoher Metallaufwand der Einrichtung, z. B. der Tank SHT-5000 mit einem Ölspiegeldurchmesser von 22,8 m und einer Säulenhöhe von 11,92 m: Gemäß der Beschreibung der Prototypenrichtung wird die Menge von

Ringrohrleitungen als $\sqrt[3]{d_{\text{Tank}}}$ festgelegt. Das heißt, in unserem Fall beläuft sich die Anzahl der Ringrohrleitungen auf $\sqrt[3]{228} \approx 2,83$ also 3 Ringrohrleitungen. Dabei steht die Ringrohrleitung mit dem größten Radius weniger als 1 m von der Innenwandung von SHT ab. Das heißt, der max. Ringdurchmesser beträgt ca. 21 m, der mittlere ca.

14 m und der innere Ringdurchmesser ca. 7 m. Alle drei Ringe sind wenigstens mit Hilfe von sechs sich kreuzenden Radialrohren verbunden. Das heißt, es kommen noch 6 Rohre à 21 m hinzu. An den Kreuzungen der Ring- und Radialrohre sind senkrechte, ca. 11 m hohe Ablaufrohre montiert. Das sind noch 13 Rohre à 11 m lang. Somit beträgt die Gesamtlänge der Rohrleitungen: $L = \pi D_1 + \pi D_2 + \pi D_3 + D_1 + 13 \cdot 11 \text{ m} = 66 \text{ m} + 44 \text{ m} + 22 \text{ m} + 126 \text{ m} + 143 \text{ m} = 401 \text{ m}$. Der Innendurchmesser der Rohrleitung für ein Schaumfeuerlöschen beträgt 200 mm und für ein Pulverlöschen 50 mm. Das Gewicht der Schaum-Stahlrohrleitung für das Pulverlöschsystem bei einer Wandstärke von 5 mm ist 9,6 t. Bei einer Wandstärke von 3 mm beträgt das Rohrleitungsgewicht nur 1,5 t.

2. Die Sprühdüsen sind über dem höchsten Flüssigkeitsstand auf einer Höhe von 0,15 - 0,3 m starr befestigt. Die Säule der Brennflüssigkeit kann in SHT-5000 11,5 m betragen. Das heißt, je nach dem Verbrauch der Brennflüssigkeit oder der leicht entzündbaren Flüssigkeit, die sich im Behälter befinden, werden die Löschbedingungen unterschiedlich sein, weil es viel schwieriger ist, den Strahl auf die brennende Oberfläche mit einer Höhe von 11,5 m zu fördern, sowohl wegen der Bewegungsenergieverluste beim Strahl als auch wegen der Überwindung der Gegenströmung der verdunstbaren Brennflüssigkeit und/oder der Verbrennungsprodukte dieser Flüssigkeit.

3. Bei Ölbränden in SHT mit festem oder schwimmendem Dach kommen praktisch immer eine räumliche Verbrennung der im SHT enthaltenen Dämpfe und in der Regel die Zerlegung des Festdachs und der automatischen Feuerlöschanlagen zustande, die im oberen Teil von SHT eingebaut sind (s. I.F. Sharovarnikov, V.P. Moltchanov und andere. Erdölbrandbekämpfung. - M.: Kalan, 2002, S. 437).

4. Ein wesentlicher Nachteil der Prototypeinrichtung ist ebenfalls der hohe spezifische Feuerlöschmittelverbrauch, wenn das Feuerlöschmittel dem Brandbereich von oben zugeführt wird (s. A.N. Baratov, E.M. Ivanov. Feuerlöschen in Chemie- und Petrochemiebetrieben. -M.: Chimia, 1979, S. 368 sowie die vorherige Quelle: I.F. Sharovarnikov, V.P. Moltchanov und andere. Erdölbrandbekämpfung. - M.: Kalan, 2002, S. 437). Der Verbrauch des Feuerlöschmittels auf Natronbasis und eines Pulvers auf Ammoniumphosphat-Basis beträgt gemäß den oben genannten Druckschriften 1,5 bis 4,5 kg/m². Bei Schaum beläuft sich der Verbrauch auf 1,4 bis 2,6 kg/m².

[0022] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu entwickeln, die beständig gegen Erdölexplosionen in den Tanks sind und die ein wirksames Löschen der Erdölbrände in Tanks durch eine Verkürzung der Löschdauer und eine Verminderung des Metallaufwands für die Konstruktion der Einrichtung sicherstellen.

[0023] Die gestellte Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0024] Die gestellte Aufgabe wird bei der Ausführung des Verfahrens und der Einrichtung zum Löschen der Brennflüssigkeit in Festdachtanks gelöst. Dafür wird eine Gas- oder Dispersionsgas-Feuerlöschmischung aus einer sich außerhalb des Tanks befindlichen Löschmoduleinrichtung (Injektor) über eine Auslöse-Absperrvorrichtung, eine Auslassleitung und eine Sprühdüse in die Brandzone befördert. Dabei taucht eine Schwimmer-Sprühdüse zur Brandbekämpfung auf der Oberfläche der brennenden Flüssigkeit auf. Das Feuerlöschen wird in drei Schritten durchgeführt:

[0025] Erster Schritt: Die oben genannte Schwimmer-Sprühdüse wird unter der Schicht der brennbaren Flüssigkeit aufgestellt. Die Aufstellungstiefe entspricht wenigstens der Höhe der Sprühdüse und/oder der Oberfläche der genannten Flüssigkeit. Dabei wird die Leitungslänge aus folgendem Verhältnis festgelegt:

$$L_R = \sqrt{R_T^2 + (H_{bF} - H_{Inj} - H_{Düse})^2}$$

wobei

L_R - die Länge der Rohrleitung zwischen dem Injektor und der Schwimmer-Sprühdüse (Leitungslänge vom Eintrittspunkt im Tank bis zur Verbindungsstelle mit der Schwimmer-Sprühdüse) in m,

R_T - der Tankradius in m,

H_{bF} - die max. Einfüllhöhe der brennbaren Flüssigkeit im Tank in m,

H_{Inj} - die Eintrittshöhe der Auslassleitung aus dem Injektor in den Tank in m und

$H_{Düse}$ - die Höhe der Sprühdüse in m

sind.

[0026] Zweiter Schritt: Nach einem Signal vom Feuermelder wird die Auslöse-Absperrvorrichtung am Injektor geöffnet. Die oben genannte Feuerlöschmischung wird aus dem Injektor in die Auslassleitung und die Schwimmer-Sprühdüse

gefördert. Dabei wird die Feuerlöschmischung aus der Schwimmer-Sprühdüse genau unter die Schicht und/oder auf die Oberfläche der Flüssigkeit in geschlossenen Strahlen vom Mittelpunkt zum Rand hin gerichtet. Die Strahlen laufen gleichläufig mit dem Spiegel und zwar mit einer Ablenkung um 360°. 0,05 - 0,2 Teile der oben genannten Feuerlöschmischung werden über die Düsen unter einem Winkel von 3 bis 90° zur Oberfläche der brennenden Flüssigkeit im Tank zerstäubt, um eine Auftriebskraft zu erzeugen. Diese Auftriebskraft stellt die positive Schwimmfähigkeit der Anordnung "Auslassleitung - Schwimmer-Sprühdüse" sicher.

[0027] Der dritte Schritt sorgt für ein Auftauchen der Schwimmer-Sprühdüse oberhalb der brennenden Oberfläche um eine Höhe von 0,005 D_T bis 0,05 D_T, wobei D_T für den Tankdurchmesser steht. Dabei wird die Feuerlöschmischung mit einer Durchflussrate von mind. 0,15 kg/Sek.·m² mit einer Kreisablenkung der Strahlen gefördert. Dabei wird die Anzahl der Strahlen wie folgt bestimmt:

$$\frac{90^\circ}{\alpha} \leq n \leq \frac{360^\circ}{\alpha}$$

wobei

n für die Anzahl der Strahlen und

α für den Strahl-Divergenzwinkel stehen.

[0028] Die Sprühdüse kann im Voraus über der Oberfläche der Schicht der brennbaren Flüssigkeit angeordnet werden

[0029] Als Dispersionsgas-Feuerlöschmischung wird eine disperse Feuerlöschzusammensetzung angewendet. Sie enthält einen hochdispersen Zusatz, einen Zielzusatz für die Fließbarkeit, ein siliziumorganisches Hydrophobiermittel, einen pulverförmigen Hauptflammenhemmer und ein gasförmiges und/oder verflüssigtes Phlegmatisierungsmittel oder eine Mischung eines Phlegmatisierungsmittels und einem flüssigen Flammenhemmer. Als gasförmiges und/oder verflüssigtes Phlegmatisierungsmittel werden hier Kohlendioxid oder eine Mischung von Kohlendioxid und Stickstoff oder Luft im Verhältnis von 9 : 1 bis 4 : 1 oder eine Mischung von Kohlendioxid und Alkylkarbinol im Verhältnis von 99 : 1 bis 90 : 10 oder eine Mischung von Kohlendioxid und Stickstoff oder Luft mit Alkylkarbinol im Verhältnis 80 - 100 : 5 - 20 : 0,5 - 5 verwendet. Als flüssiger Flammenhemmer werden eine 5%ige Jodlösung oder eine 5 - 20%ige Mischlösung von Jod und Jodid von einem Alkalimetall oder Ammonium in Alkylkarbinol verwendet. Dabei liegt das Verhältnis in der Mischung Phlegmatisierungsmittel : flüssiger Flammenhemmer im Bereich von 100 : 1 bis 100 : 30. Dabei ist das Kohlendioxid durch Dimethylketon von 100 : 1 bis 10 : 1 modifiziert und zwar bei folgenden Mengenverhältnissen in Gew %

hochdisperser Zusatz -	0,2 - 2,8;
Zielzusatz für die Fließbarkeit -	4,6 - 25,
siliziumorganisches Hydrophobiermittel -	0,1 - 0,7;
pulverförmiger Hauptflammenhemmer -	15 - 85;
Phlegmatisierungsmittel oder Mischung von Phlegmatisierungsmittel und flüssigem Flammhemmer -	Rest.

[0030] Als Gasfeuerlöschmischung werden eine Löschzusammensetzung mit komprimierten Treibgasen (Stickstoff, Argon, Stickstofflöschgas oder ihre Mischung mit Luft) und verflüssigten Löschgasen (Kohlendioxid, Schwefelhexafluorid, Halogenkohlenwasserstoffe oder ihre Mischung) eingesetzt. Das Druckgas- zu Flüssiggas-Verhältnis in Gew. % ist dabei wie folgt.

Druckgase -	6,6 - 60
Flüssiggase -	Rest.

[0031] Die externe Einrichtung (Injektor) zum Löschen von Erdölbränden, brennbaren und leicht entzündbaren Flüssigkeiten in einem Tank weist einen Behälter mit disperser Feuerlöschzusammensetzung oder Flüssiggas-Zusammensetzung und einen Behälter mit gasförmigem Treibgas-Phlegmatisierungsmittel oder einem Behälter mit Kombination der dispersen Feuerlöschzusammensetzung oder Gaszusammensetzung und Treibgas auf. Das Treibgas stellt die Injektion der o. g. Feuerlöschzusammensetzungen über eine Auslöse- und Absperrvorrichtung, eine Auslassleitung mit einer Sprühdüse einwärts zum Tank in die Brandzone sicher. Die Einrichtung gemäß der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Auslassleitung an der Außenseite des Tanks über ein Gelenk und die Auslöse- und Absperrvorrichtung mit dem Injektor verbunden ist. An der anderen Seite ist die Auslassleitung über ein Gelenk und einen Schwimmer mit

einer Sprühdüse verbunden. Der Schwimmer ist dabei mit regelbarer Schwimmfähigkeit ausgebildet, welche das Auftauchen der Sprühdüse beim Feuerlöschen und die Anordnung der Sprühdüse oberhalb der brennenden Oberfläche auf der Höhe von 0,005 - 0,05mal dem Tankdurchmesser sicherstellt. Dabei hat die Sprühdüse wenigstens eine Reihe von Düsenlöchern, die in waagerechter Ebene mit einer Ablenkung um 360° liegen. Die Düsenlöcher der Sprühdüse sind in Form von Diffusoren ausgebildet. Dabei liegen 80 - 95 % davon in der waagerechten Ebene und 5 bis 20 % schräg - unter einem Winkel von 3 bis 90° - zu dieser Ebene. Die Gesamtmenge der Diffusordüsen wird aus folgendem Verhältnis gewählt:

$$\frac{90^\circ}{\alpha} \leq n \leq \frac{360^\circ}{\alpha}$$

wobei

n - die Anzahl der Diffusoren und

α - der Winkel des Diffusors sind.

[0032] Die Auslöse- und Absperrvorrichtung ist mit einem elektrischen und/oder einem Druckluft- und/oder einem manuellen Auslöser in üblicher oder in explosionsgeschützter Ausführung ausgebildet.

Physikalischer Schwerpunkt der Erfindung:

[0033] In der Druckschrift von V.V. Pomerantsev, K.M. Arefyev, D.B. Akhmedov und anderen "Grundlagen der Verbrennungstheorie". Handbuch für Hochscholstudenten. L., ENERGIE, 1973, S. 262, wird Folgendes behauptet:

1. Flüssiger Treibstoff brennt immer in einer Dampfphase.
2. Die Wärme, die von der Flamme an die Oberfläche der Flüssigkeit hingeleitet wird, wird dafür verbraucht, die Flüssigkeit in der Grenzschicht zu erwärmen, sie zu verdunsten und die Dämpfe aufzuwärmen.
3. Für die Praxis kann angenommen werden, dass die Oberflächentemperatur der brennenden Flüssigkeit mit dem Siedepunkt dieser Flüssigkeit zusammenfällt.
4. Es gibt einen sehr beachtlichen Zusammenhang zwischen dem Sattdampfdruck von Erdöl und Ölprodukten und der Temperatur. Eine geringe Senkung der Oberflächentemperatur der brennbaren Flüssigkeit ergibt eine wesentliche Abnahme des Sattdampfdrucks.
5. Die Hauptwärmeentwicklung kommt bei der Verbrennung der brennbaren Flüssigkeit im leuchtenden Bereich (der Flamme) zustande.
6. Die Erwärmung der Flüssigkeit wird dank der Strahlungswärme erreicht, welche aus den oberen Flammenschichten kommt; dabei ist die Strahlungsstärke gemäß Stephan-Boltzmann-Gesetz der Temperatur in der vierten Potenz direkt proportional: $I_{\text{Flamm}} \approx \sigma T^4 \text{ W/sr}$.

[0034] Aus den obigen Ausführungen geht hervor, dass der effektive Brennschluss von Erdöl und Erdölprodukten folgende Handlungen voraussetzt:

1. Senkung der Oberflächentemperatur der brennenden Flüssigkeit,
2. Erdöldampfdruckabbau,
3. Absperren (Verminderung) der Wärmeabgabe aus dem Brennbereich (Flamme) in den erwärmten Bereich.

[0035] Alle diese Maßnahmen werden bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Löschverfahrens unter Einsatz der oben beschriebenen Einrichtung sichergestellt.

[0036] Und zwar:

1. Die gekühlte Dispersionsgas-Mischung (flüssiges CO₂ + Löschpulver) wird in die Grenzschicht und/oder unter die Grenzschicht der Flüssigkeit befördert. Das vermindert beachtlich die Temperatur der erwärmten Schicht.
2. Die Wärmestrahlung von der Flamme zur Erdöloberfläche hin wird dadurch vermindert, dass eine Aerosol-"Wolke" zwischen der Grenzschicht der Flüssigkeit und dem Leuchtbereich der Flamme gebildet wird. Die Abschwächung der Strahlung unterliegt dem Bouguer-Lambert-Beerschen Gesetz:

$$\Phi_{\text{pass}} = \Phi_0 \cdot e^{-\varepsilon \cdot c \cdot l} \quad (1)$$

5 worin

- Φ_{pass} - der Wärmestrom, der die Aerosolschicht passiert hat in W/sr,
 Φ_0 - der Wärmestrom, der von der Flamme gestrahlt wird in W/sr,
 e - die Basis der natürlichen Logarithmen,
 ε - die Extinktionskonstante in m^2/g ,
 c - die Aerosolkonzentration in der Schicht in g/m^3 ,
 l - die Stärke der Aerosolschicht in m

bedeuten.

- 15 **[0037]** Als Beispiel sei das Vielfache von der Wärmestrahlungsverminderung im Bereich von 0,8 - 14 μm im Spektrum der elektromagnetischen Strahlung beim Brand im SHT-5000 im Falle der Anwendung des Aerosolschutzverfahrens (AS) berechnet. Der Durchmesser des SHT-5000 ist 21,1 m. Die Fläche des Erdölspiegels ist 356 m^2 . Gemäß dem Verfahren werden rings um SHT 6 Module mit Löschpulver MPP "BiZone-100" (je 2 Stück pro Schaumabfluss KNP-5) aufgestellt. Die Gesamtmenge des Phosphatpulvers beträgt 480 kg. Die Auslaufzeit der Dispersionsgas-Mischung aus den Modulen beträgt ca. 6 Sekunden. Man kann also berechnen, dass die gesamte SHT-Fläche ($S = 356 \text{ m}^2$) pro 1

$$C_{\text{AS}} = (480 : 6) \text{ kg} / (356 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ m}) = 0,22 \text{ kg}/\text{m}^3 = 220 \text{ g}/\text{m}^3$$

25 betragen.

[0038] Die Extinktionskonstante $\varepsilon_{0,8-14}$ im IR-Bereich (0,8-14) μm für Monoammoniumphosphat-Pulver beträgt ungefähr 0,05 bis 0,1 m^2/g je nach seinem Dispersitätsgrad.

[0039] In diesem Beispiel wird ein Mittelwert der Extinktionskonstante $\varepsilon_{0,8-14} = 0,075 \text{ m}^2/\text{g}$ genommen.

30 **[0040]** Nach der Transformation von (1) ergibt sich Folgendes:

$$K = \Phi_0/\Phi = e^{\varepsilon c l}, \quad (2)$$

35 wobei

$\varepsilon_{0,8-14}$ - die Extinktionskonstante der elektromagnetischen Strahlung (EMS) im Bereich von 0,8 - 14 μm in m^2/g ,

c - die Volumen-Massenkonzentration von Aerosol in g/m^3 ,

40 l - die Stärke des Aerosolschleiers innerhalb der Zielstrecke in m

sind.

[0041] Nach dem Einsetzen der oben genannten Werte in (2) bekommt man

$$K = \Phi_0/\Phi = e^{0,075 \cdot 220 \cdot 1} = 1,46 \cdot 10^7,$$

das heißt, die Flammenstrahlung wird praktisch völlig abgeschirmt.

50 Durchführung der Erfindung

[0042] Die Vermengung der pulverförmigen Zutaten und die Herstellung des trockenen pulverförmigen Flammenhemmers werden in einer Anlage und nach einem Verfahren durchgeführt, die bei der Produktion von Löschpulvern üblich sind. Der hergestellte trockene Flammenhemmer wird mit Hilfe einer Füllanlage (z. B. PSM-Anlage) in den Pulverbehälter (Flasche) gefüllt. Das Phlegmatisierungs-Treibgas, der verflüssigte Flammenhemmer und der Modifikator des verflüssigten Phlegmatisierungsmittels werden mit Hilfe der Füllanlage (3CA) in den Gasbehälter der erfindungsgemäßen Einrichtung gefüllt. Dieser Gasbehälter wird nachher als Gasquelle dienen. Während der Anwendung der erfindungsgemäßen Einrichtung werden die Dispersions- und die Gaskomponente miteinander gemischt. Dabei entsteht die Di-

spersionsgas-Feuerlöschmischung, welche in den Brennbereich gemäß der Erfindung eingesprüht wird.

[0043] Die Tabellen 1 bis 3 enthalten beispielhafte Zusammensetzungen für die Abfüllung der Einrichtungen gemäß der Erfindung sowie die Prüfungsergebnisse, die bei Erdölbrandbekämpfungen mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens und der jeweiligen Einrichtung am Modell- Brandherd 233B erreicht wurden.

[0044] Das Verfahren wird wie folgt ausgeführt:

[0045] Das Dispersionsgas-Feuerlöschmodul (Typ "BiZone-100") wird außerhalb des SHT oder SHTPK oder SHTP neben dem Eintrittsstutzen des Tanks aufgestellt. Das "BiZone-100" (der Injektor) wird über die Auslöse- und Absperrvorrichtung mit Hilfe einer flexiblen (gelenkigen oder anderen) oder festen Rohrleitung mit der Schwimmer-Sprühdüse verbunden. Die Schwimmer-Sprühdüse wird unter die Schicht der brennbaren Flüssigkeit im Tank oder auf der Oberfläche der genannten Flüssigkeit gemäß Anspruch 1 der Erfindung gesetzt. Nach dem Signal vom Melder wird die Auslöse- und Absperrvorrichtung geöffnet. Die Brandbekämpfung erfolgt über die Auslassleitung und die Sprühdüse in zwei Schritten. Zuerst wird das Feuerlöschmittel unter die Schicht und/oder auf die Oberfläche der brennbaren Flüssigkeit und dann oberhalb der Oberfläche der Brennbrüssigkeit in einer Höhe von 0,005D bis 0,05D (D steht für SHT- Durchmesser) gefördert.

[0046] Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die Einrichtung zum Löschen von Erdölbränden in SHT mit Festdach ohne Ponton im Bereitschaftszustand,

Fig. 2 die gleiche Einrichtung im Arbeitszustand (während der Brandbekämpfung),

Fig. 3 die Einrichtung zum Löschen von Erdölbränden in SHT mit Festdach mit Ponton im Bereitschaftszustand,

Fig. 4 die gleiche Einrichtung nach Fig. 3 im Arbeitszustand,

Fig. 5 die Kreissprühdüse mit einem Schwimmer,

Fig. 6 die Außenansicht der Gelenkverbindung und

Fig. 7 die schematische Darstellung des Gelenks.

[0047] Fig. 1, 2, 3, 4 sind mit Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

- 1 Injektormodul für Dispersionsgas-Mischung
- 2 Auslöse- und Absperrvorrichtung
- 3 Gelenke
- 4 Gehäuse von SHT
- 5 Auslassleitung
- 6 Schicht von Erdöl oder Erdölprodukte
- 7 Kreissprühdüse
- 8 Schwimmer der Sprühdüse
- 9 Festdach
- 10 Schwimmerponton
- 11 Pontonschwimmer.

Die beste Ausgestaltung der Erfindung

[0048] Die Einrichtung zum Löschen von Erdöl und Erdölprodukten 6 in Stahlhochtanks (SHT) mit Festdach 9 und in SHT mit Ponton 10 (SHTP) funktioniert gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wie folgt:

[0049] Wenn ein Brand entsteht, kommt ein Signal vom Feuermelder in die Überwachungs-Auslöseeinrichtung der Feuerlöschanlage. Von hier aus kommt das Signal als elektrisches oder Druckluftsignal in die Auslöse- und Absperrvorrichtung 2, die sich an der Flasche mit Phlegmatisierungs-Treibgas von Injektor 1 befindet. Danach kommt das Phlegmatisierungsgas in den Behälter mit dem dispersen chemischen Flammenhemmer. Während es durch den Behälter strömt, bildet es die disperse Feuerlösch-Gasmischung, deren Rezeptur in den Tabellen 1 - 3 angegeben ist. Diese Feuerlösch-Gasmischung kommt über die Auslassleitung 5 und die gelenkigen Verbindungen 3 in die Kreissprühdüse 7. Von hier aus fließt die Dispersionsgasmischung unter die Schicht 6 von Erdöl und Erdölprodukten. Unter der Schicht 6 breitet sich die Dispersionsgasmischung gleichläufig damit aus und kühlt sie ab. Dadurch wird diese Schicht 6 phlegmatisiert. Ein Teil (5 bis 20 %) der Dispersionsgas-Mischung, die aus der Kreissprühdüse 7 mit einer Durchflussrate von mind. 0,15 kg/Sek.·m² ausströmt, erzeugt die positive Schwimmfähigkeit für den Schwimmer 8. Dadurch werden

der Aufstieg der Konsole "Kreissprühdüse - Gelenk-Auslassleitung" und endlich das Auftauchen der Kreissprühdüse 7 sichergestellt. Die Kreissprühdüse 7 gibt die disperse Feuerlösch-Gasmischung auf die brennende Oberfläche der Schicht 6 oder unter den Schwimmer-Ponton 10 mit den Ponton-Schwimmern 11.

[0050] Darüber hinaus ist die Voraufstellung der Kreissprühdüse 7 über der Oberfläche der brennbaren Flüssigkeitsschicht 6 zulässig.

Gewerbliche Anwendbarkeit

[0051] Aus den oben angeführten Angaben sowie aus den Prüfungsergebnissen gemäß den Tabellen 1 - 3 ist es ersichtlich, dass das erfindungsgemäße Verfahren und die Einrichtung sich vorteilhaft gegenüber dem Prototypverfahren und der Prototypeinrichtung auszeichnen und zwar:

- in Bezug auf die effektive Löschzeit: 1,3- bis 50fach;
- in Bezug auf die Verringerung des spezifischen Metallaufwands der Konstruktion: 1,1- bis 14fach.

[0052] Dabei stellen das erfindungsgemäße Verfahren und die Einrichtung die neue positive Eigenschaft und zwar die Beständigkeit gegen die Explosion der Erdöldämpfe sowie der brennbaren und leicht entzündbaren Flüssigkeiten sicher.

Tabelle 1

Zutaten	Prototyp		Zutatenanteil (% Gew)																	
	Einrichtung		Ausgestaltungen der Erfindung																	
	Verfahren		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	RU 2258549	US 5573068																		
	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	
1 Hochdisperser Zusatz (Siliziumoxid)	0,2-2,8		0,2	1	2,8	0,2	1,0	2,8	0,2	10	2,8	0,2	1,0	2,8	0,2	1,0	2,8	0,2	1,0	2,8
2 Zielzusatz für Fließbarkeit	4,6-25,0		25	10	4,6	25	10	4,6	25	10	4,6	25	10	4,6	25	10	4,6	25	10	4,6
3 Siliziumorganisches Hydrophobiermittel	0,1-0,7		0,7	0,3	0,1	0,7	0,3	0,1	07	0,3	0,1	0,7	0,3	0,1	0,7	0,3	0,1	0,7	0,3	0,1
4 Pulverformiger Hauptflammenhemmer	15-85																			
4 1 Kaliumchlorid			15	50	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 2 Kaliumsulfat			-	-	-	15	50	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 3 Kaliumkarbonat			-	-	-	-	-	-	15	50	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 Natriumbicarbonat			-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	50	85	-	-	-	-	-	-
4 5 Ammophos			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	50	85	-	-	-
4 6 Diammonium Phosphat			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	50	85
5 Mischung von Kohlendioxid, Stickstoff und Halogenkohlenwasserstoff	Rest bis zu 100 %																			
6 Mischung von Kohlendioxid, modifiziert durch Dimethylketon im Verhältnis 10 1, und Stickstoff im Verhältnis 95 5			Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%

(fortgesetzt)

Zutaten	Prototyp		Zutatenanteil (% Gew)																	
	Verfahren	Einrichtung	Ausgestaltungen der Erfindung																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7 Löschzeit bei Durchflussrate der Mischung l=0, 15kg/Sek m ² Sek	RU 2258549	US 5573068	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	1 5-20		0,8-1,4			0,9-1,45			0 7-1,3			0,9-1,45			0,4-1,4			0,5-1,4		
8 Spezifischer Metallaufwand pro 1m ² der Schutzfläche, kg/m ²	0,47-4,34		0,31-0,42			0,31-0,42			0,31-0,42			0,31-0,42			0,31-0,42			031-0,42		
9 Beständigkeit gegen Explosion von Brenn- und leicht entzündbaren Flüssigkeiten, Ja (+), Nein (-)	-		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tabelle 2

Zutaten	Prototyp		Zutatenanteil (% Gew)																	
	Verfahren	Einrichtung	Ausgestaltungen der Erfindung																	
			361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378
1	RU 2258549	US 5573068	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 Hochdisperser Zusatz (Siliumoxid)	0,2-2,8		0,2	1	2,8	0,2	1	2,8	0,2	1,0	2,8	0,2	1,0	2,8	0,2	1,0	2,8	0,2	1,0	2,8
2 Zielzusatz für Fließbarkeit	4,6-25		25	10	4,6	25	10	4,6	25	10	4,6	25	10	4,6	25	10	4,6	25	10	4,6
3 Siliziumorganisches Hydrophobiermittel	0,1-0,7		0,7	0,3	0,1	0,7	0,3	0,1	0,7	0,3	0,1	0,7	0,3	0,1	0,7	0,3	0,1	0,7	0,3	0,1
4 Pulverförmiger Hauptflammenhemmer	15-85																			
4 1 Kaliumchlorid			15	50	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 2 Kaliumsulfat			-	-	-	15	50	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 3 Kaliumkarbonat			-	-	-	-	-	-	15	50	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 4 Natriumbicarbonat			-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	50	85	-	-	-	-	-	-
4 5 Ammophos			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	50	85	-	-	-
4 6 Diammonium Phosphat			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	85	-	-	-
5 Mischung von Kohlendioxid, Stickstoff und Halogenkohlenwasserstoff	Rest bis zu 100%		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	50	85

(fortgesetzt)

Zutaten	Prototyp		Zutatenanteil (% Gew)																
	Verfahren	Einrichtung	Ausgestaltungen der Erfindung																
			361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377
6 Mischung von Kohlendioxid, modifiziert durch Dimethylketon im Verhältnis 100 1, mit Stickstoff, mit Propylkarbinol und 20% Lösung von Jod und Ammonium-Jodid in Propylkarbinol im Verhältnis 85 12,5 2,5	-	US 5573068	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%	Rest bis zu 100%
7 Loschzeit bei Durchflussrate der Mischung l=0,15kg/Sek m ² , Sek	1,5-20		0,8-1,4			0,9-1,45			0,7-1,3			0,9-1,45			0,4-1,4			0,5-1,4	
8 Spezifischer Metallaufwand pro 1m ² der Schutzfläche, kg/m ²	0,47-4,34		0,31-0,42			0,31-0,42			0,31-0,42			0,31-0,42			0,31-0,42			0,31-0,42	
9 Beständigkeit gegen Explosion von Brenn- und leicht entzündbaren Flüssigkeiten, Ja (+), Nein (-)	-		+			+			+			+			+			+	

Tabelle 3

Zutaten	Prototyp		Zutatenanteil (% Gew)				
	Verfahren	Einrichtung	Ausgestaltungen der Erfindung				
	RU 2258549	US 5573068	379	380	381	382	383
1	2		3	4	5	6	7
1 Hochdisperser Zusatz (Siliziumoxid)	0,2-2,8		-	-	-	-	-
2 Zielzusatz für Fließbarkeit	4,6-25		-	-	-	-	-
3 Siliziumorganisches Hydrophobiermittel	0,1-0,7		-	-	-	-	-
4 Pulverformiger Hauptflammenhemmer	15-85		-	-	-	-	-
5 Mischung von Kohlendioxid, Stickstoff und Halogenkohlenwasserstoff	Rest bis zu 100%		-	-	-	-	-
6 Druckgas-Luft	-		6,5	6,6	30	60	61
7 Verflüssigtes Gas - Kohlendioxid	-		93,5	95,4	70	40	39
8 Löschzeit bei Durchflussrate der Mischung $I=0,15\text{kg/Sek m}^2$, Sek	1,5-20		2-3	0,9-1,45	0,7-1,3	0,8-1,4	2,5-20
9 Spezifischer Metallaufwand pro 1m^2 der Schutzfläche kg/m^2	0,47-4,34		0,31-0,42	0,31-0,42	0,31-0,42	0,31-0,42	0,31-0,42
10 Beständigkeit gegen Explosion von Brenn- und leicht entzündbaren Flüssigkeiten, Ja (+), Nein (-)	-		+	+	+	+	+

Patentansprüche

1. Tanklöschverfahren zum Löschen von Erdölbränden, bei dem eine Gas- oder Dispersionsgas-Feuerlöschmischung aus einer externen Feuerlöscheinrichtung (Injektor) über eine Auslöse- und Absperrvorrichtung (2), eine Auslassleitung (5) und eine Kreissprühdüse (7) in die Brandzone befördert wird,

dadurch gekennzeichnet,

dass die oben genannte Feuerlöschmischung aus einer über die Oberfläche der brennenden Flüssigkeit auftauchenden Schwimmer-Kreissprühdüse (7) zugeführt wird, wobei das Feuerlöschen in drei Schritten durchgeführt wird:

1. Schritt: Die mittels einer Rohrleitung über die Auslöse- und Absperrvorrichtung (2) mit dem Injektor (1) verbundene Schwimmer-Kreissprühdüse (7) wird unter die Schicht (6) der brennbaren Flüssigkeit auf einer wenigstens der Höhe der Kreissprühdüse (7) entsprechenden Tiefe und/oder auf der Oberfläche der genannten Flüssigkeit angeordnet, wobei die Länge der Rohrleitung aus folgendem Verhältnis festgelegt wird:

$$L_R = \sqrt{R_T^2 + (H_{bF} - H_{Inj} - H_{Düse})^2}$$

worin

L_R - die Länge der Rohrleitung in m,

R_T - den Tankradius in m,

H_{bF} - die max. Einfüllhöhe der brennbaren Flüssigkeit im Tank in m,

H_{Inj} - die Eintrittshöhe der Auslassleitung (3) aus dem Injektor (1) in den Tank in m,

$H_{Düse}$ - die Höhe der Kreissprühdüse (7) in m bedeuten.

2. Schritt: Nach einem Signal vom Feuermelder wird die Auslöse-Absperrvorrichtung (2) am Injektor (1) geöffnet, und die oben genannte Feuerlöschmischung wird über die Rohrleitung und die Schwimmer-Kreissprühdüse (7) unter die Schicht (6) und/oder auf die Oberfläche der brennbaren Flüssigkeit in geschlossenen Strahlen vom Mittelpunkt zum Rand hin gleichläufig mit dem Spiegel, und zwar mit einer Ablenkung um 360 Grad, gefördert; dabei werden 0,05 - 0,2 Teile der oben genannten Feuerlöschmischung unter einem Winkel von 3 bis 90° zur Oberfläche der Flüssigkeit zerstäubt.

3. Schritt: Es wird sichergestellt, dass die Schwimmer-Kreissprühdüse (7) oberhalb der brennenden Oberfläche um eine Höhe von 0,005 D_T bis 0,05 D_T (wobei D_T für den Tankdurchmesser steht) auftaucht; dabei wird die Feuerlöschmischung mit einer Durchflussrate von mind. 0,15 kg/Sek. · m² mit einer Kreisablenkung der Strahlen gefördert, wobei die Anzahl der Strahlen wie folgt bestimmt wird

$$\frac{90^\circ}{\alpha} \leq n \leq \frac{360^\circ}{\alpha}$$

wobei

n für die Anzahl der Strahlen und

α für den Strahl-Divergenzwinkel stehen.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass als Dispersionsgas-Feuerlöschmischung eine disperse Feuerlöschzusammensetzung angewendet wird, die folgende Zutaten aufweist: einen hochdispersen Zusatz, einen Zielzusatz für Fließbarkeit, siliziumorganisches Hydrophobiermittel, einen pulverförmigen Hauptflammenhemmer und ein gasförmiges und/oder verflüssigtes Phlegmatisierungsmittel oder eine Mischung von Phlegmatisierungsmittel und dem flüssigen Flammenhemmer,

dass als gasförmiges und/oder verflüssigtes Phlegmatisierungsmittel Kohlendioxid oder eine Mischung von Kohlendioxid und Stickstoff oder Luft im Verhältnis von 9 : 1 bis 4 : 1 oder eine Mischung von Kohlendioxid mit Alkylkarbinol im Verhältnis von 99 : 1 bis 90 : 10 oder eine Mischung von Kohlendioxid und Stickstoff oder Luft mit Alkylkarbinol

EP 2 540 351 A1

im Verhältnis: 80 - 100 : 5 - 20 : 0,5 - 5 verwendet wird,

dass als flüssiger Flammenhemmer eine 5%ige Jodlösung oder 5 - 20%ige Mischlösung von Jod und Jodid von einem Alkalimetall oder Ammonium in Alkylkarbinol verwendet wird, dabei liegt das Verhältnis in der Mischung Phlegmatisierungsmittel : flüssiger Flammenhemmer im Bereich von 100 : 1 bis 100 : 30; dabei ist das Kohlendioxid durch Dimethylketon von 100 : 1 bis 10 : 1 modifiziert, und zwar mit folgenden Mengenverhältnissen in Gew. %:

hochdisperser Zusatz -	0,2 - 2,8;
Zielzusatz für Fließbarkeit -	4,6 - 25;
siliziumorganisches Hydrophobiermittel -	0,1 - 0,7;
pulverförmiger Hauptflammenhemmer-Phlegmatisierungsmittel oder Mischung von	15 - 85;
Phlegmatisierungsmittel und flüssigem Flammenhemmer -	Rest;

und

dass als Gasfeuerlöschmischung eine Löschzusammensetzung mit Treib-Druckgasen (Stickstoff, Argon, Stickstoffdioxid oder ihre Mischung mit der Luft) und verflüssigten Löschgasen (Kohlendioxid, Schwefelhexafluorid, Halogenkohlenwasserstoffe oder ihre Mischung) bei folgendem Druckgas zu Flüssiggas-Verhältnis in Gew. % verwendet wird:

Druckgase -	6,6 - 60
Flüssiggase -	Rest.

3. Einrichtung (Injektor) zum Löschen von Erdölbränden in Tanks, die sich außerhalb des Tanks befindet und einen Behälter mit disperser Feuerlöschzusammensetzung oder Flüssiggas-Zusammensetzung und einen Behälter mit gasförmigem Phlegmatisierungs-Treibgas oder einen Behälter mit Kombination der dispersen Feuerlöschzusammensetzung oder Gaszusammensetzung und Treibgas enthält, wobei das Treibgas die Injektion der genannten Feuerlöschzusammensetzungen über eine Auslöse- und Absperrvorrichtung (2), eine Auslassleitung (5) mit einer Sprühdüse (7) einwärts des Tanks in die Brandzone sicherstellt,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Auslassleitung (5) an der Außenseite des Tanks über ein Gelenk und die Auslöse- und Absperrvorrichtung (2) mit einem Injektor (1) verbunden ist und

dass die Auslassleitung (5) an der anderen Seite über ein Gelenk (3), einen Schwimmer (8) mit einer Kreissprühdüse (7) verbunden ist, wobei der Schwimmer (8) mit regelbarer Schwimmfähigkeit ausgebildet ist und

dass die Kreissprühdüse (7) dabei wenigstens eine Reihe von Düsenlöchern aufweist, die in waagerechter Ebene mit einer Ablenkung um 360° liegen.

4. Einrichtung nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Düsenlöcher in Form von Diffusoren ausgebildet sind, wobei 80 bis 95 % davon in der waagerechten Ebene und 5 bis 20 % schräg - unter einem Winkel von 3 bis 90° - zu dieser Ebene. liegen, und

dass die Gesamtmenge der Diffusordüsen aus folgendem Verhältnis gewählt ist:

$$\frac{90^\circ}{\alpha} \leq n \leq \frac{360^\circ}{\alpha}$$

worin

n - die Anzahl der Diffusoren und

α - den Winkel des Diffusors

bedeuten.

5. Einrichtung nach Anspruch 3 und 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Auslöse- und Absperrvorrichtung (2) mit einem elektrischen und/oder einem Druckluft- und/oder einem manuellen Auslöser in üblicher oder in explosionsgeschützter Ausführung ausgebildet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

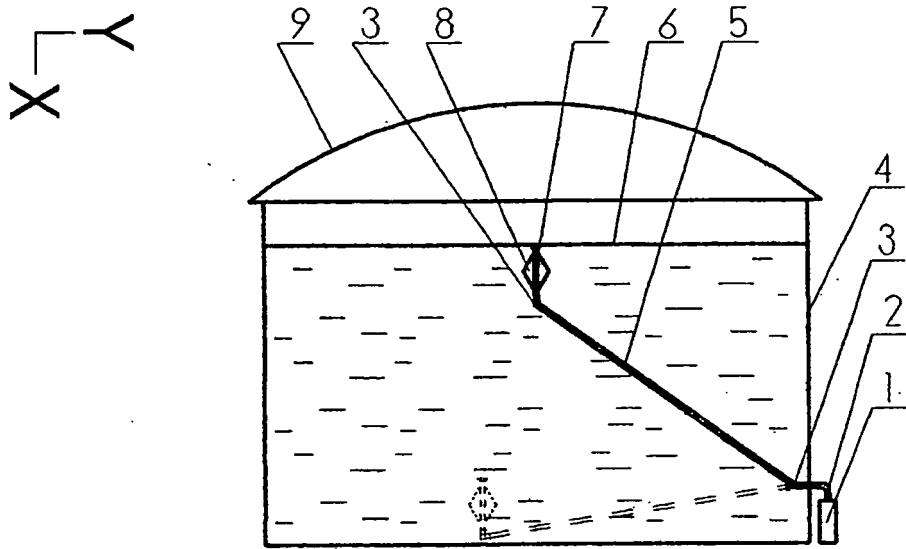


Fig. 1

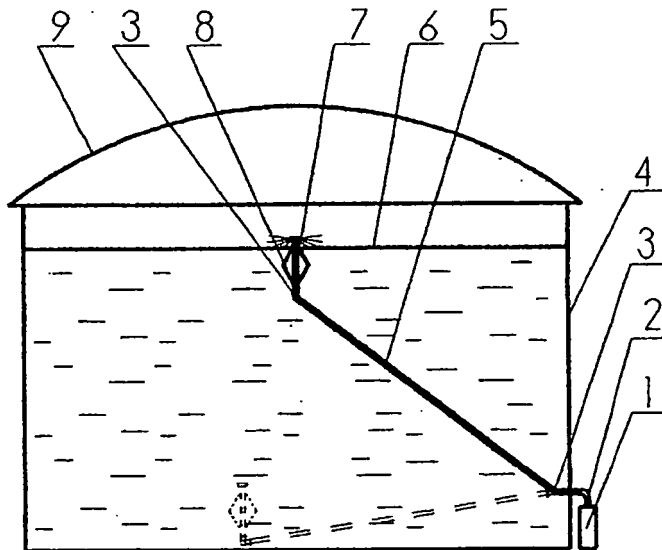


Fig. 2

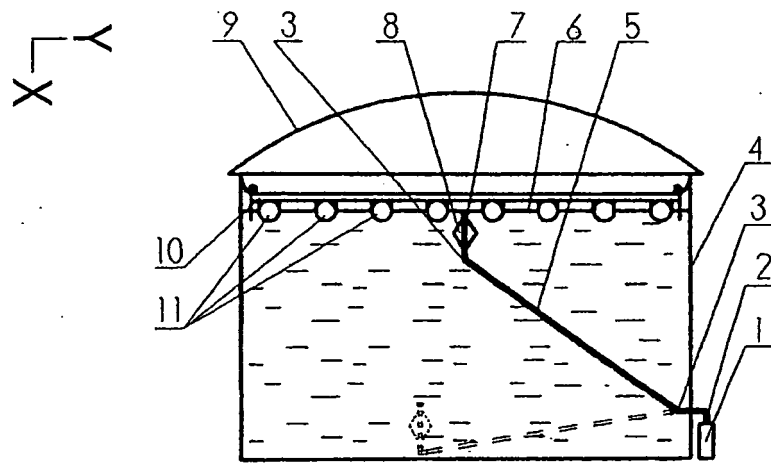


Fig. 3

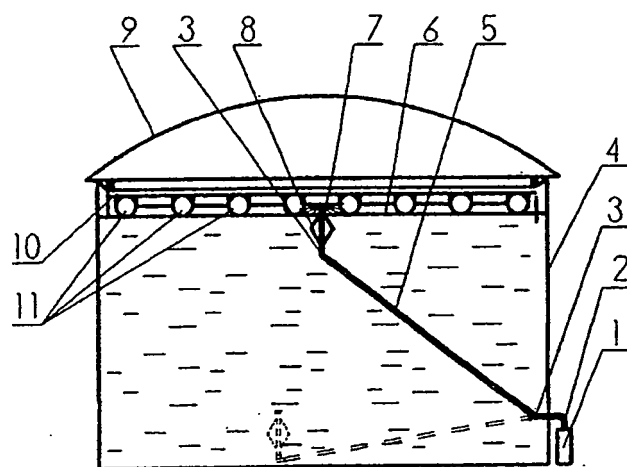


Fig. 4

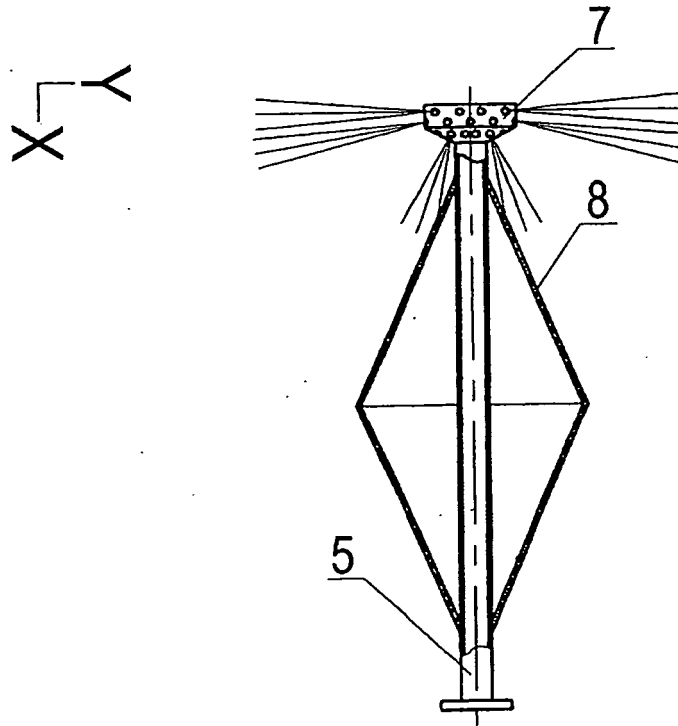


Fig. 5

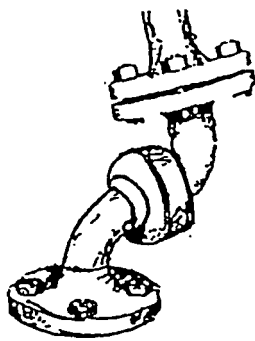


Fig. 6

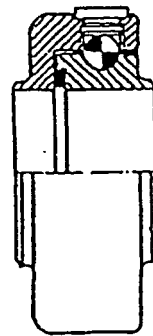


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2010/000754

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A62C 3/06 (2006.01); B05B 17/00 (2006.01) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A62C 3/00-3/06, 35/00-35/68, 2/00-2/24, B05B 17/00, A62D 1/00-1/08 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PAJ, USPTO DB, Esp@senet, DEPATISNET, RUPAT, RUPAT-OLD, RUABU1, RUABRU		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	RU 2258549 C1 (SELIVERSTOV VLADIMIR IVANOVICH et al.) 20.08.2005	1-5
A	RU 2355450 C2 (SELIVERSTOV VLADIMIR IVANOVICH et al.) 20.05.2009	1-5
A	SU 1704796 A1 (L. S. OSETSKY et al.) 15.01.1992	1-5
A	US 6050343 A (BENIGNO GARCIA CALVO) 18.04.2000	1-5
A	US 4224994 A (DEERE & COMPANY) 30.09.1980	1-5
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 05 May 2011 (05.05.2011)		Date of mailing of the international search report 12 May 2011 (12.05.2011)
Name and mailing address of the ISA/ RU		Authorized officer Telephone No.
Facsimile No.		

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

- RU 1687266 [0003]
- RU 2129031 [0005]
- RU 2096053 [0008]
- RU 2126702 [0011]
- RU 2241508 [0013]
- RU 2355450 C2 [0016] [0017]
- RU 2258549 [0018] [0052]
- US 5573068 A [0020] [0052]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- *Angelegenheiten RF der UdSSR*, 1978, 12 [0004]
- **I. V. BELOV ; E. V. PROKOLOV.** Bewegungsgeschwindigkeit und Formen der Luftblasen im Wasser. *PMTF*, 1968 [0010]
- **V. V. AGAFONOV ; N. P. KOPYLOV.** *Aerosol-Feuerlöschanlagen. M.*, 1999, 302 [0012]
- **V.V. POMERANTSEV ; K.M. AREFYEV ; D.B. AKHMEDOV.** Grundlagen der Verbrennungstheorie. *Handbuch für Hochscholstudenten. L., ENERGIE*, 1973, 262 [0033]