

MINISTÈRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE.

DIRECTION DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION.

1963

Gr. 15. — Cl. 2.

N° 841.008

Échangeur de température destiné à la synthèse d'hydrocarbures, en particulier à la fabrication d'essence sous pression.

Société dite: FRIED. KRUPP AKTIENGESELLSCHAFT résidant en Allemagne.

Demandé le 22 juillet 1938, à 13^h 7^m, à Paris.

Délivré le 28 janvier 1939. — Publié le 9 mai 1939.

(5 demandes de brevets déposées en Allemagne les 10 août et 1^{er} septembre 1937; 25 mars, 1^{er} et 9 avril 1938. — Déclaration du déposant.)

La présente invention concerne des échangeurs de température destinés à la synthèse d'hydrocarbures, en particulier à la fabrication d'essence sous pression, 5 échangeurs dans lesquels une matière catalytique est disposée dans des tubes. Ces tubes sont parcourus par les gaz, qui cèdent ainsi leur chaleur au milieu de refroidissement baignant les tubes. Il est très important, pour l'opération de transformation et 10 pour le produit final désiré, qu'on obtienne un échange de température convenable et uniforme entre la matière catalytique, mauvaise conductrice de la chaleur, et le milieu absorbant de la chaleur, dans le four de contact. L'invention consiste principalement en ce que les tubes, baignés extérieurement par un milieu de refroidissement, sont munis de garnitures métalliques intérieures, qui divisent la matière catalytique et qui sont reliées aux parois des tubes de telle manière qu'elles peuvent transmettre la chaleur à ces parois.

Les dessins ci-joints représentent, comme 25 exemple de réalisation de l'objet de l'invention, un échangeur de température tel qu'il est utilisé comme four de contact pour la fabrication d'essence par le procédé à basse pression (Fischer-Tropsch); sur ces

dessins:

La fig. 1 représente une vue en coupe longitudinale verticale axiale par le four de contact, et

Les fig. 2 à 14 représentent, à échelle agrandie, toutefois à des échelles différentes l'une de l'autre, des vues en coupe transversale par les tubes, avec des exemples de réalisation différents des garnitures disposées à l'intérieur de ces tubes.

L'échangeur de température consiste en 40 un faisceau de tubes 1, de petit diamètre, disposés verticalement assez étroitement l'un à côté de l'autre, qui sont maintenus réunis à leurs parties supérieure et inférieure par des fonds à tubes 2. Au fond à 45 tubes inférieur 2 est fixé un tamis 3, qui maintient la matière catalytique contenue dans les tubes 1, mais qui est disposé de façon à pouvoir être rabattu, pour évacuer la matière catalytique. Les tubes 1 sont entourés d'une enveloppe en tôle 4, résistant à 50 la pression, dans laquelle les fonds 2 sont fixés et qui délimite la chambre pour l'eau de refroidissement, entourant les tubes 1; cette chambre est munie de tubulures appropriées pour les conduites d'amenée et 55 d'évacuation d'eau, et le cas échéant pour l'évacuation de vapeur, par exemple de la

Prix du fascicule : 10 francs.

tubulure 5. A l'enveloppe 4, ou à ses brides 6, sont assemblés, aux parties supérieure et inférieure, de façon amovible, des fonds de chaudière 7 et 8, qui sont munis de tubulures de raccord 9 et 10 pour l'amenée et l'évacuation des gaz. Les chambres, délimitées par les fonds 7 et 8, constituent les espaces collecteurs pour l'entrée et la sortie des hydrocarbures gazeux à refroidir. Les fonds sont assemblés par des vis, au moyen des brides 11, aux brides 6 du réservoir.

Les tubes 1 sont munis intérieurement de garnitures conductrices de la chaleur qui divisent la matière catalytique, par elle-même mauvaise conductrice de la chaleur, en parties approximativement égales et qui donnent, pour un faible encombrement, de grandes surfaces de contact avec cette matière catalytique, surfaces qui s'étendent dans la direction de l'axe des tubes et qui permettent une évacuation de chaleur convenable et uniforme. Ces garnitures peuvent être constituées par des pièces distinctes du tube, sous forme de corps simples en tôle, pièces qui sont enfilées dans les tubes et qui permettent un remplissage facile de la matière catalytique, dont les éléments sont guidés par les tôles, de sorte que ces éléments ne doivent que tomber verticalement et que les dépôts, donnant lieu à des obstructions, ne peuvent se produire. L'évacuation de matière catalytique épuisée ne présente également ainsi aucune difficulté.

La fig. 2 représente un corps en tôle 15, en forme d'étoile, avec des faces de contact courbes 16, dans la région de la matière catalytique, divisée uniformément par elles, et avec des faces de portée bombées 17 contre la paroi du tube. Le corps en tôle 15 forme une lame, fermée sur elle-même, d'une grandeur telle qu'elle s'applique élastiquement aux points 18 lorsqu'on la repousse à l'intérieur du tube 1. Pour améliorer l'application du corps en tôle 15 contre la paroi du tube, on étire ensuite le tube à un diamètre plus petit, de sorte que les parties bombées 17 sont écrasées à plat et qu'il se forme une face de portée large et étanche, qui relie la garniture 15 au tube 1 de façon presque inséparable.

La fig. 3 représente une autre forme de réalisation, notamment avec une garniture 19 en forme de trèfle en section transversale, qui peut être reliée au tube 1 de la même manière que le corps en tôle 15 dans le cas de la fig. 2.

La fig. 4 concerne une garniture en forme de roue à palettes, dans laquelle les trois tôles 20, courbées en forme d'U, prennent élastiquement appui contre la face interne du tube 1. Pour obtenir, avec cette forme des pièces de la garniture, une liaison suffisamment rigide et uniforme avec le tube, les intervalles, existant éventuellement entre les extrémités des tôles 20 et la paroi du tube 1, sont remplis d'une couche métallique particulière, ce qui peut avoir lieu par exemple par zingage.

La fig. 5 représente un tube de catalyse avec plusieurs nervures 21, droites, radiales, ne venant pas en contact entre elles, qui sont étirées d'une seule pièce avec le tube 1.

La garniture suivant la fig. 6 consiste en plusieurs tôles planes 22, qui rayonnent en forme d'étoile à partir de l'axe du tube et qui sont élargies à leurs extrémités par des faces d'appui 23, dirigées parallèlement à la paroi intérieure du tube. L'application étanche des faces 23 contre le tube est obtenue, soit, comme dans les premiers exemples, en ramenant par étirage le tube à un diamètre plus petit, soit, comme dans l'exemple de réalisation suivant la fig. 4, en remplissant des intervalles éventuellement existants avec une couche métallique (zingage).

Pour réduire le poids du four, les pièces de la garniture peuvent être faites en métal léger.

L'effet d'absorption de la chaleur par les garnitures est accru par l'utilisation d'une matière possédant une conductibilité thermique meilleure que celle du tube.

L'exemple de réalisation suivant la fig. 7 présente d'abord l'avantage que la matière catalytique est divisée, par des corps en tôles, en bandes d'une épaisseur qui est uniforme et n'est pas trop grande, et que les corps en tôle s'appliquent particulièrement bien contre le tube au point de vue de la conduction de chaleur, sans qu'un as-

semblage par soudure soit nécessaire entre la garniture et le tube. Ce mode de construction présente en même temps l'avantage que la matière catalytique, qui adhère en partie aux parois, peut être facilement renouvelée. Ceci est obtenu par une garniture en tôle, s'appliquant élastiquement contre la paroi du tube et se laissant retirer de celui-ci; cette garniture est avantageusement construite sous forme de corps creux déterminant des espaces vides, individuels et laissant libres des espaces vides, corps creux retirés du tube, présentent encore l'avantage d'accroître de façon importante la surface d'échange de température, qui est accrue par une garniture élastique additionnelle et qui divise encore davantage la section transversale du tube recevant la matière catalytique.

L'exemple de réalisation représenté sur la fig. 7, montre, montre l'application de l'invention à un tube d'un diamètre de 60-70 mm. environ. Dans chaque moitié de la section transversale du tube 1, il est prévu un corps creux 32, qui contient dans le cas considéré également une matière catalytique et qui est fait à partir d'une enveloppe en tôle, fermée sur elle-même, et est amené à la forme d'un segment de cylindre creux, c'est-à-dire possède approximativement une section transversale en forme de segment de cercle, dont les côtés étroits 33 sont adaptés à la paroi du tube 1 et sont appliqués contre celle-ci par un autre corps en tôle 34, qui consiste en deux profilés en tôle, en forme d'U, juxtaposés par leur dos. Les deux parties du corps en tôle 34 sont reliées rigidement entre elles, sur leur dos, de préférence par une soudure à résistance 35, et les parties de bordure sont situées à une faible distance l'une de l'autre, de sorte que les branches 36 de chaque partie du corps 34 peuvent fléchir élastiquement à un certain degré. Ces branches 36 sont en outre munies, à leurs extrémités, de parties coudées 37, également élastiques, qui prennent appui contre les côtés longitudinaux des corps creux 32 et appliquent ceux-ci contre la paroi du tube 1.

Les corps creux 32 délimitent d'abord, dans chaque moitié de la section transversale du tube, deux chambres 38 et 39, des-

tinées à recevoir la matière catalytique et séparées l'une de l'autre par des éléments métalliques, tandis que l'espace médian restant est divisé par le corps de garniture élastique, composé de tôles longitudinales, en quatre autres chambres 40 à 43, qui toutes ne dépassent pas une certaine épaisseur, précisément encore favorable pour la transmission de chaleur, et qui évitent des accumulations de chaleur qui surchaufferaient la matière catalytique.

Il n'est évidemment pas exclu que l'une ou l'autre de ces huit chambres, séparées l'une de l'autre par des éléments métalliques — en particulier les chambres 39, formées par les corps creux 32 fermés sur eux-mêmes — soient parcourues par le milieu de refroidissement, entourant extérieurement le tube 1, et produisent de cette manière un refroidissement additionnel du tube, en agissant de l'intérieur.

Un exemple de réalisation reposant sur une idée analogue est représenté sur la fig. 8. Plusieurs corps en tôle sont réunis en une lame sans fin, en forme d'étoile, s'étendant suivant la section transversale du tube et reposant par de larges faces bombées 51 contre le tube 1. Les larges faces de portée 51 assurent, surtout lorsqu'elles possèdent une certaine élasticité, une portée relativement bonne dans les différentes sections transversales du tube, de sorte qu'ici également on peut renoncer à un assemblage inséparable de la garniture métallique au tube, de telle manière que la garniture peut en cas de besoin être retirée du tube. Pour atteindre une bonne application des faces 51 contre la paroi du tube, il est nécessaire de les presser contre cette paroi, ce qui a lieu à partir d'un endroit central du tube. La garniture possède à cet effet des faces de portée intérieures 52, qui s'adaptent à une tige circulaire ou à un tube intérieur 54, enfilé dans le tube, et qui sont légèrement écartées l'une de l'autre par cette tige ou tube 54, de sorte que les parois radiales en tôle 53 sont mises sous tension. Ces parois 53 sont en outre courbées pour accroître l'élasticité, ou lorsqu'on retire du tube 1 le tube intérieur 54, revient élastiquement en arrière avec

les faces de portée 52 et décharge ainsi les larges faces de portée 51, de sorte que la garniture en tôle 50 peut, après l'enlèvement relativement simple du tube intérieur 5 54, être facilement retirée du tube 1.

Les garnitures pouvant être retirées du tube, par exemple le tube intérieur 54, peuvent également être utilisées pour le réglage de l'échange de température qui, 10 comme il est connu, n'est plus aussi grand dans les parties, où il n'existe plus que peu de gaz réactionnel, qu'en d'autres endroits. On effectuera le réglage en mettant hors d'action les faces d'échange indirect de 15 température et, à cet effet, on repoussera la garniture (par exemple le tube intérieur 54) plus ou moins profondément dans le tube 1.

Dans les quatre exemple de réalisation 20 suivants (fig. 9 à 12), on veille à une bonne conduction de chaleur par le fait que la garniture est reliée, aux endroits de contact avec la paroi du tube, par une soudure, de préférence par une soudure à 25 résistance.

Conformément à la fig. 9, la garniture consiste en un simple fer plat 61, qui est disposé suivant un diamètre du tube 1 et qui est relié par une soudure à résistance 30 62 à la paroi du tube. L'exemple de réalisation suivant la fig. 10 ne se différencie du précédent que par le fait que le fer plat 63 est élargi en une bride 64 aux deux endroits de contact. Cette bride est 35 assemblée au tube 1 par une soudure 65. Une autre construction de cette forme de réalisation est représentée sur la fig. 11, qui ne diffère de celle de la fig. 10 que par 40 le fait que le fer plat 63 de la fig. 10 est remplacé par une pièce ondulée 66 (fig. 11), de sorte que la face d'échange de température est accrue. Ces constructions présentent l'avantage de la simplicité et de la suppression de tout travail 45 d'ajustage. La fig. 12 montre une enveloppe en tôle, fermée sur elle-même, avec deux parois 67 courbées vers l'intérieur et avec deux larges parois de contact 68, qui sont reliées chacune en deux endroits 69 au 50 tube 1 par soudure. Dans toutes les constructions suivant les fig. 9 à 12, la soudure à résistance peut, suivant les besoins, être

continue (soudure à joint effectué par des molettes) ou discontinue (soudure par points), et, dans le cas de larges faces 55 de portée, la soudure peut être effectuée suivant deux ou un plus grand nombre de rangées; voir par exemple la fig. 12. Il est également possible, dans les constructions précédemment mentionnées, par exem- 60 ple suivant la fig. 2, de fixer la garniture à la paroi du tube par soudure.

Les exemples de réalisation suivant les fig. 13 et 14 montrent la disposition sui- 65 vant l'invention, déjà mentionnée, consistant à courber les garnitures sous forme de corps creux complètement fermés, c'est-à-dire également fermés aux extrémités, et à les faire parcourir par le milieu de re- 70 froidissement, baignant extérieurement les tubes 1. Il vient également immédiatement à l'esprit de donner la préférence à la forme tubulaire, c'est-à-dire de prévoir des tubes intérieurs parcourus par le milieu de 75 refroidissement et autour desquels la matière catalytique serait disposée sous forme d'anneau. Mais il se présente alors la difficulté que, pour des raisons économiques (fabrication, nettoyage et analogues), il faut choisir des tubes assez grands et que, 80 pour une épaisseur déterminée, précisément encore favorable, les tubes intérieurs exigent un emplacement assez important. Un autre inconvénient réside dans l'amenée du milieu de refroidissement aux tubes inté- 85 rieurs, qui exige de petits tubes latéraux, traversant l'espace annulaire à matière catalytique à la partie supérieure et à la partie inférieure; ces petits tubes sont indésirables, car l'espace annulaire doit être 90 maintenu libre vers le haut et vers le bas, en vue du remplissage et de l'évacuation de la matière catalytique. Ces inconvénients sont évités dans les modes de construction 95 suivants, par le fait que les corps creux s'étendent jusqu'au tube 1 et sont raccordés à travers la paroi du tube 1 au milieu servant à l'échange de température.

La fig. 13 représente un corps creux de forme essentiellement rectangulaire, qui 100 peut comporter, au milieu de l'un de ses côtés longitudinaux 71, un renflement de forme semi-circulaire 72. Le corps creux s'applique par ses deux côtés courts 73

contre le tube 1 et est relié rigidement à celui-ci en ces endroits. Sur toute la longueur du corps creux sont ménagés des trous 74, traversant la paroi du tube 1, qui mettent en communication l'intérieur du corps creux avec le milieu de refroidissement baignant extérieurement le tube 1. Les chambres, dans lesquelles circule le milieu de refroidissement sont rendues étanches vis-à-vis de la matière catalytique par une soudure 75, ménagée à l'intérieur des trous 74 dans l'intervalle entre la paroi du tube 1 et le côté court 73 de ce corps creux. Mais l'étanchéité peut également être réalisée par une soudure à résistance, qui s'étend sur tout le bord de la paroi 73 du corps en tôle ou qui entoure les différents trous 74 et qui suffit également pour maintenir le corps creux dans le tube 1.

La fig. 14 représente une division avantageuse de la section transversale du tube par deux corps creux, en forme de segments de cercle, disposés symétriquement, avec des faces longitudinales 80 et 81 et des faces étroites 82, qui reposent contre le tube et possèdent, de même que dans l'exemple de réalisation suivant la fig. 13, des trous 83 pour le milieu de refroidissement. Les trous 83 sont entourés d'une soudure à résistance 84.

Lors du montage des tubes 1, fabriqués de cette manière, ceux-ci sont placés étroitement à côté l'un de l'autre dans les fonds à tubes 2 de l'échangeur de température et sont soudés à ceux-ci. Les fonds à tubes 2, avec le tamis correspondant 3, sont ensuite placés dans l'enveloppe 4 résistant à la pression. Par fixation des fonds 7 et 8 et par montage des raccords nécessaires en 9 et 10, le four de contact est prêt à fonctionner. Le démontage du four est aussi simple, lors d'un nettoyage éventuel ou lors de l'évacuation de matière catalytique épuisée et du remplissage du four par de la matière catalytique fraîche.

RÉSUMÉ.

L'invention concerne :

I. — Un échangeur de température destiné à la synthèse d'hydrocarbures, en particulier à la fabrication d'essence sous pression, dans lequel une matière catalytique est disposée dans des tubes, caractérisé en ce

que les tubes, baignés extérieurement par un milieu de refroidissement, sont munis de garnitures métalliques intérieures, qui divisent la matière catalytique et qui sont reliées aux parois des tubes de telle manière qu'elles peuvent transmettre la chaleur à celles-ci;

II. — Des formes de réalisation de l'échangeur de température suivant I, caractérisées par les points suivants, séparément ou en combinaison :

1° Les garnitures métalliques consistent en éléments minces, parallèles à l'axe du tube, qui divisent de façon approximativement uniforme la matière catalytique;

2° On donne aux éléments métalliques minces une forme courbe pour obtenir une grande surface de contact, conduisant la chaleur, avec la matière catalytique;

3° Les éléments métalliques minces sont constitués par des pièces distinctes du tube et s'appliquent élastiquement contre la paroi du tube;

4° Ces éléments métalliques minces constituent dans le tube un corps creux, fermé sur lui-même en section transversale, qui s'applique en plusieurs endroits contre le tube par des parties bombées;

5° Le corps creux, fermé sur lui-même, possède une section transversale en forme d'étoile ou de trèfle;

6° Les éléments métalliques minces présentent en section transversale la forme d'une roue à palettes;

7° Les tubes sont, après la mise en place des éléments métalliques minces, étirés à un diamètre plus petit;

8° Les tubes sont disposés verticalement et sont fermés à leur partie inférieure par un tamis;

9° Les garnitures métalliques intérieures consistent en un métal léger;

10° Les garnitures consistent en un métal possédant une conductibilité thermique meilleure que celle du métal des tubes;

11° Un intervalle, existant éventuellement entre les garnitures et la face intérieure des tubes, est rempli par une couche métallique particulière, qui est formée par exemple par zingage;

12° Les tubes sont constitués par des tubes profilés dans lesquels les garnitures

métalliques sont formées d'une seule pièce avec ces tubes;

13° Les garnitures métalliques sont élargies à leurs extrémités venant en contact avec la paroi des tubes;

14° Les garnitures métalliques intérieures consistent en corps en tôle, pouvant être retirés des tubes et dont l'un au moins comporte des parties qui s'applique contre la paroi intérieure du tube sous une pression élastique;

15° Les garnitures métalliques intérieures comportent deux corps creux, qui sont formés par des enveloppes en tôle fermées sur elles-mêmes, et qui sont appliqués à partir de l'axe du tube vers les deux côtés contre la paroi du tube par une autre garniture intérieure;

16° Les corps creux sont constitués par des parties d'un cylindre creux, c'est-à-dire possédant approximativement une section transversale en forme de segment de cercle, qui s'applique par ses petits côtés contre le tube et qui laisse libre, du côté de la paroi du tube un espace vide pour la matière catalytique;

17° Pour appliquer élastiquement les corps creux contre la paroi du tube, il est prévu un corps additionnel en tôle, qui divise l'espace situé entre les premiers corps creux et destiné à recevoir la matière catalytique, en d'autres espaces (par exemple quatre bandes) d'une épaisseur approximativement égale;

18° Ce corps additionnel en tôle consiste en deux tôles, pliées en forme d'U et soudées entre elles par leur dos, dont les extrémités coudées (élastiques) des branches s'appliquent contre les premiers corps creux de la garniture;

19° Les dos des tôles en U sont reliés entre eux au milieu par une soudure à résistance et sont légèrement écartés l'un de l'autre à leurs extrémités, de sorte que les branches tout entières peuvent également fléchir élastiquement;

20° Les garnitures métalliques, qui sont constituées par des corps creux fermés sur eux-mêmes en section transversale, sont baignées intérieurement par le milieu de refroidissement;

21° Les garnitures métalliques sont re-

liées aux tubes par soudure;

22° Plusieurs corps en tôle, venant en contact avec la paroi du tube par de larges faces de portée, sont réunis en une lame en forme d'étoile, continue en section transversale, et les faces de portée de la lame en forme d'étoile sont appliquées contre la paroi du tube, à partir de l'axe de celui-ci, par une tige, de préférence de section transversale tubulaire, écartant légèrement l'une de l'autre les faces intérieures de la lame;

23° Les parois radiales de cette lame sont munies d'un léger coude, permettant des mouvements élastiques;

24° Pour régler l'échange de température suivant la longueur des tubes, les garnitures métalliques — en particulier, dans le cas de plusieurs garnitures, la garniture située suivant l'axe — peuvent être retirées des tubes jusqu'à une certaine partie de leur longueur;

25° Les garnitures métalliques intérieures sont reliées aux tubes par une soudure à résistance continue ou par points;

26° Les garnitures métalliques consistent en un fer plat, qui présente le cas échéant une section transversale ondulée pour accroître la surface absorbant la chaleur et qui est de préférence muni de brides pour sa soudure au tube;

27° La garniture métallique consiste en une enveloppe en tôle, sensiblement rectangulaire, fermée sur elle-même et remplie de matière catalytique, qui est, sur ses petits côtés, reliée au tube par des joints de soudure disposés suivant une ou plusieurs rangées;

28° La garniture est constituée par une enveloppe en tôle, qui est plus étroite en son milieu, entre ses faces de portée contre la paroi du tube, qu'à l'endroit de ces faces de portée;

29° Les garnitures métalliques s'étendent jusqu'à la paroi du tube et elles comportent des trous, répartis sur la longueur du tube, qui traversent la paroi du tube et la paroi du corps creux, de sorte que le milieu servant à l'échange de température, baignant extérieurement le tube, peut pénétrer dans l'espace intérieur du corps creux, qui est fermé à ses parties supérieure et infé-

rieure;

30° Une soudure est ménagée, à l'intérieur de ces trous, dans l'intervalle entre la paroi du tube et la paroi du corps creux;

5 31° Une soudure à résistance entoure le trou;

32° Le corps creux consiste en une enveloppe en tôle, de forme rectangulaire, qui est le cas échéant renflée en son milieu et
10 qui est disposée au milieu de la section

transversale du tube;

33° La garniture est constituée par deux corps creux, de section transversale en forme de segments de cercle et disposés dans le tube symétriquement l'un par rapport à l'autre.

Société dite :

FRIED. KRUPP AKTIENGESELLSCHAFT.

Par procuration :

Société DONT et ARMENGAUD aîné.

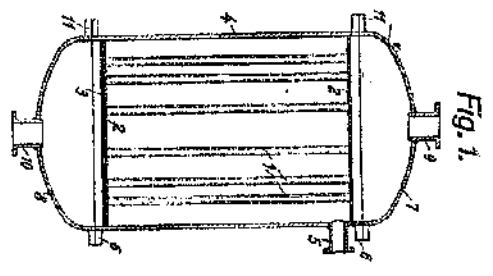


Fig. 1.

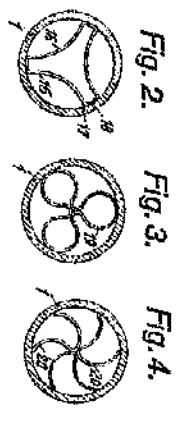


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

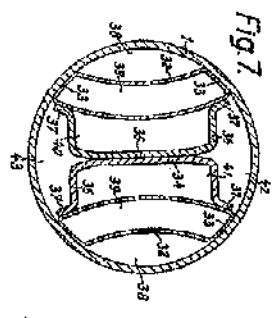


Fig. 7.

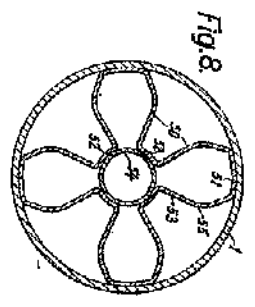


Fig. 8.



Fig. 9.

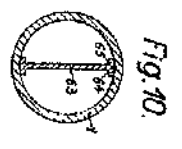


Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.

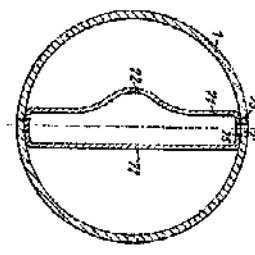


Fig. 13.

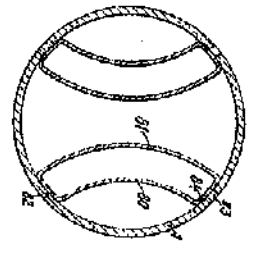


Fig. 14.

Fig. 1.

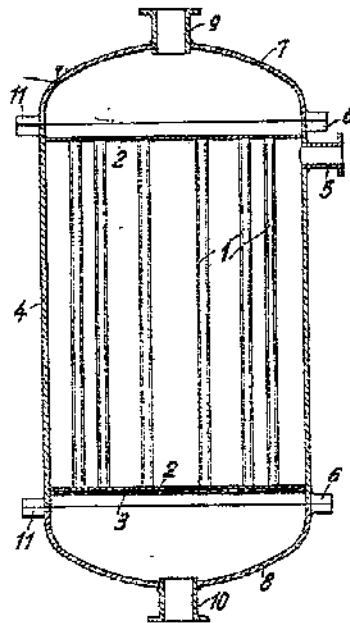


Fig. 5.



Fig. 7.

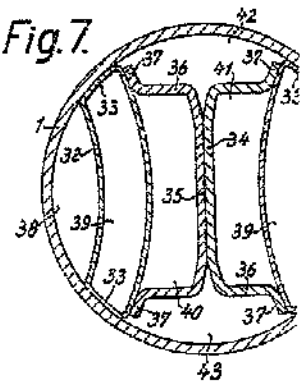


Fig. 2.

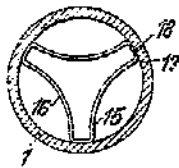


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 8.

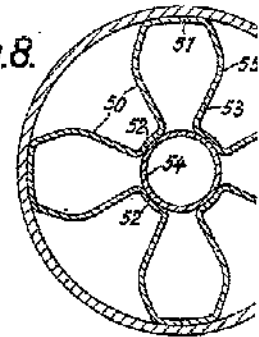


Fig.6.

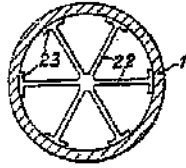


Fig.9.

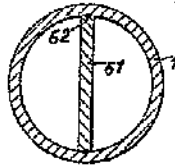


Fig.10.

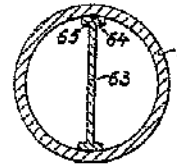


Fig.11.



Fig.12.

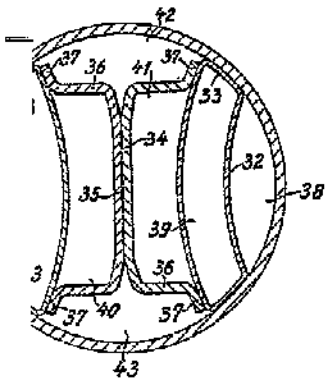
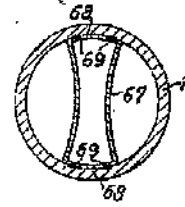


Fig.13.

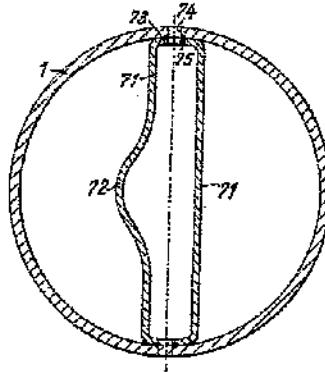


Fig.14.

