

**BREVET D'INVENTION.**

Gr. 5. — Cl. 8.

N° 892.272



**Mode de fonctionnement pour machines thermiques et notamment pour turbines à combustion, et installation pour la mise en œuvre de ce fonctionnement.**

M. FRITZ GOCKERELL résidant en Allemagne.

**Demandé le 24 décembre 1942, à 14<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>, à Lyon.**

**Délivré le 7 janvier 1944. — Publié le 3 avril 1944.**

(4 demandes de brevets déposées en Allemagne les 19 juillet 1940, 24 octobre 1940, 28 novembre 1941 et 10 octobre 1942. — Déclaration du déposant.)

La présente invention a pour objet un mode de fonctionnement pour moteurs thermiques applicable en particulier à la production des gaz moteurs pour turbines à combustion et elle couvre également des dispositifs et installations pour la mise en œuvre du mode de fonctionnement conforme à l'invention.

On a déjà proposé pour assurer la réduction de température des gaz moteurs obtenus par combustion des agents moteurs dans les turbines à combustion, de mélanger les gaz moteurs avec de l'air avant de les laisser entrer dans les tuyères de la turbine à combustion. Il est prévu à cet effet d'introduire les gaz brûlés au moyen d'éjecteurs pour les amener dans la turbine avec aspiration dans lesdits éjecteurs d'air frais ayant une action de refroidissement. Cette aspiration d'air et cette formation d'un mélange de gaz brûlés et d'air entraînent cependant une détente notable des gaz brûlés de telle sorte qu'il ne reste disponible pour la commande de la turbine qu'une chute de pression relativement faible et que par suite la turbine tout en exigeant une masse importante d'agent moteur ne peut fonctionner qu'à puissance relativement faible.

On sait aussi que l'on peut réunir une machine thermique à pistons avec une turbine à combustion et un compresseur d'air de manière que le compresseur fournisse l'air comprimé nécessaire au chargement en air des cylindres de la machine à pistons. Dans ce cas, le compresseur d'air est entraîné directement par la turbine à combustion, ces deux machines étant montées coaxialement sur un arbre moteur monté indépendamment du vilebrequin du moteur thermique à pistons.

Enfin, on connaît des turbines à combustion montées coaxialement par rapport au moteur thermique à piston fournissant les gaz moteurs, les arbres de ces deux machines étant cependant associés de telle manière que la turbine ne puisse pas être réglée indépendamment du moteur thermique et sa vitesse de rotation ne pouvant être modifiée indépendamment de ce dernier. De telles installations ne sont guère appropriées à la commande des véhicules.

Le procédé conforme à l'invention consiste en ce que l'on prépare un mélange de gaz brûlés et d'air présentant à température relativement basse une pression relativement élevée, ce qui le rend particulièrement propre à la commande de turbines à combustion. Ce

procédé est caractérisé en ce que l'on comprime pour la production de gaz brûlés une quantité d'air sensiblement supérieure à celle qui est nécessaire pour la combustion de l'agent moteur et que, de cette quantité d'air comprimé, une partie seulement correspondant à la quantité d'agent moteur à brûler est utilisée pour l'exécution de la combustion dans une chambre de combustion séparée de l'ensemble de l'enceinte recevant l'air comprimé, le reste de l'air comprimé servant à former le mélange avec les gaz brûlés chauds. Grâce à ce procédé, le mélange de gaz brûlés et d'air peut s'effectuer sous pression relativement élevée tandis que l'air agit en même temps pour assurer un refroidissement efficace de la chambre de combustion du fait que le mélange se fait dans le voisinage immédiat de cette dernière. On peut réduire ainsi considérablement ou même supprimer le cas échéant, le refroidissement complémentaire de la chambre par de l'eau de refroidissement. Le procédé conforme à l'invention présente ainsi l'avantage particulier que la chaleur, entraînée autrement inutilement dans l'eau de refroidissement des moteurs thermiques ce qui correspond à une perte nette d'énergie, est maintenue dans le cycle opératoire et se traduit par une élévation de pression du mélange gaz brûlés et air.

Le procédé conforme à l'invention peut être utilisé dans les moteurs à combustion de tous genres ne serait-ce que pour obtenir ce gain calorifique et pour éviter les complications et les pertes résultant du refroidissement par eau. Ce procédé, conforme à l'invention, est d'ailleurs radicalement différent de ceux appliqués dans les machines thermiques de nature particulière telles que celles dites moteurs à antichambre ou à accumulateur d'air, par le fait que l'on comprime, avec l'air nécessaire à la combustion de l'agent moteur, l'air en excès destiné à réduire la température des gaz brûlés.

L'invention couvrant la production de gaz moteurs pour turbines à combustion n'est pas limitée en elle-même à des types déterminés de turbine et de chambre de combustion. Le mode de fonctionnement conforme à l'invention peut être appliqué par exemple aussi bien aux turbines à combustion

dont l'alimentation se fait à partir de chambres de combustion à volume constant chargées en air comprimé. Cependant, ce mode de fonctionnement conforme à l'invention se fait de préférence pour la production de gaz moteurs pour moteurs à combustion d'une manière telle que les gaz brûlés pénètrent en se détendant dans un matelas d'air comprimé, le mélange de gaz brûlés et d'air ainsi obtenu se détendant d'abord davantage avec augmentation de volume avant de passer comme gaz moteur dans la turbine à combustion. Dans ce cas, l'expansion se fait en trois étages, à savoir, d'abord une expansion ou détente des gaz brûlés seuls, ensuite une détente du mélange de gaz brûlés et d'air jusqu'à la pression d'introduction dans la turbine et enfin une détente complémentaire dans la turbine elle-même. L'introduction d'un stade de détente pour le mélange d'air et de gaz brûlés avec accroissement du volume de la chambre contenant l'air a pour résultat un abaissement complémentaire de température et rend possible l'utilisation de la surpression inemployée sous forme de travail pour la commande du compresseur d'air.

L'invention a une importance particulière pour la commande des véhicules au moyen de turbines à combustion. On utilise à cet effet avantageusement une installation où se trouvent réunis une turbine à combustion et un moteur à combustion à pistons à cylindres en étoile, ces deux machines étant montées coaxialement et leur association étant telle que la turbine se trouve alimentée directement par les cylindres de la machine à pistons tandis que la turbine peut tourner indépendamment de la machine à pistons. Un tel mode d'exécution rend possible l'utilisation de la turbine pour la commande directe de l'essieu du véhicule avec suppression de tous organes de transmission intermédiaires tout en réduisant au maximum l'encombrement nécessaire; en même temps il est possible d'adapter la turbine, pour toutes ses gammes de vitesses ou pour toutes vitesses du véhicule, en agissant sur la vitesse de rotation du moteur à pistons suivant la puissance nécessaire désirée.

On utilise de préférence, pour commander

le compresseur, la machine à pistons lorsqu'on utilise en même temps en disposition coaxiale une turbine à combustion, un moteur à combustion pour alimenter celle-ci et un compresseur d'air alimentant ledit moteur. L'exécution de l'ensemble peut être telle que le moteur à pistons commande par ses pistons aussi bien les canalisations reliant le compresseur au moteur à pistons que celles qui relient ce dernier à la turbine. La commande du compresseur à air est de préférence telle que la pression de travail dans le compresseur d'air soit au moins égale, au moment où les canalisations aboutissant à la turbine se trouvent ouvertes, à la pression d'échappement du mélange des gaz brûlés et d'air afin que le chargement de la chambre de combustion en air frais puisse s'effectuer entièrement sans réduction de la pression d'échappement de ce mélange.

D'autres particularités du mode de fonctionnement conforme à l'invention et d'installation convenant plus particulièrement à sa mise en œuvre apparaîtront dans la description ci-après de certains modes d'exécution particuliers représentés aux dessins. Il y est question de modes d'exécution différents de turbines à combustion où sont seules représentées en coupe longitudinale les parties essentielles et cela en vues schématiques partielles.

Dans les fig. 1 à 3, on n'a représenté de la turbine qu'une partie de son rotor, le carter de la turbine n'étant pas représenté.

Les fig. 1 à 5 représentent cinq modes d'exécution différents d'une installation conforme à l'invention en coupe longitudinale partielle.

Dans le mode d'exécution suivant fig. 1, le rotor 1 de la turbine est monté coaxialement à un vilebrequin 2 soumis à l'action des pistons 3, 4 d'un moteur à combustion à pistons 5 et d'un compresseur d'air 6. L'arbre de la turbine 7 est maintenu complètement séparé du vilebrequin 2 dans leur palier commun unique de telle sorte que le rotor 1 de la turbine peut tourner à une vitesse variable quelconque par rapport à la vitesse de rotation du moteur à pistons. Ceci présente un avantage particulier dans le cas de la commande directe de l'arbre

principal d'un véhicule de type quelconque par la turbine du fait que l'on peut alors régler, sans organe de transmission particulier et pour toutes vitesses de véhicule et pour toutes charges, la puissance nécessaire par simple réglage du moteur à combustion.

Pour plus de simplicité on a représenté les machines à pistons comme étant à cylindre unique; cependant, en pratique il est prévu un plus grand nombre de cylindres, tout au moins pour le moteur à pistons à combustion 5, ces cylindres étant disposés en étoile devant la périphérie de la turbine. La couronne des tuyères 8' du rotor de la turbine 1 est alimentée directement par les cylindres 9 d'un tel moteur à combustion à pistons dont les ajutages d'échappement 10 sont commandés par les pistons 3. Le piston 4 se déplaçant dans le cylindre 11 du compresseur sert exclusivement à refouler l'air aspiré par exemple par l'ouverture d'admission 12 au cours de la descente du piston. Au-dessus du cylindre du compresseur d'air est disposée une chambre de compression 13 reliée avec le cylindre de compression 11 par l'intermédiaire d'une soupape de retenue 14 s'ouvrant vers l'intérieur et communiquant par des ouvertures étroites 15 avec le cylindre 9 du moteur à combustion à pistons. Dans la culasse du cylindre de ce moteur 5 est prévue la soupape d'injection de combustion 16 ainsi que le cas échéant une bougie d'allumage non représentée.

Les pistons 3 et 4 peuvent être commandés avec un décalage tel que le cylindre 9 soit chargé en air par le compresseur. Dans la course de montée des pistons 3 et 4, on comprime à la même pression une certaine quantité d'air dans le cylindre 9 et dans la chambre 13. La quantité de combustible à introduire par la soupape d'injection 16 est dosée de telle manière qu'elle corresponde uniquement à la quantité d'air se trouvant dans le cylindre 9. Lorsque l'allumage se produit, seul l'air comprimé dans le cylindre 9 participe à la combustion de l'agent moteur. Sous l'action de la surpression ainsi produite, une partie des gaz brûlés passe d'abord dans la chambre 13 et s'y mélange avec la masse d'air plus froide. Lorsque la descente du piston de travail 3 provoque

une réduction de la pression dans le cylindre 9, l'air enfermé dans la chambre 13 et déjà mélangé à une partie des gaz brûlés s'écoule dans le cylindre 9 où il réduit la température des gaz brûlés. A la fin de la course de travail le piston 3 découvre la fente d'échappement 10 de telle sorte que les gaz moteurs à une température réduite à ce moment à environ 600° C. s'écoulent dans la turbine pour y fournir du travail.

Le mélange des gaz brûlés avec l'air en excès qui s'effectue ainsi directement à l'intérieur du cylindre est particulièrement favorable au point de vue calorifique en assurant une réduction de la température des gaz brûlés sans perte de chaleur pour l'ensemble du cycle opératoire grâce à ce que la chaleur transmise par les gaz brûlés à l'air en excès se traduit par un gain de pression intérieure.

Dans les modes d'exécution suivant les fig. 2 et 3, les cylindres du moteur à pistons à combustion et du compresseur d'air sont confondus. Dans le cylindre 17, le piston 18 dont les dimensions sont augmentées en conséquence monte et descend sous l'action de la bielle 19. La culasse 20 du cylindre contient une chambre relativement grande 21 pour l'air et au centre de cette chambre est disposée une chambre de combustion 23 de forme particulière comportant des lumières étroites 22. Le combustible est injecté dans cette chambre de combustion par la tuyère d'injection 24 et est enflammé par voie électrique. La chambre de combustion est entourée à sa périphérie par l'air comprimé dans la chambre 21. La séparation de la chambre 21 pour l'air et de la chambre de combustion 23 est nécessaire parce qu'il ne faut injecter qu'une quantité de combustible correspondant au volume d'air contenu dans la chambre de combustion et que si la paroi de la chambre de combustion était supprimée la quantité d'air comprimé dans les deux chambres serait trop grande pour produire un mélange inflammable avec la petite quantité de combustible injecté.

Après allumage du combustible introduit dans la chambre de combustion, les gaz de combustion chauds se détendent d'abord dans le matelas d'air entourant la chambre de combustion de manière à produire un mélange de gaz combustible et d'air avec

réduction correspondante de la température. Ce mélange subit une détente ultérieure pendant le mouvement de descente du piston 18 au cours duquel se poursuit la réduction de température. En raison de sa forme en ampoule ou en poire, la chambre de combustion n'est reliée à la culasse 20 du cylindre que par une section droite de faible surface de telle sorte que la culasse n'absorbe qu'une quantité de chaleur relativement faible.

La machine suivant fig. 2 est une machine à quatre temps et comporte une soupape d'admission 25 et une soupape d'échappement 26. Cette dernière est introduite directement dans l'ajutage 28 aboutissant au rotor 27 de la turbine. En dimensionnant correctement la section droite de sortie de la soupape d'échappement, on arrive à ce que le gaz moteur s'écoule dans la turbine sous une pression approximativement constante pendant toute la durée de la course d'échappement.

Le moteur de la fig. 3 fonctionne à deux temps. On a utilisé les mêmes chiffres de référence pour les éléments identiques à ceux de la fig. 2 pour autant qu'ils se correspondent d'une machine à l'autre. Les soupapes d'admission et d'échappement étant supprimées dans le moteur de la fig. 3, le cylindre comporte une fente d'introduction 29 pour l'air de balayage et de chargement, cette fente étant commandée comme l'ajutage d'échappement 30 aboutissant au rotor de la turbine, directement par le piston de travail. La culasse du cylindre est recouverte dans ce cas par un calorifugeage 31.

La fig. 4 représente un mode d'application de la chambre de combustion du type des fig. 2 et 3 à une machine suivant fig. 1. Les arbres non représentés du rotor de turbine 31 et des machines à pistons doivent être maintenus séparés l'un de l'autre dans ce cas comme en fig. 1.

Le piston 32 du cylindre à combustion 33 est représenté dans sa course de descente et cela juste avant de découvrir la fente d'échappement 34 à laquelle se raccorde l'ajutage 35 aboutissant à la turbine et présentant une section droite réglable. Le piston 36 du cylindre de compresseur 37 est supposé représenté dans son mouvement de montée et a atteint la position pour laquelle la

pression de l'air comprimé correspond à peu près à la pression d'échappement du mélange du gaz comprimé et d'air détendu dans le cylindre 33. En pratique la pression d'échappement dans le cylindre 33 est d'abord un peu supérieure mais s'abaisse juste après l'ouverture de la fente d'échappement 34 de telle sorte que la soupape de retenue 38 qui se trouve entre le moteur à combustion et le compresseur s'ouvre. La section droite de l'ajutage 35 doit être avantageusement adaptée au débit du piston compresseur 36 de manière que le transfert de l'air du cylindre compresseur 37 dans le cylindre 33 du moteur à combustion se fasse avec maintien à une valeur constante de la pression dans le cylindre 33 malgré l'ouverture de la fente d'échappement 34.

La chambre de combustion proprement dite est constituée par la chambre amovible 39 à l'intérieur de la chambre de compression 40. La culasse du cylindre 41 comporte dans ce cas un système de refroidissement qui n'est d'ailleurs nécessaire que pour les installations de grande puissance auxquelles doit être amenés une quantité d'agent moteur relativement importante. La constitution de la chambre de combustion sous forme d'une pièce indépendante de la paroi de la culasse du cylindre présente l'avantage que le transfert de chaleur de la chambre de combustion à la paroi de la culasse est particulièrement faible. Au droit de la chambre de combustion sont montées dans la culasse du cylindre une soupape d'injection 42 et une bougie d'allumage 43. La soupape d'admission d'air dans le compresseur est représentée en 44.

L'installation représentée en fig. 4 est destinée de préférence aux véhicules automobiles où les variations constantes du couple rendent nécessaire un compresseur. Par contre l'installation à turbine suivant fig. 5 doit être utilisée principalement à la commande des véhicules sur voie ferrée ou pour les installations fixes en vue de la transmission de puissances particulièrement élevées. L'installation comporte ici une turbine 45, une machine à piston à combustion 46 à cylindres disposés en étoile et un compresseur centrifuge 47. Ces trois éléments sont disposés coaxialement au voisinage immédiat

l'un de l'autre, l'arbre de turbine 48 étant cependant maintenu séparé du vilebrequin 49 de la machine à combustion qui est elle-même reliée à l'arbre 51 du compresseur centrifuge par l'intermédiaire d'un train d'engrenage 50. A la fente de sortie 52 du cylindre du moteur à combustion se raccordent les ajutages ou tuyères directrices 53 présentant de préférence une section droite réglable; l'air fourni par le compresseur centrifuge est amené aux cylindres du moteur à combustion par les canalisations 54 reliées aux lumières de balayage 55 des cylindres dudit moteur.

Dans ce cas encore le chargement en air des cylindres de travail se fait à lumière d'échappement ouverte, de manière qu'il s'écoule vers la turbine un gaz moteur à pression constante. Dans chaque culasse de cylindre est montée une chambre de combustion 56 comportant des ouvertures étroites et entourée d'une chambre de compression 57 destinée à recevoir l'air en excès. L'air en excès ne prend pas part à la combustion de l'agent moteur et ne sert qu'au refroidissement des gaz brûlés sortant de la chambre de combustion.

Comparé aux compresseurs à pistons des fig. 1 à 4, un compresseur centrifuge ne comporte que des masses à déplacements relativement peu importants de telle sorte qu'il peut être mis en marche avec une puissance relativement faible. Pendant le démarrage, le rapport de compression commence par être relativement faible. Par suite au début du fonctionnement, il faut allumer le combustible introduit, de préférence par de l'essence, par bougie ou par tube incandescent. Lorsque la pression de l'air fourni par le compresseur centrifuge 3 croît avec la vitesse de rotation, on peut passer au fonctionnement en gasoil et suivant le cycle Diésel. Ce passage est commandé avantageusement par un régulateur à force centrifuge non représenté qui règle l'afflux d'essence et de gasoil à la pompe d'injection. Une telle installation peut être mise en marche au moyen d'un démarreur de très faible puissance.

L'invention n'est pas limitée aux détails des modes d'exécution décrits. Le cas échéant, on peut alimenter cette chambre de combustion en mélange de gaz combustibles indé-

pendamment du cylindre de travail alimenté en air.

#### RÉSUMÉ.

Procédé appliqué au fonctionnement des machines thermiques en vue particulièrement de la production de gaz moteur pour turbines à combustion et installations fonctionnant par application de ce procédé, caractérisés par les points suivants pris ensemble ou séparément :

1° On comprime pour les gaz brûlés à préparer une quantité d'air sensiblement supérieure à celle nécessaire pour la combustion de l'agent moteur et cette masse d'air comprimé n'est utilisée que pour une partie correspondant à la masse d'agent moteur à brûler en vue de la combustion dans une chambre de combustion séparée de l'enceinte générale destinée à l'air comprimé dont le reste est utilisé pour le mélange avec les gaz brûlés chauds;

2° Les gaz brûlés s'écoulent en se détendant dans un matelas d'air comprimé et le mélange de gaz brûlés et d'air ainsi obtenu se détend d'abord avec accroissement de volume pour être utilisé ensuite comme gaz moteur dans une turbine à combustion;

3° La détente du mélange gaz brûlés et air est utilisée avant d'être transférée dans la turbine pour commander un compresseur d'air fournissant l'air;

4° Le mélange de gaz brûlés et d'air est mélangé pendant sa détente avec une masse complémentaire d'air frais comprimé;

5° L'introduction d'air frais comprimé dans le mélange de gaz brûlés et d'air en cours de détente commence avant que ce mélange ne soit transféré dans la turbine;

6° L'air frais à incorporer au mélange de gaz brûlés et d'air est comprimé tout au moins jusqu'à la pression présentée par le mélange de gaz brûlés et d'air en cours de détente au moment de l'ouverture de la lumière d'échappement de la chambre de combustion;

7° Le chargement de la chambre de combustion en air frais s'effectue pendant que la lumière d'échappement de la chambre de combustion est ouverte sans réduction de la pression d'échappement dans cette chambre de combustion;

8° Dans le cas d'une machine à combustion travaillant particulièrement à titre de générateur de gaz moteur pour turbines à combustion et dont l'agent moteur est brûlé dans une chambre chargée en air comprimé, la chambre recevant la charge d'air présente pour la pression finale de compression de l'air un volume sensiblement supérieur à celui qui correspond à la combustion de l'agent moteur et cette chambre est subdivisée par une paroi présentant des lumières étroites en une chambre de combustion destinée à recevoir l'air nécessaire à la combustion de l'agent moteur et en une chambre destinée à recevoir l'air en excès servant au refroidissement des gaz brûlés;

9° La chambre de combustion destinée à recevoir le volume d'air servant à la combustion de l'agent moteur est disposée à l'intérieur de la chambre destinée à recevoir l'air en excès;

10° La chambre de combustion recevant le volume d'air pour la combustion de l'agent moteur et la chambre destinée à recevoir l'air en excès se trouvant côte à côte, la chambre de combustion étant associée au cylindre d'un moteur à pistons à combustion tandis que la chambre recevant l'air en excès est associée au cylindre d'un compresseur d'air;

11° La chambre recevant l'air en excès est reliée par une soupape de retenue avec le compresseur d'air fournissant l'air comprimé;

12° On associe une turbine à combustion et un moteur à combustion à pistons disposé coaxialement par rapport à la turbine et comportant des cylindres disposés en étoile, l'ensemble étant raccordé de telle manière que l'alimentation de la turbine se fasse directement à partir des cylindres du moteur à pistons et que la turbine puisse tourner indépendamment du moteur à pistons;

13° L'ensemble d'une turbine à combustion, d'un moteur thermique à pistons alimentant ladite turbine et d'un compresseur d'air alimentant ledit moteur est monté de telle manière, les trois éléments de l'ensemble étant coaxiaux, que le moteur à pistons entraîne le compresseur d'air et que la turbine tournant indépendamment du moteur

à pistons fournisse la puissance du groupe  
considéré;

14° Le moteur à combustion à pistons  
commande par ses pistons aussi bien les

canalisations reliant le compresseur au mo- 5  
teur à pistons que celles qui relient ce dernier  
à la turbine.

Fritz GOCKERELL.

Par procuration :

GERMAIN et MAUREAU.

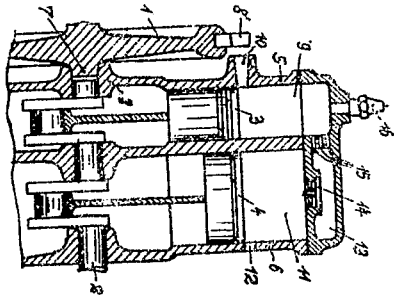


Fig. 1

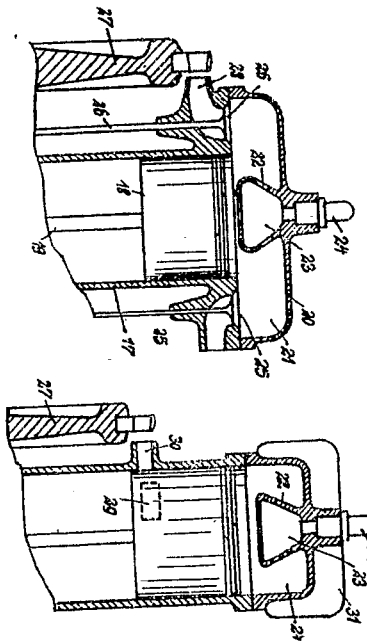


Fig. 2

Fig. 3

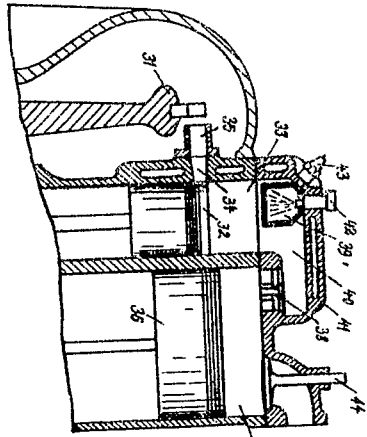


Fig. 4

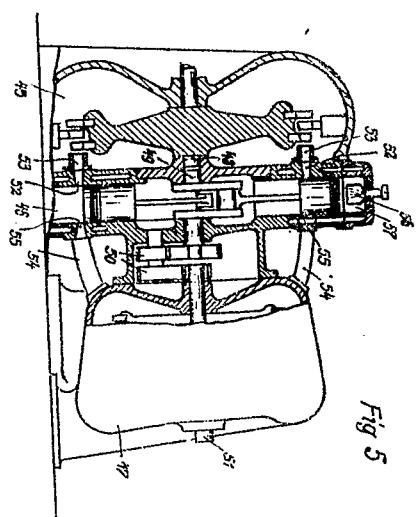


Fig. 5



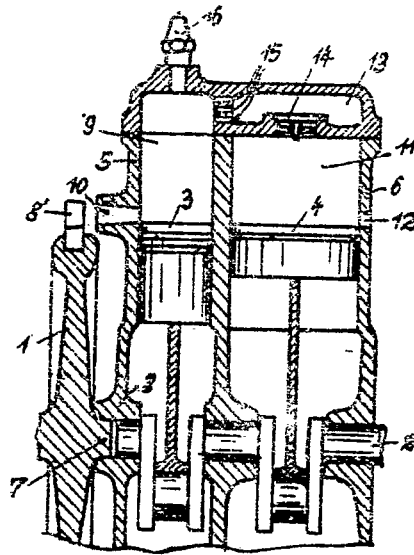


Fig. 1

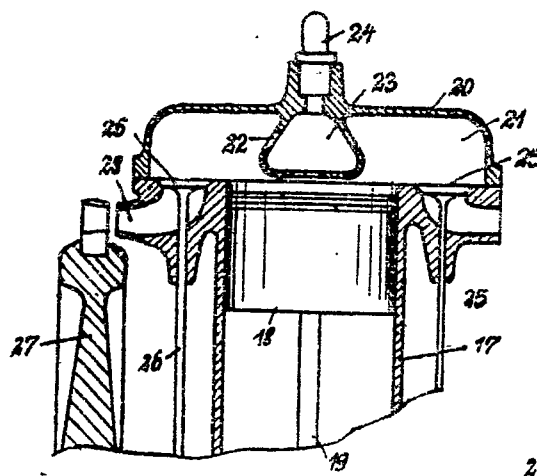


Fig. 2

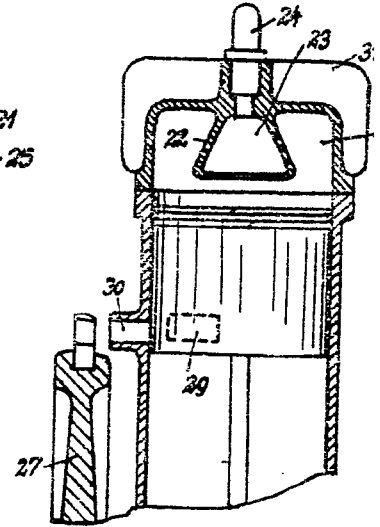


Fig. 3

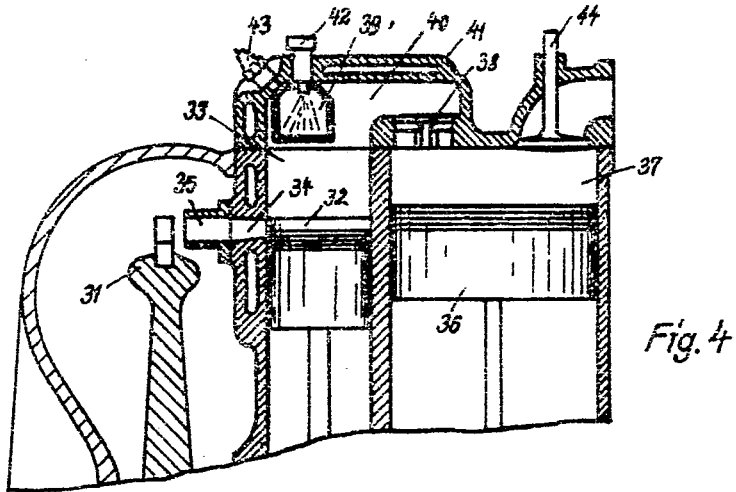


Fig. 4

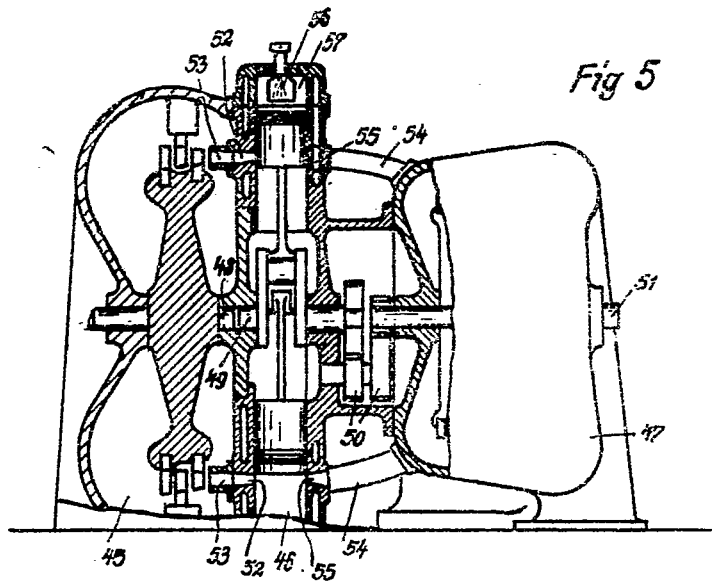


Fig 5