(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 586 749**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **84 11656**

(51) Int Cl⁴ : E 21 B 17/042.

# (12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 23 juillet 1984.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 10 du 6 mars 1987.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *Société dite : REED TUBULAR PRODUCTS COMPANY.* — US.

(72) **Inventeur(s) :** Donna D. Saunders, Manmohan Singh Kalsi et Gun-Shing Chen.

(73) **Titulaire(s) :**

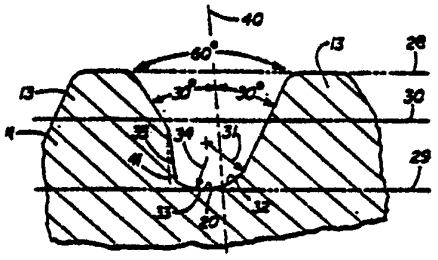
(74) **Mandataire(s) :** Rinuy, Santarelli.

## (54) Elément mâle de raccord de tiges et ce raccord.

(57) L'invention concerne un raccord de tiges conçu pour éviter les ruptures de fatigue et l'application d'un couple excessif.

Le fond 20 des filets 13, par exemple d'un élément mâle 11, est usiné à un rayon 31 supérieur à celui des filets classiques et, de plus, la conicité du filetage est légèrement réduite afin de diminuer la proportion des contraintes exercées sur le dernier filet en prise du filetage.

Domaine d'application : assemblage de tiges de forage, etc.




FR 2 586 749 - A1



Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

L'invention concerne des perfectionnements utiles apportés à des raccords filetés de tiges destinés à raccorder entre elles des tiges creuses, et elle a trait plus particulièrement à un raccord de tiges à faible contrainte et de tendance réduite aux ruptures de fatigue et à l'application de couples excessifs pendant l'utilisation.

Des raccords de tiges filetés, destinés à relier des tiges entre elles, sont couramment utilisés lors d'opérations de forage dans l'industrie du pétrole. Ces raccords de tiges comprennent un élément mâle qui s'emboîte dans un élément femelle. L'un des problèmes principaux posés par les raccords de tiges est la rupture du raccord sous l'effet de la fatigue au bout d'une période d'utilisation prolongée.

L'expression "raccord de tiges" utilisée désigne tout raccord fileté d'une rame de forage utilisée dans des opérations pétrolières ou minières, par exemple des raccords intégraux ou soudés, des manchons de forage, des stabilisateurs, des aléseurs, etc.

Des procédés antérieurs pour résoudre le problème de la fatigue posé avec les raccords de tiges filetés ont porté principalement sur l'utilisation de procédés de martelage de surface ainsi que sur la formation de gorges de stabilisation à proximité de l'épaulement de l'élément mâle. Ces procédés rencontrent un succès quelque peu limité, mais ils ont trait généralement à l'effet de concentration de contraintes élevées dans des zones telles que le fond de filet et l'épaulement à l'interface de pose.

Le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 658 087 décrit un accouplement fileté conique qui réalise un assemblage blocant lorsqu'il est associé à d'autres éléments filetés.

Le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 3 050 318 décrit un raccord fileté du type à éléments femelle et mâle, dans lequel la face d'appui des filets

change sur la longueur du raccord fileté.

Le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 3 388 935 décrit une tige de forage filetée présentant des filets peu profonds faisant varier l'amplitude de la force appliquée aux filets sur leur longueur.

Le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 4 113 290 décrit un raccord fileté destiné à un tubage de grand diamètre, dans lequel la conicité du filet et son profil modifient le point d'application de la pression sur la longueur du filet.

Le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 4 295 751 décrit un autre raccord fileté dans lequel les filets sont conçus pour faire varier l'amplitude de la force appliquée aux filets individuels. Ce raccord fileté est conçu pour être utilisé dans un forage à percussion.

L'application d'un couple excessif au raccord de tiges lors de l'utilisation pose un problème dans certaines formations. Il a été suggéré d'utiliser une seconde paire d'épaulements qui entrent en contact l'un avec l'autre approximativement lors de l'assemblage complet du raccord pour accroître notablement le couple nécessaire pour que le raccord soit soumis à un couple excessif (voir brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 2 532 632). Ceci exige un usinage précis d'une seconde paire d'épaulements dans des tolérances étroites.

L'invention a pour objet un joint fileté perfectionné de tiges caractérisé par de faibles contraintes et une tendance réduite à la rupture par fatigue lorsqu'il est serré. L'invention a plus particulièrement pour objet un joint de tige perfectionné portant un élément mâle conique dont le pied du filet est dégagé, ce qui diminue les contraintes locales et réduit la tendance aux ruptures de fatigue. L'invention a également pour objet un raccord fileté perfectionné de tiges présentant une configuration filetée conique qui répartit les contraintes sur un grand nombre de filets. L'invention a également pour objet

un raccord perfectionné de tiges comportant un élément mâle fileté conique qui présente une configuration filetée réalisant une répartition plus régulière de la charge et une diminution de la tendance aux ruptures de fatigue, et qui s'ajuste sur un élément femelle fileté aux normes API. L'invention a en outre pour objet un raccord fileté perfectionné de tiges empêchant l'application de tout couple excessif en cours d'utilisation par l'établissement d'une intervention radiale des filets mâles dans les filets femelles pendant la constitution du raccord.

L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemples nullement limitatifs et sur lesquels :

- la figure 1 est une coupe longitudinale d'un raccord de tiges typique de l'art antérieur ;
- la figure 2 est une coupe longitudinale partielle à échelle agrandie de la liaison filetée du raccord de tiges de l'art antérieur représenté sur la figure 1 ;
- la figure 3 est une reproduction d'une photographie d'une rupture de fatigue dans un raccord de tiges de l'art antérieur, telle que vue de côté ;
- la figure 4 est une reproduction d'une photographie de la rupture de fatigue du raccord de tiges de la figure 3, telle que vue en bout ;
- la figure 5 est une coupe longitudinale partielle à échelle agrandie d'un détail d'un raccord fileté de tiges de l'art antérieur, montrant sous une forme exagérée la tendance à charger le flanc avant et à décharger le flanc arrière du filet lorsque le raccord est totalement assemblé ;
- les figures 6A et 6B sont respectivement une coupe longitudinale partielle à échelle agrandie du filet mâle montré sur la figure 5 et un graphique ou une courbe théorique de la distribution des contraintes linéairement le long des filets ;
- la figure 7 est une coupe longitudinale

partielle d'une forme fondamentale de filets API pour l'établissement d'une nomenclature de termes ;

- la figure 8 est un graphique ou une courbe théorique de distribution de charge montrant la distribution de la charge en fonction de la position du filet à partir de l'épaulement de l'élément mâle ;

- la figure 9 est une coupe longitudinale partielle d'un filet mâle modifié conformément à l'invention afin d'assurer une détente des contraintes ou stabilisation au pied de filet ;

- la figure 10 est une coupe longitudinale partielle d'un filet mâle, sensiblement analogue à celui montré sur la figure 9, illustrant l'amplitude maximale souhaitée du dégagement au pied du filet ;

- la figure 11 est une coupe longitudinale partielle d'une liaison filetée femelle et mâle montrant l'ajustement des filets au commencement de l'apparition des conditions de charge ;

- la figure 12 est un graphique théorique de la courbe de distribution de contraintes montrant la distribution des contraintes en fonction de la position des filets mâles telle que mesurée à partir de l'épaulement mâle pour le filet aux normes API et pour le filet produit conformément à l'invention ;

- la figure 13 est une élévation avec coupe partielle d'une ébauche d'élément mâle et d'une partie d'une ébauche d'élément femelle, montrant les différentes conicités des filets ; et

- la figure 14 est une coupe longitudinale partielle d'un élément mâle fileté montrant à la fois la conicité et la réalisation des pieds de filets dégagés ou détalonnés.

L'invention concerne des perfectionnements utiles apportés à des raccords de tiges pour relier des tiges entre elles, et en particulier les tiges utilisées lors d'opérations de forage dans l'industrie du pétrole. Un raccord de tiges comprend un élément mâle qui s'assemble

dans un élément femelle. Les organes séparés du raccord de tiges peuvent être soudés à une tige de forage et ils réalisent les liaisons permettant d'assembler les tiges entre elles. L'invention concerne en particulier une conception perfectionnée qui réduit la tendance à la rupture de fatigue des éléments mâles de raccords de tiges et qui empêche l'application d'un couple excessif aux raccords pendant l'utilisation.

En référence aux dessins, et plus particulièrement à la figure 1, un raccord de tiges 10 typique de l'art antérieur comprend un élément mâle tubulaire 11 et un élément femelle tubulaire 12. L'élément mâle 11 comporte une partie mâle filetée conique 13 qui s'assemble dans une partie femelle filetée conique 14 de l'élément femelle 12. La liaison filetée est généralement réalisée par serrage de façon que l'épaulement 15 de l'élément mâle 11 vienne porter étroitement contre la face extrême 16 de l'élément femelle 12. D'autres détails de l'assemblage par raccord de tiges classique de l'art antérieur sont montrés sur les figures 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8.

Dans un raccord de tiges serré comme montré sur la figure 1, la plupart des ruptures de fatigue apparaissent au niveau du dernier filet en prise de l'élément mâle, à environ 19 mm de l'épaulement. Sur la figure 1, la ligne de rupture de fatigue commence environ en 17 sur le filet de l'élément mâle. Sur les figures 3 et 4, l'élément mâle 11 est représenté avec une rupture de fatigue suivant une ligne 18 partant sensiblement du filet 17. En général, une rupture de fatigue s'amorce au rayon de pied ou de fond du dernier filet en prise et, sur une période de temps qui dépend de l'intensité de l'utilisation, une fissure se propage à partir de cette zone de pied vers la lumière 19 de l'élément mâle jusqu'à ce qu'une rupture se produise. Les figures 3 et 4 sont des photographies de l'élément mâle rompu, montrant la fissure de fatigue et la ligne de rupture en F.

La théorie actuelle concernant les ruptures

suggère que ces ruptures résultent d'un écoulement plastique cyclique. Le filet fortement chargé développe des fissures capillaires dans une zone à fortes contraintes au pied des filets et les fissures se propagent vers des zones de plus faibles contraintes, sur une certaine période de temps, à la suite d'applications périodiques d'efforts pendant le fonctionnement normal de l'outil. Il apparaît alors que la tendance à la rupture de fatigue peut être abaissée par une réduction de l'intensité des contraintes locales aux pieds des filets mâles. Dans l'art antérieur, les procédés visant à résoudre le problème de la rupture de fatigue des raccords de tiges empruntent une voie sensiblement différente. Les procédés antérieurs consistent à utiliser des méthodes de martelage de surfaces (par exemple des filets "Hi-Flex") ainsi que des gorges de stabilisation ou d'élimination des tensions, prévues à proximité de l'épaulement de l'élément mâle. Ces voies n'ont rencontré qu'un succès limité, car elles abordent généralement l'effet des concentrations de contraintes élevées dans des zones telles que le pied du filet et l'épaulement à l'interface de pose. La forme préférée de réalisation de l'invention vise à éliminer la cause des concentrations de contraintes et réduire notablement les concentrations de contraintes en modifiant de façon particulière la forme géométrique de la structure de filets et la prise des filets, d'une manière non seulement aidant à réduire les concentrations de contraintes, mais également à empêcher l'application de couples excessifs pendant l'utilisation.

Dans la norme API portant sur l'équipement de forage Rotary (norme API 7, trente-troisième édition, décembre 1981), publiée par American Petroleum Institute, Département de la production, 211 North Ervay, suite 1700, Dallas, Texas 75201, sont données les normes industrielles et les spécifications concernant les équipements de forage Rotary et divers éléments de cet équipement. Le chapitre 9, pages 23-25, de la norme API couvre

les raccords épaulés utilisés en forage Rotary. Ce chapitre donne la spécification concernant les raccords filetés tels que ceux utilisés dans les raccords de tiges de forage. Les chapitres 10-12, pages 26-32, couvrent la pratique du calibrage, les normes de calibrage et la certification du calibrage pour des raccords épaulés en forage Rotary. Le chapitre 9 de la norme API donne les dimensions détaillées des filets et de la conicité pour des raccords filetés API destinés à des assemblages épaulés en forage Rotary.

La figure 2 représente une forme typique de filets de raccords de tiges pétroliers correspondant à la numérotation API à filet du type V.038R, ayant une conicité de 16,6 cm/m et 1,6 filet/cm. Dans le filet API normalisé, la géométrie est régulièrement répartie autour d'un axe central passant par le pied du filet qui est perpendiculaire à l'axe du filet, et aucune compensation n'est prévue pour la charge latérale du filet. Ceci apparaît sur la figure 2. Dans la forme de filet montré sur la figure 2 (filet de la norme API V.038R), l'élément mâle 11 comporte des filets 13 qui sont représentés ajustés dans les filets 14 de l'élément femelle 12 (pieds et crêtes étant représentés en pointillés). Le pied 20, situé entre les filets mâles 13, est représenté comme étant au sommet d'un angle de 60°, formé entre les flancs des filets adjacents. Les flancs des filets sont répartis uniformément de façon à former des angles de 30° de part et d'autre d'une ligne verticale (ligne centrale du filet) passant par le centre du filet. Le pied de ce filet particulier présente un rayon de 0,965mm (correspondant à V.038R) autour d'un centre situé sur l'axe central du filet. Le pied est tronqué à 0,965 mm. Le pied 21 des filets femelles 14 présente un rayon qui est sensiblement égal à celui du pied 20 des filets mâles 13. Les filets mâles 13 sont tronqués comme indiqué en 22 de façon à présenter des bords ou angles 23 d'un rayon d'environ 0,381 mm (indiqué en R).

Lorsque ce filet de la norme API est chargé par le serrage du raccord, le flanc 24 en charge est placé sous compression contre le flanc 25 du filet femelle 14 et le flanc 26 déchargé du filet mâle 13 devient relativement déchargé. Ceci est montré sur la figure 5 sous une forme relativement exagérée faisant apparaître le jeu entre le flanc déchargé 26 et le flanc déchargé adjacent du filet femelle 14.

Sur la figure 6A et 6B, les conséquences calculées de ce chargement non uniforme de la section des deux premiers filets mâles deviennent apparentes. La figure 6A indique par des flèches 27 l'application d'une charge au flanc 24 de charge du filet mâle. Sur la courbe ou le graphique de distribution de contraintes de la figure 6B, l'intensité maximale calculée de la contrainte de surface est donnée en divers points le long de la surface du filet mâle. Il ressort de la courbe de distribution de contraintes que la contrainte varie de 0 ou moins sur le flanc déchargé 26 du filet jusqu'à un maximum au pied 20 du filet. Le chargement de la section transversale du filet engendre une distribution de contraintes très asymétrique au pied 20 du filet. Avec ces distributions asymétriques des contraintes au pied des filets, l'application cyclique de forces au raccord fileté lors de l'utilisation normale du train de tiges de forage fait apparaître finalement des fissures qui prennent naissance et se propagent à partir du pied du filet. Ceci donne finalement une rupture de fatigue telle que celle montrée sur les figures 3 et 4.

A la suite de l'étude des distributions de contraintes dans les filets mâles et du fait que le flanc de charge des filets mâles devient sensiblement chargé alors que l'autre flanc se décharge, on a conclu que certaines modifications pourraient être apportées à la forme du filet pour parvenir à une conception de filet présentant une distribution plus uniforme des contraintes et de la charge des filets.

Dans un filet aux normes API (figure 7), l'élément mâle 11 comporte des filets 13 qui présentent un diamètre de crête indiqué par la ligne mixte 28 et un diamètre de pied indiqué par la ligne mixte 29. Le diamètre primitif est indiqué par la ligne mixte 30. Le rayon est indiquée par la ligne 31 qui représente le rayon du pied 20 du filet 13. Le centre du rayon 31 est situé sur l'axe central 40 du filet qui est perpendiculaire à l'axe de la partie filetée et à l'axe central de l'élément mâle. Les lignes indiquant les diamètres de crête, primitif et de pied sont parallèles et indiquent la conicité des filets. Le pied est tronqué de la distance comprise entre un point 42 et le diamètre de fond 29. Lorsque ce filet normalisé est totalement en prise, l'épaulement 15 de l'élément mâle 11 portant contre la face extrême 16 de l'élément femelle 12, une distribution très asymétrique des charges est appliquée aux filets mâles. Sur la figure 8, le pourcentage théorique de la charge totale portée par les filets est tracé en fonction de la position des filets à partir de l'épaulement, les filets étant numérotés à partir de l'épaulement. La distribution de charge des filets n'est pas linéaire et presque 60% de la charge sont supportés par les trois premiers filets, le reste de la charge étant supporté par les onze filets suivants. Sous l'effet de cette charge extrêmement élevée à proximité de l'épaulement 15, il n'est pas surprenant que la zone des premier et deuxième filets soit le point où la plupart des ruptures de fatigue apparaissent.

En modifiant le filet API pour obtenir un filet à faibles contraintes, on procède avantageusement à plusieurs changements. Tout d'abord, le filet modifié sur l'élément mâle est avantageusement capable de s'accoupler avec un filet femelle aux normes API, car le filet mâle modifié est de préférence compatible avec les filets femelles des équipements déjà présents sur place. Ensuite, il est avantageux de modifier le rayon des filets mâles pour éliminer les contraintes au fond des filets. Troisièmement, il est avantageux de modifier la conicité du

filet pour créer une différence de pas artificielle entre les filets des éléments mâle et femelle et pour réaliser une répartition plus uniforme des charges des filets lorsque l'accouplement est total. Quatrièmement, cette nouvelle géométrie engendre avantageusement une interaction radiale partant des filets éloignés de l'épaulement afin d'empêcher l'application d'un couple excessif.

La première modification de la structure du filet à considérer est la modification portant sur le rayon de pied ou de fond. Ceci est illustré sur les figures 9 et 10 des dessins et dans une certaine mesure sur la figure 14. Dans la structure de filet modifiée, le rayon de fond, indiqué par une flèche 31 au fond 20 des filets mâles 13, est augmenté d'environ 50%. Dans le cas où le rayon de fond 31 du filet classique de la norme API, à 1,6 filet/cm et à conicité de 16,4 cm/m, peut être de 0,965 mm, le rayon de fond du filet modifié montré sur la figure 9 est avantageusement de 1,448 mm. Cette courbe 32, plus large et plus douce, de la partie de fond 20 peut se prolonger ou peut être raccordée progressivement à une autre courbe 43 de rayon 34 sensiblement plus court. Dans ce cas, le rayon 31, qui est de 1,448mm, se prolonge par le rayon 34 qui est de 0,873 mm. La courbe de rayon plus court ou la courbe 33 de rayon unique se terminent par une surface plane 35 qui s'écarte vers l'extérieur d'un angle d'environ 5° par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe du filet, jusqu'à un point où elle rejoint ou coupe le flanc normalement incliné du filet non chargé.

Ainsi, le rayon ne s'étend avantageusement pas au-delà d'un plan 41 (figure 9) parallèle à l'axe central 40 du filet et passant par le flanc non chargé du côté de fond du diamètre primitif du flanc non chargé. Pour prévoir l'usure des outils, la ligne 35 entre le fond et le flanc non chargé s'écarte avantageusement vers l'extérieur de façon à former un angle d'environ 5° avec l'axe central 40 du filet.

Il convient de noter que tout accroissement notable du rayon du fond 20 d'un filet API produit un certain effet sur la réduction de la localisation de la forme ou de la contrainte engendrée au fond du filet.

Dans le filet API classique, des plans formant des prolongements des flancs opposés coupent l'axe central en 42 (figure 7). Les spécifications API demandent de tronquer le fond en donnant à ce dernier un rayon égal à la distance comprise entre le diamètre de fond 29 et le point 42. En d'autres termes, le rayon de fond choisi et la troncature du fond sont égaux et le centre du rayon de fond est situé sur l'axe central 40 du filet. Par exemple, dans la forme de filet V.038R, la troncature et le rayon du fond sont de 0,965 mm.

Conformément à l'invention, le rayon 31 du fond est plus grand, et de préférence sensiblement plus grand, que la troncature du fond. En outre, pour que le flanc chargé soit tangent au rayon du fond, le centre du rayon est situé sur le côté du flanc non chargé de l'axe central du filet. Tout accroissement du rayon du fond au-delà de la troncature du fond a pour résultat une diminution de la contrainte maximale et un accroissement sensible, telles que la valeur de 1,448 mm, pour la forme de filet V.038R, est préférée pour l'obtention d'une diminution substantielle de la contrainte maximale. Ce rayon de fond augmenté doit s'étendre au moins judqu'à l'axe central 40 et de préférence jusqu'au diamètre de fond 29 du filet, comme montré sur la figure 10.

La forme de filet décrite ne pourrait être utilisée que pour le dernier filet en prise sur l'élément mâle ou pour l'un quelconque ou plusieurs filets complets. Il est avantageux que la totalité du filet de l'élément mâle ait cette forme. Cependant, il existe des limites à l'amplitude possible de l'accroissement du rayon du fond du filet.

Le rayon de fond peut ne pas être augmenté au-delà d'une valeur réduisant sensiblement la distance

du fond du filet à la lumière du raccord de tiges, car il en résulterait un affaiblissement substantiel du raccord par suite de l'enlèvement de métal. En utilisant les critères de l'invention, la réduction de la section de l'élément mâle au-dessous du dernier filet en prise ne dépasse pas 10%. Ceci est acceptable. De plus, le rayon de fond ne doit pas être augmenté d'une valeur telle qu'il intersecte ou dépasse le diamètre primitif. Cette condition est montrée sur la figure 10 et représente la condition limite d'agrandissement du diamètre du fond. La limite du diamètre de fond agrandi, qui est montré sur la figure 10, est difficile à utiliser en pratique, car elle tendrait à produire une zone en creux 36 qui rendrait difficile l'utilisation d'outils de coupe normaux qui se déplacent dans un plan perpendiculaire à l'axe du filet. Il serait évidemment possible d'utiliser cette limite de rayon avec des outils normaux si la zone en creux était supprimée et si une surface plate était utilisée, comme indiqué par la ligne pointillée 37. Il convient de noter que la moitié de la distance le long d'une ligne perpendiculaire au flanc en charge et passant par le diamètre primitif du flanc non en charge est considérée comme étant la limite de l'accroissement du rayon de fond, car un accroissement supplémentaire du rayon de fond modifierait la configuration du filet au-dessus du diamètre primitif et rendrait ainsi les filets incompatibles avec les filets d'un élément femelle aux normes API. Le diamètre primitif représente la profondeur de pénétration du calibre fileté aux normes API et, tant que la configuration du filet au-dessus du diamètre primitif correspond à un calibre API, le filet peut s'accoupler avec le filet d'un élément femelle aux normes API. De plus, l'aire initiale de cisaillement du filet (largeur de la base de la forme du filet)n'est avantageusement pas réduite de plus de 25%. En joignant le flanc non chargé au fond du filet par la surface 35, on parvient à cet objectif. La modification du filet au-dessous de

la ligne du diamètre primitif a pour effet de réduire la concentration des contraintes dans le fond 22 du filet sans intervenir sur l'ajustement du filet avec le filet femelle de la norme API.

La configuration du filet selon l'invention peut être utilisée en tout point de la longueur des filets mâles. Tout filet complet ou entier formé conformément à l'invention donne des résultats améliorés. Etant donné que la rupture sous l'effet des contraintes se produit généralement au niveau du dernier filet en prise, il est avantageux que ce dernier filet présente la forme perfectionnée selon l'invention. Il est en outre avantageux que l'ensemble du filetage de l'élément mâle présente la nouvelle forme de filet, car ceci réduit les contraintes maximales apparaissant en fond de filet sur toute la longueur de l'élément mâle. En outre, étant donné que la largeur de la base du filet est réduite, les filets ne sont pas aussi rigides que les filets aux normes API. Ceci permet de soulager les filets les plus fortement chargés et de redistribuer la charge entre les divers filets. Par conséquent, l'application de charges élevées aux premiers filets peut être atténuée.

Une autre modification apportée à la conception du filet concerne la distribution de la charge linéairement le long des filets. Comme indiqué précédemment, la distribution des charges dans un filet aux normes API, à l'état d'assemblage complet, est telle qu'environ 60% de la charge sont localisés sur les trois premiers filets. Comme noté précédemment, il s'agit de la zone où apparaissent la plupart des ruptures de fatigue. Dans l'invention, la conicité du cône de base 113 sur lequel le filet de l'élément mâle 11 est formé diminue par rapport à l'élément femelle, comme montré sur la figure 13. La conicité de l'élément mâle en 113 est inférieure à la conicité 114 de l'élément femelle. Il en résulte une modification artificielle du pas, ce qui a pour effet de charger les filets éloignés de l'épaulement avant les filets proches

de l'épaulement lorsque le raccord est complètement assemblé, le côté où se trouve l'épaulement étant indiqué par la flèche EP sur la figure 11. Dans le filet aux normes API utilisé à titre d'exemple (NC46), la conicité de l'élément mâle est de 166,66 mm (plus 0,762, moins 0,000) par mètre. Dans le filet modifié préféré conçu conformément à l'invention, la conicité est de 160,42 mm (plus 0,152, moins 0,000) par mètre. Dans cette conicité modifiée, les filets extrêmes (c'est-à-dire l'extrémité du cône) de l'élément mâle sont mis en charge avant les filets proches de l'épaulement lors de l'assemblage du raccord. La figure 11 montre l'état de charge initiale dans lequel les filets situés à l'extrémité éloignée de l'épaulement sont en charge et les filets portent une charge réduite sur une certaine distance en revenant vers l'épaulement de l'élément mâle. Le jeu entre les filets mâles 13 et les filets femelles 14 à l'extrémité de gauche de la figure 11 est représenté avec exagération pour plus de clarté. Le jeu réel est si faible qu'il n'apparaîtrait pas sur un dessin de ce type, mais il est suffisant pour que ces filets soient soumis à une charge réduite. Bien que la conicité de l'élément mâle puisse être réduite à une valeur juste supérieure à celle pour laquelle il en résulterait un écoulement plastique, une diminution ne dépassant pas 10%, c'est-à-dire 150 mm/m dans l'exemple ci-dessus, semble être suffisante pour atteindre les objectifs de l'invention.

La figure 12 représente une courbe de distribution de charge calculée pour le filet modifié selon l'invention, superposée à la courbe de distribution de charge pour un filet aux normes API. La courbe associée au filet aux normes API est la courbe API en traits pleins alors que celle associée au filet de l'invention est la courbe INV en traits pointillés. Il apparaît que, dans le filet modifié conformément à l'invention, la proportion de la charge portée par les six premiers filets est inférieure à celle portée par les filets correspondants de la norme

API. Les filets compris entre le filet n° 7 et l'extrémité de l'élément mâle portent une charge sensiblement supérieure à celle portée par les filets API correspondants. Il en résulte évidemment une distribution des contraintes beaucoup plus égale sur la longueur du filetage. Le filetage modifié est illustré sur la figure 14 qui montre à la fois la structure de fond détalonnée du filet et la conicité de l'élément mâle fileté.

Il ressort de la description précédente que la géométrie modifiée montrée sur les figures 9 et 10 peut être utilisée avec et sans l'utilisation de conicités différentes sur les éléments mâle et femelle. De plus, les conicités différentes peuvent être utilisées en l'absence du profil de filet à géométrie modifiée. L'utilisation des conicités modifiées s'avère utile dans des formations causant habituellement des problèmes par application de couples excessifs aux raccords. Par exemple, lors d'essais portant sur un raccord aux normes API et le raccord représenté, utilisant un élément femelle à conicité de 166,66 mm/m, et en comparant un élément mâle à conicité de 166,66 mm/m à un élément mâle à conicité de 160,42mm/m, il est apparu que l'élément mâle de conicité réduite demandait un couple minimal de 5420 N.m pour réaliser le contact de l'épaulement alors que l'élément mâle à conicité de 166,66 mm/m demandait 1350 N.m. Par conséquent, le raccord est capable de supporter des conditions beaucoup plus difficiles sans l'application d'un couple excessif, car cette force doit être vaincue, en plus des forces habituelles engendrées dans l'assemblage du raccord épaulé. Par exemple, un raccord normal peut être assemblé sous un couple de 23 000 N.m. Ave l'élément mâle à conicité de 160,42 mm/m, le raccord peut être assemblé sous un couple supplémentaire d'environ 4060 N.m pour parvenir au même contact d'épaulement. De plus, le raccord est amélioré par une redistribution de la charge sur tous les filets, ce qui a pour effet de réduire les contraintes imposées au dernier filet en prise de l'élément mâle.

Des études théoriques ont montré que la charge maximale appliquée au dernier filet en prise devrait être réduite d'environ 30%, au moins 12% de la réduction étant dus à la nouvelle géométrie du profil des filets. Des essais réels portant sur l'élément mâle de la figure 9 ayant une conicité réduite de 160,42 mm/m et un rayon de fond de 1,448 mm, assemblé sous un couple de 23 N.m, a montré une diminution d'environ 20% des contraintes maximales par rapport au filet V.038R de la norme API. Cet essai a été réalisé à l'aide de jauges de contraintes et on a mesuré une valeur moyenne dans la petite zone de fond couverte par la jauge. Ceci a confirmé les valeurs calculées.

La conception des filets modifiés décrite ci-dessus a porté sur un filet aux normes API à titre illustratif. Il est évident à l'homme de l'art que les principes de modification du filet peuvent être appliqués à d'autres filets normalisés ou non. Les éléments fondamentaux de la conception du filet, qui ont pour résultat une diminution des contraintes en fond de filet et une distribution plus uniforme des contraintes, sont l'augmentation du rayon de fond et la diminution de la conicité de l'élément mâle afin de provoquer une variation artificielle du pas et une interaction radiale commençant aux filets éloignés de l'épaulement. Dans tout cas particulier, le rayon de fond du filet est agrandi autant que possible sans que l'on élimine suffisamment de métal pour affaiblir l'élément mâle et sans que le rayon soit agrandi au point que la configuration du filet soit modifiée au-dessus du diamètre primitif. La conicité du filet est légèrement réduite pour produire l'effet de charge souhaité. Si les principes de conception du filet décrit ci-dessus doivent être appliqués à d'autres types de filet, il suffit d'utiliser ces principes lors de la conception de l'outil de coupe des filets.

REVENDICATIONS

1. Elément mâle de raccord de tiges, caractérisé en ce qu'il comporte une pièce mâle conique (11) présentant un filetage tronqué extérieur (13) de forme en V, dont le dernier filet en prise présente un fond (20) usiné à un rayon (31) qui est supérieur à la troncature du fond du filet et inférieur à la moitié de la distance comprise entre une ligne partant perpendiculairement du flanc en charge et arrivant au diamètre primitif (30) du flanc déchargé opposé, le flanc en charge étant tangent au fond à leur point de jonction.

2. Elément mâle de raccord de tiges, caractérisé en ce qu'il comporte un organe mâle conique (11) présentant un filetage tronqué extérieur (13) de forme en V dont le dernier filet en prise comporte un fond (20) usiné à un rayon (31) qui est supérieur à la troncature du fond du filet et inférieur à la moitié de la distance mesurée sur une ligne partant perpendiculairement du flanc en charge et aboutissant au diamètre primitif (30) du flanc déchargé opposé, le flanc chargé étant tangent au fond à leur point de jonction, le rayon du fond aboutissant sur le côté du flanc déchargé de l'axe central (40) du filet et à peu de distance d'un plan (41) parallèle à l'axe central du filet et passant par le diamètre primitif du flanc déchargé, l'extrémité du rayon du fond étant reliée au flanc déchargé par une surface (35) qui s'écarte vers l'extérieur d'un plan passant par le point d'extrémité et parallèle audit axe central du filet.

3. Elément mâle de raccord de tiges, caractérisé en ce qu'il comporte une pièce mâle conique (11) présentant un filetage tronqué extérieur (13) de forme en V dont le fond (20) est usiné à un rayon (31) qui est supérieur à la troncature du fond du filet et inférieur à la moitié de la distance mesurée sur une ligne partant perpendiculairement du flanc en charge et aboutissant au diamètre primitif (30) du flanc déchargé opposé,

le flanc chargé étant tangent au fond à leur point de jonction.

4. Elément mâle de raccord de tiges, caractérisé en ce qu'il comporte une pièce mâle conique (11) présentant un filetage extérieur (13) de forme en V dont le fond (20) est usiné à un rayon (31) qui est supérieur à la distance mesurée sur une ligne s'étendant perpendiculairement au flanc en charge d'un filet, vers l'axe central du filet, et inférieur à la moitié de la distance mesurée sur une ligne s'étendant perpendiculairement du flanc en charge jusqu'au diamètre primitif (30) du flanc déchargé opposé, le flanc chargé étant tangent au fond à leur point de jonction, le rayon du fond aboutissant sur le côté du flanc déchargé de l'axe central (40) du filet et à peu de distance d'un flanc (41) parallèle à l'axe central du filet et passant par le diamètre primitif du flanc déchargé, l'aboutissement du rayon du fond étant relié au flanc déchargé par une surface (35) qui diverge vers l'extérieur d'un plan passant par le point d'aboutissement et parallèle à l'axe central du filet.

5. Elément mâle de raccord de tiges,caractérisé en ce qu'il comporte une pièce mâle conique (11) présentant un filetage tronqué extérieur (13) de forme en V ayant au moins un filet complet qui présente un fond (20) usiné à un rayon (31) supérieur à la troncature du fond du filet et inférieur à la moitié de la distance mesurée sur une ligne partant perpendiculairement du flanc en charge et aboutissant au diamètre primitif (30) du flanc déchargé opposé, le flanc en charge étant tangent au fond à leur point de jonction.

6. Elément mâle de raccord de tiges, caractérisé en ce qu'il comporte une pièce mâle conique (11) présentant un filetage tronqué extérieur (13) de forme en V ayant au moins un filet complet présentant un fond (20) usiné à un rayon (31) qui est supérieur à la troncature du fond du filet et inférieur à la moitié de la

distance mesurée sur une ligne partant perpendiculairement du flanc en charge et aboutissant au diamètre primitif (30) du flanc déchargé opposé, le flanc chargé étant tangent au fond à leur point de jonction, le rayon du fond aboutissant sur le côté du flanc déchargé de l'axe central (40) du filet et à peu de distance du plan (41) parallèle à l'axe central du filet et passant par le diamètre primitif du flanc déchargé, ledit aboutissement du rayon du fond étant relié au flanc déchargé par une surface (35) qui diverge vers l'extérieur d'un plan passant par ledit point d'aboutissement et parallèle à l'axe central du filet.

7. Elément mâle pour raccord de tiges selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3, 4, 5 et 6, caractérisé en ce qu'il est associé à un élément femelle (12) de raccord comportant des filets compatibles, les éléments mâle et femelle comportant des épaulements (15, 16) destinés à entrer en contact l'un avec l'autre pour limiter l'assemblage du raccord, le filetage de l'élément mâle ayant une conicité inférieure à celle du filetage de l'élément femelle afin que le pourcentage de la charge totale portée par le dernier filet en prise de l'élément mâle soit réduit.

8. Elément mâle conique, caractérisé en ce qu'il comporte des filets extérieurs tronqués (13) de forme en V dont les flancs forment un angle d'environ 30° avec l'axe central (40) du filet, le fond (20) du filet étant usiné à un rayon (31) d'environ 1,448 mm, le fond en charge du filet étant tangent au fond à leur point de jonction, le rayon partant du flanc en charge vers le flanc déchargé et aboutissant à peu de distance d'un plan (41) passant par le diamètre primitif (30) du flanc déchargé et parallèle à l'axe central du filet, une surface (35) divergeant vers l'extérieur d'environ 5° par rapport audit plan et reliant le fond au flanc déchargé.

9. Elément mâle conique selon la revendication

8, caractérisé en ce qu'il est associé à un élément femelle (12) enfermant des filets compatibles, les éléments mâle et femelle comportant des épaulements (15, 16) destinés à entrer en contact l'un avec l'autre pour limiter l'assemblage du raccord, le filetage de l'élément mâle étant formé à une conicité inférieure d'environ 6,24 mm/m à la conicité du filetage de l'élément femelle afin que la charge totale portée par le dernier filet en prise de l'élément mâle soit réduite.

10. Raccord de tiges, caractérisé en ce qu'il comporte des éléments mâle et femelle (11, 12) présentant des filets compatibles (13) et des épaulements (15, 16) destinés à entrer en contact l'un avec l'autre pour limiter l'assemblage du raccord, le filetage de l'élément mâle étant formé à une conicité inférieure à celle du filetage de l'élément femelle afin que le pourcentage de la charge totale portée par le dernier filet en prise de l'élément mâle soit réduit.

11. Raccord de tiges, caractérisé en ce qu'il comporte des éléments mâle et femelle (11, 12) présentant des filets compatibles (13) de forme en V dont les flancs forment des angles d'environ 30° avec leur axe central (40), les éléments mâle et femelle comportant des épaulements (15, 16) destinés à entrer en contact l'un avec l'autre pour limiter l'assemblage du raccord, les filets de l'élément mâle étant formés à une conicité inférieure d'environ 6,24 mm/m à celle des filets de l'élément femelle afin que la charge totale portée par le dernier filet en prise de l'élément mâle soit réduite et qu'une interaction radiale des filets des éléments mâle et femelle, à distance des épaulements, pendant l'assemblage, empêche l'application d'un couple excessif au raccord pendant l'utilisation.

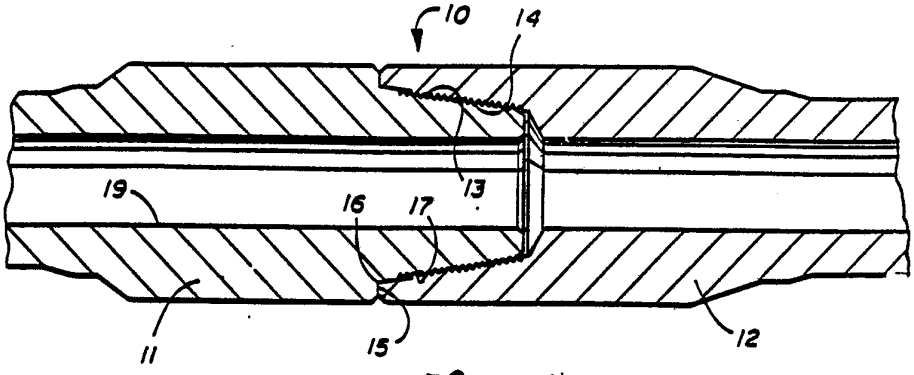



fig.1

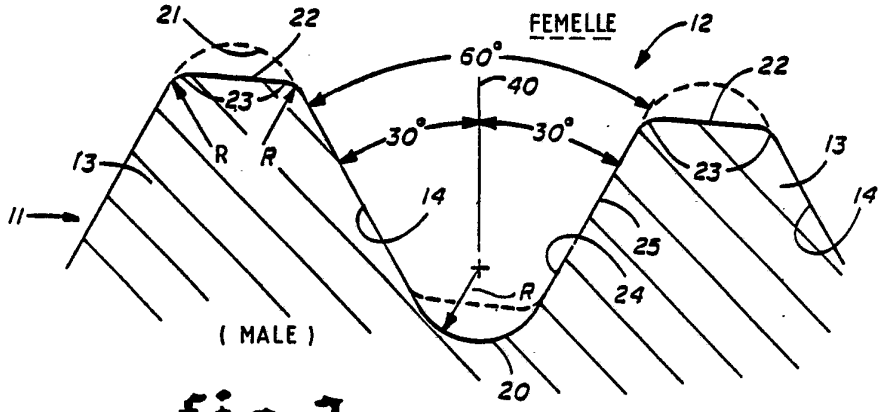



fig.2

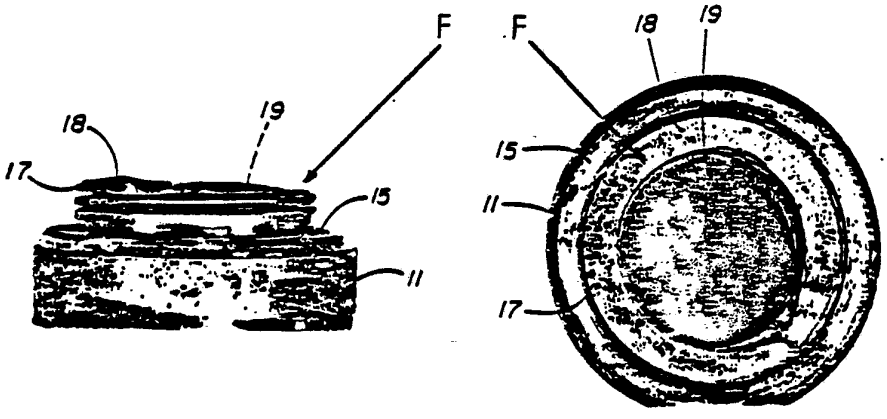
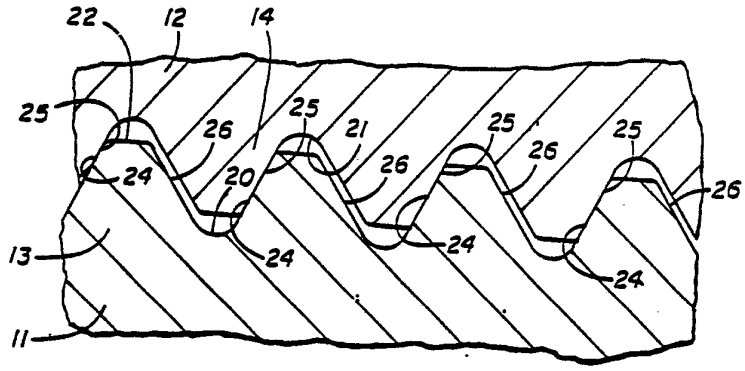



fig.3

fig.4

fig.5



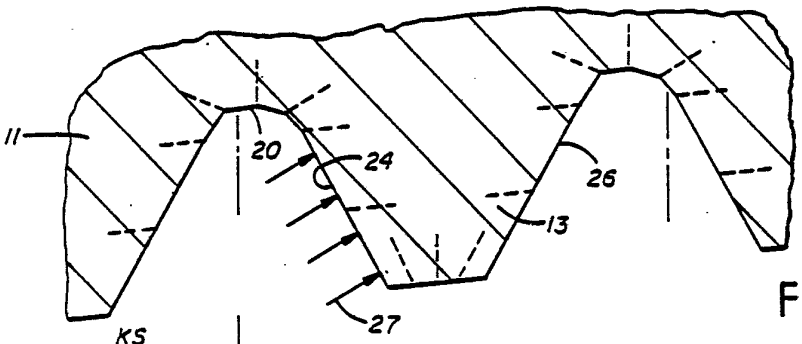




Fig.6A

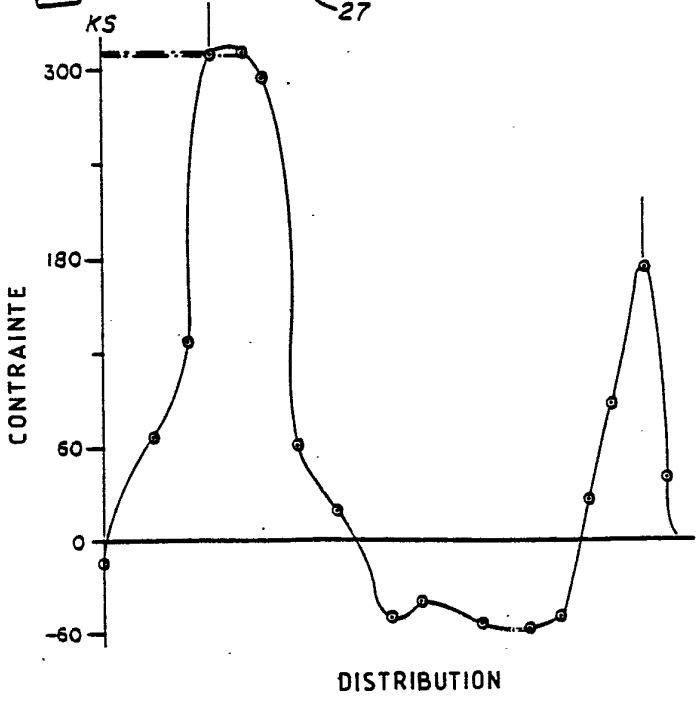



Fig.6B

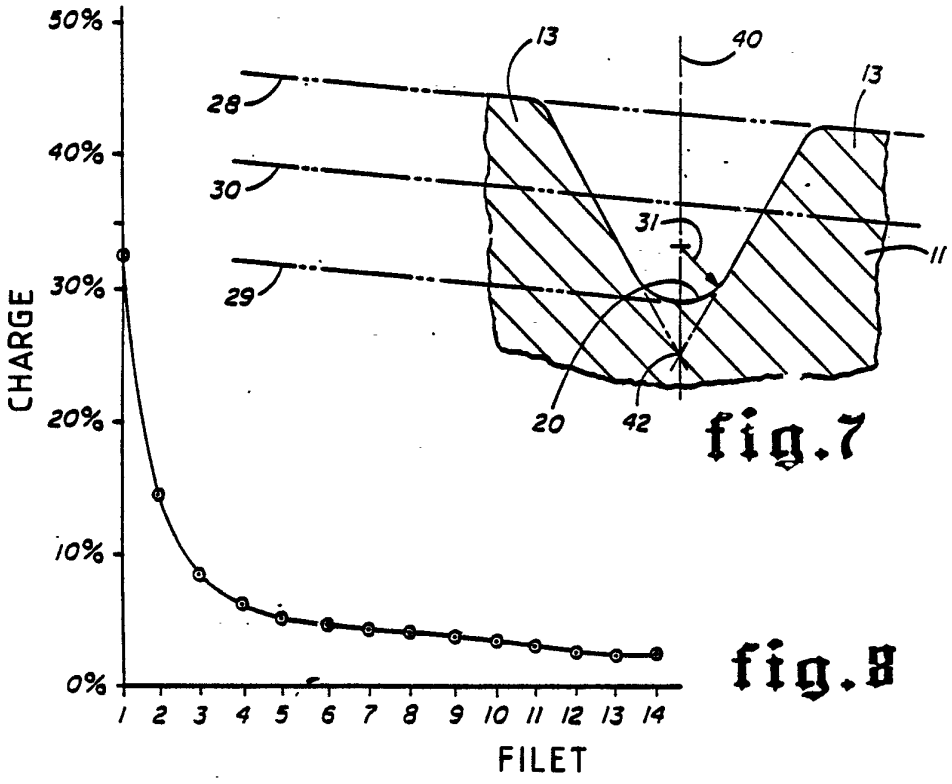



fig.8




fig.7

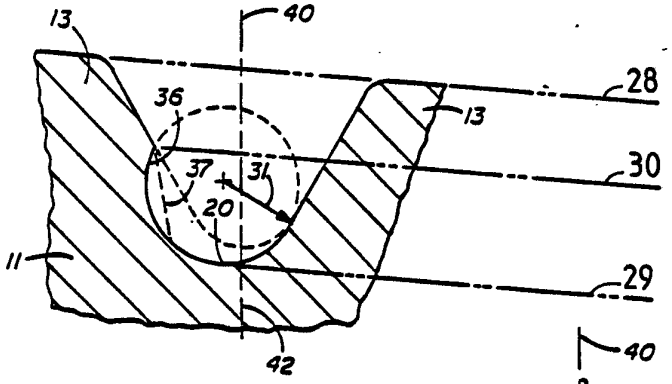



fig.10

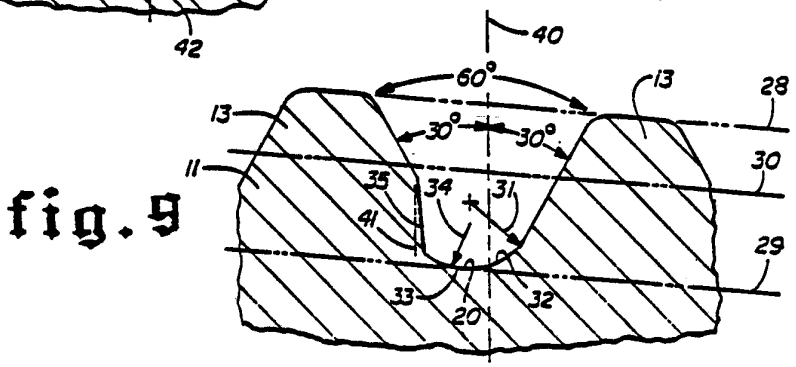



fig.9

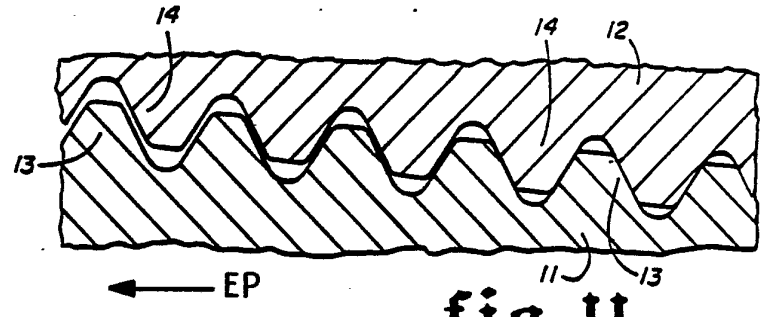



fig.11

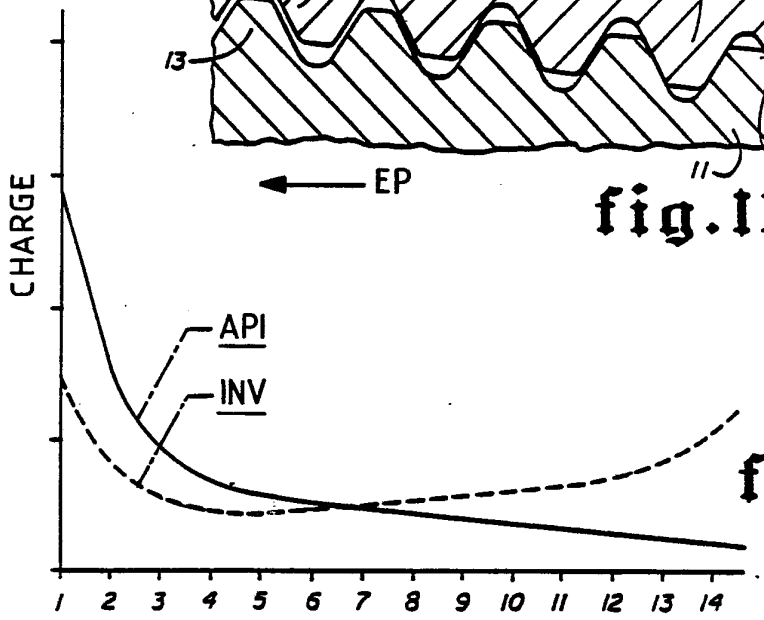



fig.12

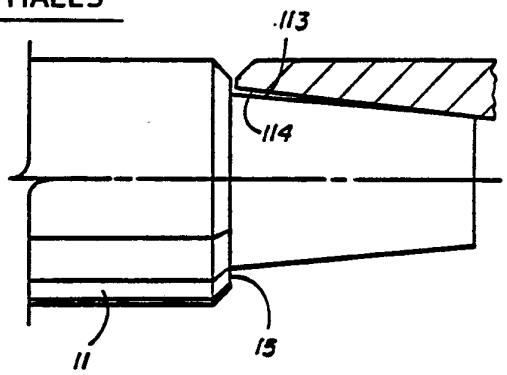



fig.13

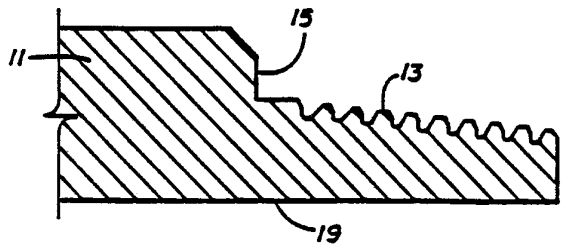



fig.14