

⑫

CERTIFICAT D'UTILITÉ

B3

⑤④ SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EAUX DE CALES DE NAVIRES.

②② Date de dépôt : 21.09.18.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : DAMSIA Société à responsabilité
limitée — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 27.03.20 Bulletin 20/13.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
certificat d'utilité : 06.11.20 Bulletin 20/45.

⑤⑥ Les certificats d'utilité ne font pas l'objet d'un
rapport de recherche.

⑦② Inventeur(s) : DOUARD JEAN FRANCOIS.

⑦③ Titulaire(s) : DAMSIA Société à responsabilité
limitée.

⑦④ Mandataire(s) : IPSIDE.

FR 3 086 283 - B3



Description

Titre de l'invention : Système de traitement des eaux de cales de navires

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un système de traitement des eaux de cales de navires. Les eaux de cales sont principalement un mélange d'eau, d'hydrocarbures et de sédiments provenant des fuites de fonctionnement des différentes machines, des zones de condensation et du nettoyage du compartiment machine.

Technique antérieure

- [0002] Tous ces résidus sont stockés dans un réservoir d'eaux de cales à traiter.
- [0003] Il existe plusieurs possibilités pour l'élimination de ces eaux de cales du réservoir, sachant qu'il ne doit pas exister de tuyauterie avec possibilité de rejet direct à la mer :
- [0004] - le débarquement en escale, mais encore faut-il trouver une installation ou barge capable de recevoir ces eaux de cales, moyennant contribution financière bien entendu ;
- [0005] - le traitement à bord.
- [0006] Concernant le traitement à bord, les principaux procédés et dispositifs de séparation actuellement utilisés sont les suivants après une première phase de décantation dans le réservoir d'eaux de cales :
- [0007] - séparation par coalescence : relativement efficace mais coûteux en filtres,
- [0008] - séparation centrifuge : relativement complexe, très efficace moyennant un bon entretien,
- [0009] - séparation par floculation : très efficace mais volumineux et coûteux en produits chimiques.
- [0010] Dans tous les cas, le séparateur doit délivrer de l'eau suffisamment propre pour être rejetée en mer (concentration en hydrocarbures inférieure à 15ppm). Les résidus après séparation sont quant à eux envoyés dans une caisse à boues avant d'être débarqués à terre ou incinérés à bord.
- [0011] Un des buts de la présente invention est d'améliorer le traitement des eaux de cales.

Exposé de l'invention

- [0012] La présente invention vise à remédier aux inconvénients des autres dispositifs avec une approche réellement novatrice.
- [0013] A cet effet, selon un premier aspect, la présente invention vise un système de traitement des eaux de cales de navires, remarquable en ce qu'il comprend :
- un circuit de transfert défini entre un réservoir d'eaux de cales et une caisse de décantation, ledit réservoir d'eaux de cales comporte des eaux de cales ayant des hydro-

carbures à traiter, appelés effluents, ledit réservoir d'eaux de cales est relié à la caisse de décantation par l'intermédiaire d'une pompe de transfert,

- la caisse de décantation comportant au moins un volume chauffé pour chauffer l'effluent dans un compartiment par un élément chauffant jusqu'à une première température prédéterminée, une sortie de circulation d'effluent comportant une électrovanne de circulation d'effluent, une sortie d'extraction de surface comportant une électrovanne d'extraction de surface, un retour de circuit de circulation d'effluent, et un retour du circuit d'eau,

- un circuit d'extraction de surface défini entre la caisse de décantation et un réservoir de résidus, la caisse de décantation est reliée au réservoir de résidus par la sortie d'extraction de surface adaptée pour évacuer par gravité les hydrocarbures concentrés présents en surface de l'effluent par l'intermédiaire de l'électrovanne d'extraction de surface qui s'ouvre lorsque l'épaisseur de la couche d'hydrocarbures atteint un seuil prédéterminé,

- un bouilleur relié à la sortie de circulation d'effluent, le bouilleur comporte un condenseur relié à un circuit de réfrigération et un réchauffeur relié à un circuit de chauffe,

- un circuit de circulation d'effluent défini entre la sortie de circulation d'effluent et le retour de circuit de circulation d'effluent, le circuit de circulation comporte une pompe de circulation d'effluent et un éjecteur, un piquage positionné entre la pompe de circulation d'effluent et l'éjecteur alimente le bouilleur par une vanne à débit constant, l'éjecteur est relié au bouilleur pour créer un vide et extraire l'effluent concentré, et est également relié au retour de circuit de circulation d'effluent,

- un circuit de circulation d'eau défini entre le bouilleur et le retour du circuit d'eau, le circuit de circulation d'eau comporte une vanne trois voies, une pompe de circulation d'eau positionnée entre le bouilleur et la vanne trois voies, la vanne trois voies comporte une entrée et deux sorties ; une des sorties est reliée à un réservoir d'eau propre lorsque la teneur en hydrocarbures est inférieure à un seuil prédéterminé et l'autre sortie est reliée à la caisse de décantation si la teneur en hydrocarbures est supérieure au seuil prédéterminé,

- un microcontrôleur relié à :

- la pompe de transfert pour piloter l'acheminement d'eaux de cales dans la caisse de décantation, la pompe de circulation d'effluent pour piloter l'acheminement d'effluent dans le circuit de circulation d'effluent, la pompe de circulation d'eau pour piloter l'acheminement d'eau dans le circuit de circulation d'eau,

- un capteur d'épaisseur d'hydrocarbures de surface pour piloter l'ouverture ou la fermeture de la vanne d'extraction de surface lorsqu'une épaisseur prédéterminée est atteinte, un capteur de teneur en hydrocarbures pour piloter la vanne trois voies,

- l'électrovanne de circulation d'effluent pour piloter l'acheminement de l'effluent dans le circuit de circulation d'effluent, l'électrovanne d'extraction de surface pour piloter l'acheminement d'hydrocarbures dans le réservoir de résidus.

[0014] Grâce à ces dispositions, la séparation par évaporation sous vide propose une autre façon de faire, relativement simple et peu coûteuse.

[0015] Le système reprend et accélère le processus de séparation par décantation par chauffage de l'effluent dans une caisse de décantation sur laquelle fonctionne un système d'évaporation-condensation.

[0016] Le système concentre les hydrocarbures, la déconcentration est effectuée par les extractions de surface (évacuation de la couche d'hydrocarbures qui s'est formée à la surface du liquide dans la caisse de décantation) et les appoints depuis la soute à eaux de cale (remplacement de la portion d'effluent qui a été transformée en eau propre par évaporation-condensation).

[0017] L'invention est avantageusement mise en œuvre selon les modes de réalisation et les variantes exposés ci-après, lesquelles sont à considérer individuellement ou selon toute combinaison techniquement opérante.

[0018] Dans un mode de réalisation, la caisse de décantation comporte trois compartiments verticaux qui divisent le volume de la caisse de décantation en trois volumes sensiblement égaux, le premier volume et le deuxième volume comportent une ouverture en bas pour faire communiquer le premier volume et le deuxième volume, l'élément chauffant est positionné dans ladite ouverture, une vanne de communication est positionnée entre le deuxième volume et le troisième volume, la vanne de communication étant disposée sensiblement au niveau du fond des compartiments.

[0019] Dans un mode de réalisation, le seuil prédéterminé de la teneur en hydrocarbures est compris entre 0 et 15 ppm.

[0020] Dans un mode de réalisation, la première température prédéterminée est comprise entre 55 et 75°C.

[0021] Dans un mode de réalisation, de chaque côté de la caisse de décantation est positionné un indicateur de niveau, le premier indicateur de niveau indique le niveau de liquide du premier compartiment et du deuxième compartiment, tandis que le deuxième indicateur de niveau indique le niveau de liquide du troisième compartiment.

Brève description des dessins

[0022] D'autres avantages, buts et caractéristiques de la présente invention ressortent de la description qui suit faite, dans un but explicatif et nullement limitatif, en regard des dessins annexés, dans lesquels :

[0023] [fig.1]

la figure 1 représente un schéma composé de différents éléments du système de

traitement des eaux de cales de navires objet de la présente invention pour décrire son fonctionnement ;

[0024] [fig.2]

la figure 2 représente une vue en perspective de différents éléments du système de traitement des eaux de cales de navires objet de la présente invention.

Description des modes de réalisation

[0025] La figure 1 représente un schéma décrivant les différents éléments du système de traitement des eaux de cales de navires pour décrire son fonctionnement.

[0026] Selon un exemple de réalisation, le système comprend :

- un circuit de transfert défini entre un réservoir d'eaux de cales 20 et une caisse de décantation 21, ledit réservoir d'eaux de cales 20 comporte des eaux de cales ayant des hydrocarbures à traiter, appelé effluent. Le réservoir d'eaux de cales 20 est relié à la caisse de décantation 21 par l'intermédiaire d'une pompe de transfert 27.

[0027] La caisse de décantation 21 comporte au moins un volume chauffé pour chauffer l'effluent dans un compartiment par un élément chauffant 26 jusqu'à une première température prédéterminée, une sortie de circulation d'effluent 24 comportant une électrovanne de circulation d'effluent, une sortie d'extraction de surface 25 comportant une électrovanne d'extraction de surface, un retour de circuit de circulation d'effluent 36, et un retour du circuit d'eau 37.

[0028] Le système comporte un circuit d'extraction de surface défini entre la caisse de décantation 21 et un réservoir de résidus 22, la caisse de décantation 21 est reliée au réservoir de résidus 22 par la sortie d'extraction de surface 25 adaptée pour évacuer par gravité les hydrocarbures concentrés présents en surface de l'effluent par l'intermédiaire de l'électrovanne d'extraction de surface qui s'ouvre lorsque l'épaisseur de la couche d'hydrocarbures atteint un seuil prédéterminé.

[0029] Le système comporte aussi un bouilleur 28 relié à la sortie de circulation d'effluent 24, le bouilleur 28 comporte un condenseur relié à un circuit de réfrigération et un réchauffeur relié à un circuit de chauffe.

[0030] Le système comporte également un circuit de circulation d'effluent défini entre la sortie de circulation d'effluent 24 et le retour de circuit de circulation d'effluent 36, le circuit de circulation comporte une pompe 29 du circuit d'effluent et un éjecteur 31, un piquage positionné entre la pompe 29 du circuit d'effluent et l'éjecteur 31 alimente le bouilleur 28 par une vanne à débit constant 32, l'éjecteur 31 est relié au bouilleur 28 pour créer un vide et extraire l'effluent concentré, et est également relié au retour de circuit de circulation d'effluent 36.

[0031] Le système comporte un circuit de circulation d'eau défini entre le bouilleur 28 et le retour du circuit d'eau 37, le circuit de circulation d'eau comporte une vanne trois

voies 33, une pompe de circulation d'eau 34 positionnée entre le bouilleur 28 et la vanne trois voies 33, la vanne trois voies 33 comporte une entrée et deux sorties ; une des sorties est reliée à un réservoir d'eau propre 35 lorsque la teneur en hydrocarbures est inférieure à un seuil prédéterminé (de 0 à 15 ppm) et l'autre sortie est reliée à la caisse de décantation 21 si la teneur en hydrocarbures est supérieure au seuil prédéterminé.

[0032] Le système comporte en outre un microcontrôleur relié à :

- la pompe de transfert 27 pour piloter l'acheminement d'eaux de cales dans la caisse de décantation 21, la pompe 29 de circulation d'effluent pour piloter l'acheminement d'effluent dans le circuit de circulation d'effluent, la pompe de circulation d'eau 34 pour piloter l'acheminement d'eau dans le circuit de circulation d'eau,
- un capteur d'épaisseur d'hydrocarbures de surface pour piloter l'ouverture ou la fermeture de la vanne d'extraction de surface lorsqu'une épaisseur prédéterminée est atteinte, un capteur de teneur en hydrocarbures pour piloter la vanne trois voies 33,
- l'électrovanne de circulation d'effluent pour piloter l'acheminement de l'effluent dans le circuit de circulation d'effluent, l'électrovanne d'extraction de surface pour piloter l'acheminement d'hydrocarbures dans le réservoir de résidus 22.

[0033] Fonctionnement général

[0034] La caisse de décantation 21 contient un volume de liquide correspondant à 6 heures de production d'eau propre. La caisse de décantation 21 se remplit par une pompe de transfert 27 effluent dont le débit permet un remplissage en quinze minutes.

[0035] Le réchauffage du premier volume V1 des eaux de cale de la caisse de décantation 21 est assuré par un élément chauffant 26 qui est un échangeur de chaleur identique à celui contenu dans le bouilleur 28, alimenté par le circuit d'eau haute température des moteurs du navire.

[0036] En début de cycle le réchauffage initial de l'effluent prend environ 45 minutes (hypothèse réchauffage de 10 à 65°C). Ensuite la puissance nécessaire au réchauffage de la caisse de décantation 21 se réduit au besoin de réchauffer les appoints d'effluent. La puissance de chauffage est alors utilisée par le réchauffeur du bouilleur 28.

[0037] Le remplissage/réchauffage initial se fait par étapes de façon à décanter au maximum les compartiments V1-V2 avant de remplir le compartiment V3 dans lequel aspire le bouilleur.

[0038] Ensuite le processus de production fonctionne en continu, l'effluent de la caisse de décantation est traité dans le bouilleur et des appoints réguliers d'effluent dans la caisse de décantation 21 compensent la production d'eau propre.

[0039] Séquence remplissage/réchauffage initial

[0040] - Remplissage n°1 des compartiments V1 et V2 (arrêt sur niveau haut).

[0041] - Chauffe n°1 des compartiments V1 et V2 (régulation température 65°C). Durée

environ 30 minutes.

- [0042] - Mise en communication V1, V2 et V3 (température > 60°C, début de temporisation).
- [0043] - Fermeture communication V1, V2 et V3 (fin de temporisation).
- [0044] - Remplissage n°2 des compartiments V1 et V2 (arrêt sur niveau haut).
- [0045] - Chauffe n°2 des compartiments V1 et V2 (régulation température 65°C). Durée environ 15 minutes.
- [0046] - Mise en communication V1, V2 et V3 (température >60°C).
- [0047] Séquence production
- [0048] - Démarrage bouilleur.
- [0049] - Remplissage régulier de V1, V2 et V3 (entre niveau d'appoint et niveau haut).
- [0050] - Chauffe compartiments V1 et V2 (régulation température 65°C).
- [0051] - Extractions automatiques de surface compartiments V1, V2 et V3 (détection épaisseur de la couche d'hydrocarbures).
- [0052] Séquence arrêt courte durée
- [0053] - Arrêt bouilleur.
- [0054] Séquence arrêt longue durée
- [0055] - Arrêt bouilleur.
- [0056] - Arrêt réchauffage caisse de décantation 21.
- [0057] - Vidange caisse de décantation 21 et bouilleur.
- [0058] En régime établi, les appoints d'effluent dans la caisse de décantation 21 pour compenser la production sont effectués toutes les heures.
- [0059] Cette périodicité est un compromis qui permet d'éviter :
- [0060] - un fonctionnement en continu de la pompe de transfert d'effluent à faible débit, ou des marche-arrêt trop fréquents de cette pompe,
- [0061] - de faire des appoints trop importants qui feraient baisser la température de la caisse de décantation 21 de façon trop importante. Ainsi un appoint d'effluent correspondant à 1 heure de production fait chuter la température moyenne à environ 54°C.
- [0062] La température dans les compartiments V1 et V2 varie donc entre 54°C et 65°C, celle dans le compartiment V3 s'établira à environ 50°C car ce compartiment n'est pas chauffé et se trouve dans le circuit du bouilleur qui sera lui à environ 50°C-55°C en fonctionnement.
- [0063] La différence de niveau entre seuil appoint et seuil niveau haut est calculée pour que le volume correspondant corresponde à une heure de production d'eau propre. Cette valeur d'environ 13 à 18 cm en pratique doit permettre un fonctionnement correct de l'automatisme de régulation de niveau entre le niveau de déclenchement d'appoint et le niveau haut.
- [0064] La puissance de chauffage nécessaire pour le débit moyen d'effluent (égal au débit de

production d'eau propre) est d'environ 10% de la puissance de chauffe initiale.

- [0065] Les extractions de surface se déclenchent automatiquement : lorsque la couche d'hydrocarbures en surface de l'effluent dans les compartiments V1 et V2 atteint une certaine épaisseur, selon un exemple de réalisation, environ 5 à 10 cm.
- [0066] Le capteur de détecteur d'épaisseur d'hydrocarbures déclenche l'ouverture des électrovannes d'extraction.
- [0067] Le détecteur est placé à une hauteur correspond au niveau haut de la caisse. Les électrovannes d'extraction sont placées entre 2 et 5 cm sous le niveau haut, de façon à extraire la couche d'hydrocarbures « pure » sans entraîner d'eau.
- [0068] Le produit qui s'écoule lors des extractions doit pouvoir être observé par un opérateur : le circuit se déverse dans un entonnoir avant de rejoindre le réservoir de résidus autrement appelé la caisse à boues.
- [0069] La caisse de décantation.
- [0070] La caisse de décantation 21 est le siège d'une décantation accélérée de l'effluent (eaux de cales) par chauffage.
- [0071] Le volume total de la caisse de décantation 21 correspond à 6 heures de production d'eau propre, plus la quantité d'eau permettant de conserver le réchauffeur noyé, plus une lame d'air de 30 cm au-dessus du niveau d'eau max.
- [0072] L'encombrement au sol de la caisse de décantation 21 est minimisé de façon à faciliter l'intégration dans un compartiment machine de navire.
- [0073] Dans un exemple de réalisation, l'architecture des compartiments internes de la caisse de décantation 21 est verticale. Ceci améliore le processus de décantation et facilite les extractions de surface (plus grande épaisseur de la couche d'hydrocarbures, limitation des mouvements de la surface) et limite les effets de brassage causés par les mouvements du navire.
- [0074] Lors du processus de décantation, les échanges d'effluent entre les trois compartiments sont maîtrisés (électrovannes de communication) pour assurer le transfert progressif d'effluent de moins en moins pollué du compartiment V1 vers les compartiments V2 puis V3.
- [0075] L'encombrement du système de réchauffage versus la faible longueur des compartiments, conduit à une communication permanente entre les compartiments V1 et V2 par le réchauffeur placé au fond de la caisse. Ce biais est réduit autant que possible en ajustant la forme de la cloison à celle du réchauffeur.
- [0076] Les trois compartiments communiquent en plafond de caisse, 30 cm au-dessus du niveau haut d'effluent. Ceci permet d'assurer l'équilibre de pression/niveau entre les compartiments et de n'avoir qu'un seul évent sur le dessus de la caisse. Les dimensions de ces communications entre compartiments sont suffisantes pour la sécurité (évacuation d'une surpression accidentelle) mais pas trop importantes afin d'éviter les

passages de liquide entre compartiments (brassage causé par les mouvements du navire).

- [0077] Les compartiments V1 et V2 sont remplis en effluent et réchauffés simultanément puisqu'ils communiquent par l'échangeur au fond de la caisse de décantation 21 dans une ouverture. Ils sont donc tous deux le siège principal de la décantation accélérée. Pour uniformiser la couche d'hydrocarbures entre les deux compartiments et ainsi n'utiliser qu'un seul détecteur de couche d'hydrocarbures, la cloison de séparation entre les deux compartiments est ajourée sur une hauteur d'environ 10 cm (centrée sur le niveau haut d'effluent).
- [0078] La communication entre les compartiments V2 et V3 est maîtrisée de façon à ne procéder au remplissage initial du compartiment V3 qu'après réchauffage/décantation des compartiments V1 et V2. La communication entre les compartiments est ensuite maintenue ouverte pendant le fonctionnement continu du dispositif. L'implantation de cette communication au niveau bas de la caisse de décantation 21 (juste au-dessus du niveau du réchauffeur) permet de transférer un effluent le moins pollué possible.
- [0079] Des montures à niveau sont installées des deux côtés de la caisse. L'une indique le niveau des compartiments V1 et V2 (en communication permanente), l'autre indique le niveau du compartiment V3 (qui est isolé des compartiments V1 et V2 dans certaines phases du processus). Cette redondance permet aussi une redondance des capteurs de niveau haut et bas (cas où ils sont fixés sur les montures à niveau).
- [0080] Les deux vannes de vidange de la caisse de décantation 21 (compartiments V1, V2 et V3) permettent de purger l'installation en vue d'un arrêt prolongé ou d'une maintenance/nettoyage.
- [0081] Compte-tenu des caractéristiques énoncées, les dimensions suivantes constituent des exemples de la conception du système :
- [0082] Caisse de décantation 21 pour un dispositif selon un premier mode (production 1m³/j) :
- [0083] Volume total : 420 litres
- [0084] Volume de liquide : 325 litres
- [0085] Volume utile : 250 litres (6 heures de fonctionnement)
- [0086] Volume résiduel (à minimiser) : 75 litres (hauteur min du liquide)
- [0087] Hauteur max du liquide : 1000mm
- [0088] Lane d'air de 300mm
- [0089] Hauteur min du liquide : dessus du réchauffeur, 230mm (à ajuster en fonction du diamètre du réchauffeur et de sa hauteur par rapport au fond de la caisse nécessaire pour assurer la circulation par convection (100 à 150 mm))
- [0090] L=900=3*300 – W=360 – H=1300mm. (L à ajuster en fonction de la longueur du réchauffeur)

[0091] Caisse de décantation 21 pour un dispositif selon un deuxième mode (production 3m³/j) :

[0092] Volume total : 1070 litres

[0093] Volume de liquide : 895 litres

[0094] Volume utile : 750 litres (6 heures de fonctionnement)

[0095] Volume résiduel (à minimiser) : 145 litres (hauteur min du liquide)

[0096] Hauteur max liquide : 1420mm

[0097] Lamé d'air de 300mm

[0098] Hauteur min du liquide : dessus du réchauffeur, 230mm (à ajuster en fonction du diamètre du réchauffeur et de sa hauteur par rapport au fond de la caisse nécessaire pour assurer la circulation par convection (100 à 150 mm))

[0099] $L=1050=3*350 - W=600 - H=1720\text{mm}$. (L à ajuster en fonction de la longueur du réchauffeur)

[0100] Caisse de décantation 21 pour un dispositif selon un troisième mode (production 5m³/j) :

[0101] Volume total : 2000 litres

[0102] Volume de liquide : 1680 litres

[0103] Volume utile : 1250 litres (6 heures de fonctionnement)

[0104] Volume résiduel (à minimiser) : 430 litres (hauteur min du liquide)

[0105] Hauteur max liquide : 1500

[0106] Lamé d'air de 300mm

[0107] Hauteur min du liquide : dessus du réchauffeur, 300mm (à ajuster en fonction du diamètre du réchauffeur et de sa hauteur par rapport au fond de la caisse nécessaire pour assurer la circulation par convection (100 à 150 mm))

[0108] $L=1350=3*450 - W=850 - H=1800\text{mm}$. (L à ajuster en fonction de la longueur du réchauffeur)

[0109] Bouilleur

[0110] Le bouilleur est essentiellement constitué d'une enceinte résistante étanche contenant un réchauffeur pour évaporer l'eau contenue dans l'effluent à traiter, un condenseur pour remettre sous forme liquide l'eau évaporée, un filtre « demister », non représenté, (terme anglophone pour séparateur de gouttelettes en français) destiné à séparer les gouttelettes d'eau en suspension dans la vapeur entre le réchauffeur et le condenseur.

[0111] Les dispositifs auxiliaires associés au bouilleur pour assurer son fonctionnement sont :

[0112] – le circuit de circulation d'effluent dont la pompe aspire dans la caisse de décantation depuis le compartiment V3, refoule dans l'éjecteur et alimente le bouilleur en effluent via une vanne à débit constant, et retourne dans la caisse de décantation V3, le circuit de circulation d'effluent est en circuit fermé à l'exception de l'eau propre

produite par le bouilleur,

- [0113] – l'éjecteur dont la fonction est de créer le vide dans le bouilleur en aspirant les gaz incondensables (effet venturi) et d'extraire l'effluent concentré,
- [0114] – les circuits de chauffe et de réfrigération décrits ci-après,
- [0115] – le circuit eau propre dont la pompe aspire l'eau condensée dans le bouilleur et refoule vers un dispositif de mesure de la teneur en hydrocarbures qui actionne une vanne trois voies : une entrée et deux sorties ; une des sorties permet d'orienter l'eau vers le réservoir d'eau propre 35 (teneur en hydrocarbures inférieure à un seuil compris entre 0 et 15 ppm) et l'autre sortie vers la caisse de décantation 21 (teneur en hydrocarbures supérieure au seuil).
- [0116] La puissance de chauffe du réchauffeur du bouilleur est de 30 kW à 150 kW selon les différents modes du système.
- [0117] L'alimentation du bouilleur 28 en effluent est assurée par une vanne à débit constant 32 protégée par un filtre (non représenté). Dans un exemple de réalisation, le débit est d'environ 3 fois le débit de production d'eau.
- [0118] A la sortie du bouilleur se trouve un éjecteur 31. Le débit d'extraction d'effluent concentré par l'éjecteur 31 est d'environ 2 fois le débit de production d'eau.
- [0119] Conception
- [0120] Le corps du bouilleur 28 est réalisé en acier, avec un revêtement interne pour la protection contre la corrosion.
- [0121] Les échangeurs de chaleur (réchauffeur et condenseur) sont de type à épingles et sont réalisés en alliage résistant à la corrosion (CuNi, bronze).
- [0122] Afin de simplifier le nettoyage et la maintenance du bouilleur 28, un de ses côtés est constitué d'une plaque boulonnée aisément démontable (montée sur une charnière si l'environnement le permet). Il est ainsi possible d'avoir accès aux échangeurs (réchauffeur, condenseur) et au filtre « demister » qui est amovible.
- [0123] Un dispositif de nettoyage par injection de produit est également prévu, comme sur les bouilleurs traditionnels.
- [0124] Le bouilleur dispose des accessoires suivants :
- [0125] - hublot de contrôle de la hauteur de liquide
- [0126] - vacuomètre
- [0127] - thermomètre
- [0128] - soupape de surpression
- [0129] - thermomètres entrée et sortie réchauffeur
- [0130] - manomètre entrée condenseur
- [0131] - vanne de vidange
- [0132] Circuit de chauffe
- [0133] Les réchauffeurs du bouilleur et de la caisse de décantation sont alimentés par une

dérivation du circuit d'eau chaude des moteurs du navire.

[0134] L'eau des moteurs arrive à une température de 70°C à 90°C.

[0135] Le delta température dans les réchauffeurs est de 4°C à 10°C.

[0136] Le débit d'eau chaude est de 6 à 17 m3/h selon le modèle du dispositif.

[0137] Il est important de ne pas chauffer trop fort dans le bouilleur pour éviter l'entraînement de polluants dans le circuit de vapeur et de condensation du bouilleur.
Le réglage de la puissance de chauffe est assuré par la maîtrise du débit d'eau chaude : laminage sur la vanne d'arrivée du réchauffeur.

[0138] Circuit de réfrigération

[0139] Le condenseur du bouilleur est alimenté en eau de mer par un circuit comprenant une pompe de réfrigération (non représentée) aspirant et refoulant directement à la mer.

[0140] Pour la conception du système l'eau de mer arrive au condenseur du bouilleur à une température maximum de 32°C.

[0141] Le delta de température dans le condenseur est de 8°C à 10°C.

[0142] Le débit de la pompe de réfrigération (non visible) eau de mer est de 3 à 12 m3/h.

[0143] Circulation effluent

[0144] Les caractéristiques de la pompe du circuit 29 sont liées aux besoins de l'éjecteur et du circuit effluent :

[0145] - pression 4 à 6 bars

[0146] - débit de 3 à 12 m3/h selon le modèle du dispositif

[0147] - fonctionnement jusqu'à 65°C

[0148] Un filtre 30 en amont de la pompe protège sa garniture.

[0149] L'éjecteur alimenté par le circuit d'effluent a pour fonction d'extraire l'effluent concentré et les gaz incondensables du bouilleur.

[0150] Le débit d'extraction d'effluent concentré du corps du bouilleur est d'environ deux fois la production.

[0151] La chute de pression dans l'éjecteur est d'environ 3 bars. La pression minimale à l'entrée de l'éjecteur sera donc de 3.3 bar.

[0152] Un piquage sur le circuit d'effluent entre la pompe et l'éjecteur permet d'alimenter le bouilleur en effluent via la vanne à débit constant.

[0153] Transfert effluent

[0154] Le circuit de transfert d'effluent comprend une pompe qui aspire dans le réservoir d'eaux de cales et refoule dans la caisse de décantation.

[0155] La pompe de transfert d'effluent doit avoir un débit égal à environ 6 heures de production d'eau propre en 15 minutes : 1m3/h (premier mode du dispositif) à 5m3/h (troisième mode du dispositif).

[0156] Un filtre en amont protège la pompe.

[0157] Eau propre.

- [0158] La pompe à eau propre 34 ne doit pas tourner à sec : elle est placée sous le bouilleur 28 et le circuit d'eau propre est conçu pour que la pompe reste en charge.
- [0159] La teneur en hydrocarbures de l'eau produite conditionne son aiguillage vers la soute à eau propre ou vers une redistillation (compartiment V3 de la caisse de décantation 21 ou directement au réservoir d'eau propre 35).
- [0160] Sécurité.
- [0161] Risque d'explosion ou surpression par surchauffe de l'effluent
- [0162] Une eau de cale étant considérée comme un hydrocarbure, il faut protéger l'installation contre tout risque d'explosion en envisageant la réalité d'une telle hypothèse et ainsi exclure toute attitude dangereuse dans la conduite de l'appareil.
- [0163] La prévention contre les risques d'explosion dans la caisse de décantation 21 et dans le bouilleur se fait suivant deux axes :
- [0164] - Action sur les gaz et vapeurs inflammables.
- [0165] - Suppression des sources d'inflammation.
- [0166] Éléments de conception contribuant à la sécurité
- [0167] Les éléments de sécurité suivants sont pris en compte dans la conception du dispositif :
- [0168] - Minimisation des volumes pouvant contenir des vapeurs explosives
- [0169] - Tenue mécanique de la caisse de décantation 21
- [0170] - Utilisation de montures à niveau à indication magnétique
- [0171] - Utilisation de réchauffeurs à eau
- [0172] - Event sur la caisse de décantation 21 relié à un circuit de mise à l'air libre réglementaire
- [0173] - Sécurité température très haute de la caisse de décantation 21 (75°C)
- [0174] - Soupape sécurité du bouilleur, reliée au circuit d'évent de la caisse de décantation 21
- [0175] - Sécurité niveau bas compartiments V1-V2 de la caisse de décantation 21
- [0176] - Arrêt du dispositif si panne de la pompe à effluent
- [0177] Risque de débordements
- [0178] Niveau très haut compartiments V1-V2 de la caisse de décantation 21.
- [0179] Fermeture vannes entrée/sortie effluent du dispositif à l'arrêt pour éviter un remplissage du bouilleur 28 par gravité ou siphon depuis la caisse de décantation 21.
- [0180] Risque manque d'eau
- [0181] Niveau bas compartiments V1-V2 et V3 de la caisse de décantation 21.
- [0182] Stop si panne de la pompe de circulation d'effluent (risque manque d'eau dans le bouilleur).
- [0183] Disposition générale :
- [0184] La figure 2 est une vue en perspective montrant l'encombrement du système.

- [0185] L'encombrement du système doit être aussi réduit que possible. La principale contrainte est la surface occupée sur le parquet du compartiment du navire. La contrainte de hauteur est normalement moindre.
- [0186] Le bouilleur est accolé à la caisse de décantation 21. Ils sont tous deux surélevés par rapport au parquet. Les pompes de transfert effluent, eau propre et éventuellement la pompe de réfrigération eau de mer, sont placées sous le bouilleur et la caisse de décantation 21.
- [0187] Le fait que le bouilleur soit surélevé permet également d'optimiser le tracé du circuit de circulation d'effluent en plaçant le refoulement de la pompe dans l'axe de l'éjecteur. Veiller à respecter les éventuelles conditions de montage de l'éjecteur (longueurs de tuyauterie rectilignes avant et après l'éjecteur) destinées à éviter les conséquences négatives d'écoulements turbulents.
- [0188] La principale aire de maintenance est située sur le côté gauche du système pour permettre l'extraction des échangeurs de la caisse de décantation 21 et du bouilleur.
- [0189] Le tableau électrique vient se placer au-dessus de cette aire dégagée pour la maintenance. Le tableau électrique comprend un microcontrôleur permettant de piloter le système. Le pilotage permet de commander les électrovannes à partir des différents capteurs du système.
- [0190] Si l'espace est suffisant devant le bouilleur, il sera intéressant de monter la plaque boulonnée sur charnière de façon à faciliter son démontage pour la maintenance du bouilleur.
- [0191] Le bouilleur étant accolé à la caisse de décantation 21, la vanne de communication entre les compartiments V2 et V3 se trouve rejetée à l'arrière de la caisse. De même la vanne d'aspiration du circuit d'effluent sera située derrière le compartiment 3 pour des raisons de tracé du circuit d'effluent. Veiller à prendre en compte l'accessibilité pour la maintenance de ces vannes si le système est installé le long d'une cloison du navire.
- [0192] Nettoyage et entretien
- [0193] La caisse de décantation 21 est vidée par les vannes de vidange des compartiments V1-V2 et V3.
- [0194] L'intérieur des trois compartiments est accessible par des trappes de visite boulonnées situées sur le dessus de la caisse.
- [0195] Le bouilleur est conçu pour être aisément nettoyé par procédé chimique ou après démontage d'un de ses côtés.
- [0196] Les épingles du réchauffeur et du condenseur du bouilleur peuvent être nettoyées après démontage individuel ou sans démontage lors de l'ouverture du côté du corps du bouilleur.
- [0197] Les filtres sur les circuits de transfert et de circulation d'effluent peuvent être démontés pour nettoyage ou remplacement.

Liste des signes de référence

[0198] [Tableaux1]

Références	Désignations
20	réservoir d’eaux de cales
21	caisse de décantation
22	réservoir de résidus
23	entrée de décantation
24	sortie de décantation
25	sortie d’extraction de surface
26	élément chauffant
27	pompe de transfert
28	bouilleur
29	pompe de circulation d’effluent
30	filtre
31	éjecteur
32	vanne à débit constant
33	vanne trois voies
34	pompe de circulation d’eau
35	réservoir d’eau propre
36	retour de circuit de circulation d’effluent
37	retour du circuit d’eau

[0199] [Tableaux2]

Références	Désignations
V1	volume n°1
V2	volume n°2
V3	volume n°3

Revendications

[Revendication 1]

Système de traitement des eaux de cales de navires, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un circuit de transfert défini entre un réservoir d'eaux de cales (20) et une caisse de décantation (21), ledit réservoir d'eaux de cales (20) comporte des eaux de cales ayant des hydrocarbures à traiter, appelés effluents, ledit réservoir d'eaux de cales (20) est relié à la caisse de décantation (21) par l'intermédiaire d'une pompe de transfert (27),
- la caisse de décantation (21) comportant au moins un volume chauffé pour chauffer l'effluent dans un compartiment par un élément chauffant (26) jusqu'à une première température prédéterminée, une sortie de circulation d'effluent (24) comportant une électrovanne de circulation d'effluent, une sortie d'extraction de surface (25) comportant une électrovanne d'extraction de surface, un retour de circuit de circulation d'effluent (36), et un retour du circuit d'eau (37),
- un circuit d'extraction de surface défini entre la caisse de décantation (21) et un réservoir de résidus (22), la caisse de décantation (21) est reliée au réservoir de résidus (22) par la sortie d'extraction de surface (25) adaptée pour évacuer par gravité les hydrocarbures concentrés présents en surface de l'effluent par l'intermédiaire de l'électrovanne d'extraction de surface qui s'ouvre lorsque l'épaisseur de la couche d'hydrocarbures atteint un seuil prédéterminé,
- un bouilleur (28) relié à la sortie de circulation d'effluent (24), le bouilleur (28) comporte un condenseur relié à un circuit de réfrigération et un réchauffeur relié à un circuit de chauffe,
- un circuit de circulation d'effluent défini entre la sortie de circulation d'effluent (24) et le retour de circuit de circulation d'effluent (36), le circuit de circulation comporte une pompe (29) de circulation d'effluent et un éjecteur (31), un piquage positionné entre la pompe (29) de circulation d'effluent et l'éjecteur (31) alimente le bouilleur (28) par une vanne à débit constant (32), l'éjecteur (31) est relié au bouilleur (28) pour créer un vide et extraire l'effluent concentré, et est également relié au retour de circuit de circulation d'effluent (36),
- un circuit de circulation d'eau défini entre le bouilleur (28) et le retour du circuit d'eau (37), le circuit de circulation d'eau comporte une vanne trois voies (33), une pompe de circulation d'eau (34) positionnée entre le bouilleur (28) et la vanne trois voies (33), la vanne trois voies (33)

comporte une entrée et deux sorties ; une des sorties est reliée à un réservoir d'eau propre (35) lorsque la teneur en hydrocarbures est inférieure à un seuil prédéterminé et l'autre sortie est reliée à la caisse de décantation (21) si la teneur en hydrocarbures est supérieure au seuil prédéterminé,

- un microcontrôleur relié à :

- la pompe de transfert (27) pour piloter l'acheminement d'eaux de cales dans la caisse de décantation (21), la pompe (29) de circulation d'effluent pour piloter l'acheminement d'effluent dans le circuit de circulation d'effluent, la pompe de circulation d'eau (34) pour piloter l'acheminement d'eau dans le circuit de circulation d'eau,

- un capteur d'épaisseur d'hydrocarbures de surface pour piloter l'ouverture ou la fermeture de la vanne d'extraction de surface lorsqu'une épaisseur prédéterminée est atteinte, un capteur de teneur en hydrocarbures pour piloter la vanne trois voies (33),

- l'électrovanne de circulation d'effluent pour piloter l'acheminement de l'effluent dans le circuit de circulation d'effluent, l'électrovanne d'extraction de surface pour piloter l'acheminement d'hydrocarbures dans le réservoir de résidus (22).

[Revendication 2]

Système selon la revendication 1, dans lequel la caisse de décantation (21) comporte trois compartiments verticaux (V1, V2 et V3) qui divisent le volume de la caisse de décantation (21) en trois volumes sensiblement égaux, le premier volume (V1) et le deuxième volume (V2) comportent une ouverture en bas pour faire communiquer le premier volume (V1) et le deuxième volume (V2), l'élément chauffant (26) est positionné dans ladite ouverture, une vanne de communication est positionnée entre le deuxième volume (V2) et le troisième volume (V3), la vanne de communication étant disposée sensiblement au niveau du fond des compartiments.

[Revendication 3]

Système selon la revendication 1, dans lequel le seuil prédéterminé de la teneur en hydrocarbures est compris entre 0 et 15 ppm.

[Revendication 4]

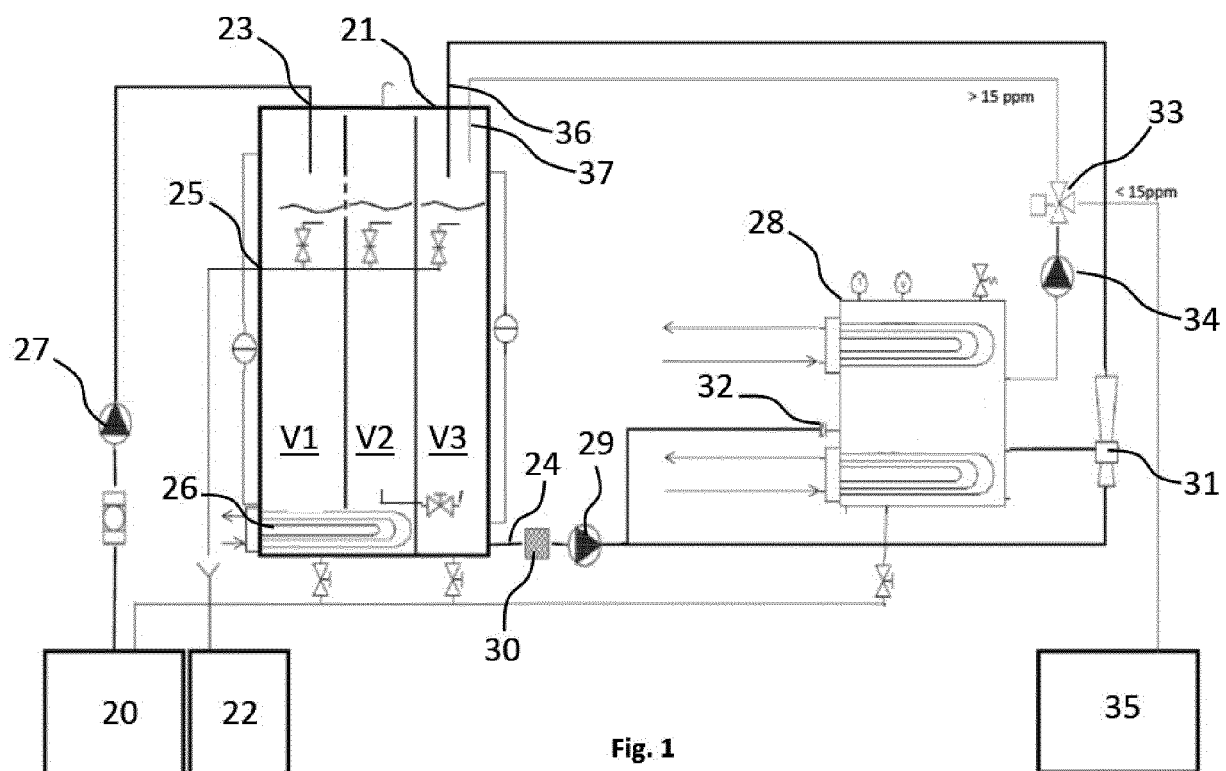
Système selon la revendication 1, dans lequel la première température prédéterminée est comprise entre 55 et 75°C.

[Revendication 5]

Système selon la revendication 2, dans lequel de chaque côté de la caisse de décantation (21) est positionné un indicateur de niveau, le premier indicateur de niveau indique le niveau de liquide du premier compartiment (V1) et du deuxième compartiment (V2), tandis que le deuxième indicateur de niveau indique le niveau de liquide du troisième

compartiment (V3).

[Fig. 1]



[Fig. 2]

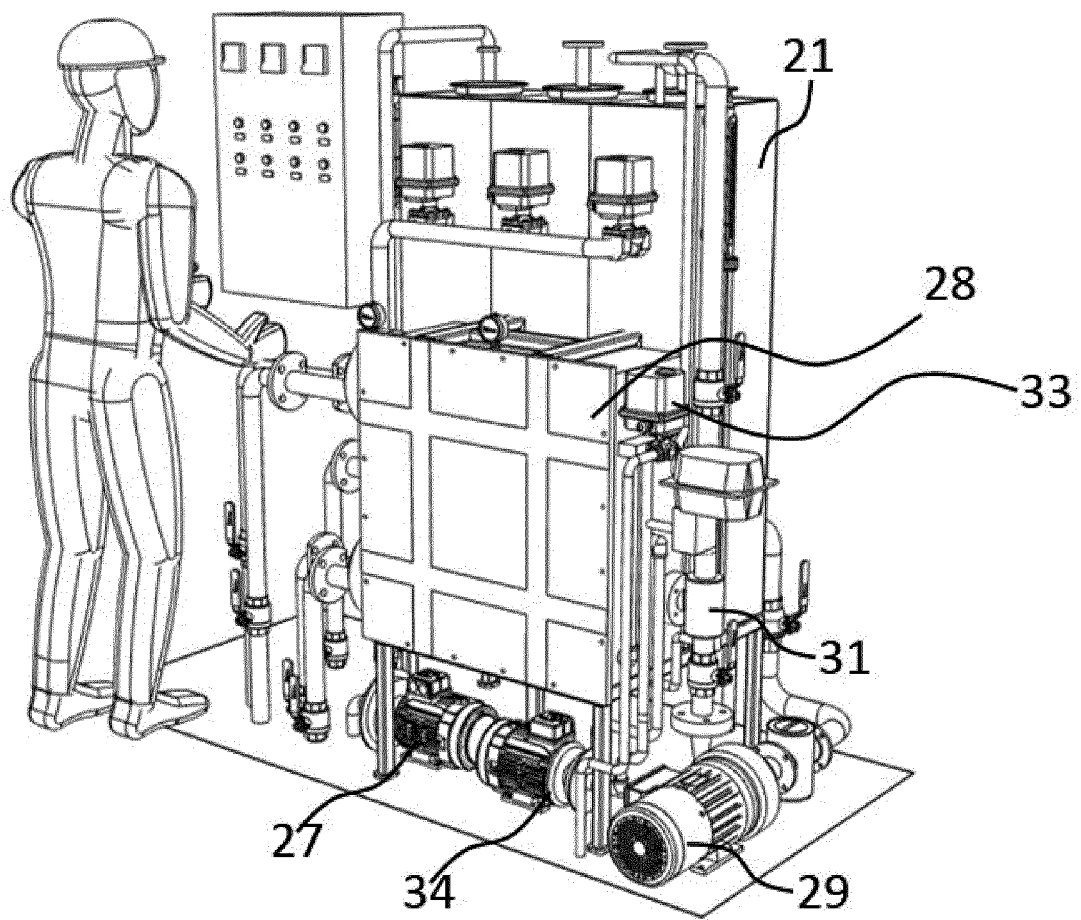


Fig. 2