

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 747 591 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.08.1999 Patentblatt 1999/32

(51) Int Cl.6: **F02F 3/22**

(21) Anmeldenummer: **95810373.1**

(22) Anmeldetag: **07.06.1995**

(54) Flüssigkeitsgekühlter Kolben für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine

Liquid cooled piston for internal combustion engine

Piston refroidi par un liquide pour un moteur a combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE DK FR IT NL

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.12.1996 Patentblatt 1996/50

(73) Patentinhaber: **Wärtsilä NSD Schweiz AG**
8401 Winterthur (CH)

(72) Erfinder:
• **Hofer, Robert**
CH-8353 Elgg (CH)
• **Spahni, Marc**
CH-8400 Winterthur (CH)

(74) Vertreter: **Hammer, Bruno, Dr.**
c/o Sulzer Management AG
KS/Patente/0007
8401 Winterthur (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 041 416

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6 no. 167**
(M-153), 31. August 1982 & JP-A-57 081145 (UBE
IND LTD) 21. Mai 1982,

EP 0 747 591 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen flüssigkeitsgekühlten Kolben für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Bei Brennkraftmaschinen wird der Materialabtrag am Kolbenoberteil wesentlich bestimmt von der Temperatur. Bei modernen Hubkolbenbrennkraftmaschinen ist die Kühlung der Kolben einer der Faktoren, die die Leistung der Maschine limitieren. Die Effizienz des Kühlsystems für die Kolben ist deshalb von zentraler Bedeutung für Hubkolbenbrennkraftmaschinen, die höchsten Anforderungen bezüglich Leistung und Zuverlässigkeit genügen.

[0003] Ein Kolben gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1 ist offenbart im Japanischen Gebrauchsmuster Hei 4-39 384. Dieser Kolben wird dadurch gekühlt, dass im Kolbenoberteil in der Nähe der dem Verbrennungsraum der Brennkraftmaschine zugewandten Stirnfläche des Kolbens eine Kühlkammer vorgesehen ist, in die als Kühlmittel Öl mittels Spritzdüsen gespritzt wird. Das eingespritzte Öl wird aus der Kühlkammer abgeleitet durch einen Rückflusskanal, der im Innern der Kolbenstange über deren gesamte Länge verläuft und am von der Kühlkammer entfernten Ende der Kolbenstange in eine separate Ölabflussleitung mündet, die in dem mit der Kolbenstange verbundenen Kreuzkopf verläuft. Der Ölrückfluss wird getrieben durch die Schwerkraft auf das sich in der Kühlkammer sammelnde Öl, d. h. aufgrund des Gefälles im Rückflusskanal, wobei die Kolbenstange gewöhnlich vertikal und unterhalb der Kühlkammer angeordnet ist. Der Öl Ablauf aus der Kühlkammer wird unterstützt durch Zufuhr von Luft in die Kühlkammer mit Hilfe eines Belüftungsrohres, welches eine Verbindung herstellt zwischen der Umgebungsluft der Maschine und der Kühlkammer. Dabei ist das Belüftungsrohr im Innern der Ölrückflusskanals so untergebracht, dass eines seiner Enden in die Kühlkammer ragt und dass es am von der Kühlkammer entfernten Ende übergeht in eine Luftleitung, die im Kreuzkopf getrennt von der Öl abflussleitung verläuft und eine Verbindung zur Umgebungsluft herstellt.

[0004] JP-A-57 081145 beschreibt einen flüssigkeitsgekühlten Kolben bei welchem Belüftungsgas über einen Gaseinlass im Kreuzkopflager und ein Belüftungsrohr durch den Rückflusskanal zum Kolbenraum geleitet wird.

[0005] Es hat sich herausgestellt, dass der maximale Kühlmitteldurchsatz, den diese Anordnung zur Kühlung eines Kolbens zulässt, zu limitiert ist und einer Weiterentwicklung der heutigen Brennkraftmaschinen zu noch höheren Leistungen Grenzen setzt.

[0006] Der vorliegenden Erfindung stellt sich die Aufgabe, einen flüssigkeitsgekühlten Kolben für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einem Kühlsystem mit verbesserter Kühlwirkung zu schaffen.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss gelöst durch eine Vorrichtung mit den Kennzeichen des An-

spruchs 1 gelöst. Die übrigen Ansprüche beziehen sich auf weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0008] Der erfindungsgemässe flüssigkeitsgekühlte Kolben hat eine Kühlkammer mit einem Rückflusskanal für das in die Kühlkammer eingebrachte Kühlmittel, welcher Rückflusskanal in der Kolbenstange verläuft, und zeichnet sich dadurch aus, dass im Rückflusskanal ein Belüftungsrohr angeordnet ist, das kolbenseitig in die Kühlkammer des Kolbens ragt und sich nur über einen Teil des Rückflusskanals in der Kolbenstange erstreckt. Der sich im Rückflusskanal erstreckende Teil des Belüftungsrohres endet noch innerhalb der Kolbenstange, mündet also nicht in den Kreuzkopf, und hat keine vom Rückflusskanal getrennte Verbindung zur Umgebungsluft. Das Belüftungsrohr beeinflusst das Strömungsprofil des Kühlmittels im Rückflusskanal derart, dass Gase im Rückflusskanal einen Zugang zum Belüftungsrohr und über dieses einen Zugang zur Kühlkammer haben und so einen Unterdruck in der Kühlkammer vermeiden, der den Abfluss des Kühlmittels im Rückflusskanal behindern würde. Der erfindungsgemässe Kolben hat den Vorteil, dass das Kühlsystem einen erhöhten Kühlmitteldurchsatz ermöglicht und konstruktiv vereinfacht ist.

[0009] Die Erfindung wird im folgenden im Detail erläutert anhand der folgenden Abbildung. Es zeigt

FIG. 1 einen Längsschnitt durch einen Kolben mit Kühlkammer, Kühlmittelspritzung, Rückflusskanal und Belüftungsrohr.

[0010] FIG. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Kolbens. Die wesentlichen Bestandteile des Kolbens sind das Kolbenoberteil 1 mit der dem Verbrennungsraum der Brennkraftmaschine zugewandten Kolbenoberseite 25, die Spritzplatte 4, das Kolbenhemd 3. Der Kolben ist rotationssymmetrisch bezüglich der Achse 50. Das Kolbenoberteil 1 und die Spritzplatte 4 grenzen zusammen die Kühlkammer 15 des Kolbens ab. Das Kolbenoberteil 1 und das Kolbenhemd 3 sowie die Spritzplatte 4 sind auf ihrem Umfang mit der Kolbenstange 5 verbunden. Das Kolbenoberteil 1 enthält blinde Kühlbohrungen 17, die von der Kühlkammer aus in Richtung auf die Kolbenoberfläche 25 bzw. eine Aussenseite des Kolbens weisen. An dem vom Kolben entfernten Ende ist die Kolbenstange mit dem Kreuzkopf 8 verbunden.

[0011] Im Betrieb der Brennkraftmaschine bewegt sich der Kolben längs der Achse 50, wobei diese bevorzugt im wesentlichen senkrecht zur Erdoberfläche verläuft und das Kolbenoberteil 1 über der Kolbenstange 5 angeordnet ist.

[0012] Die Kühlkammer ist Teil eines Kühlmittelkreislaufs. Das Kühlmittel, z. B. Öl oder Wasser, gelangt mittels eines Einspritzsystems in die Kühlkammer, wobei das Kühlmittel kreuzkopfseitig in eine durch die Kolbenstange 5 verlaufende Leitung 30 eingespeist und von dort über einen Kanal 31 mit ringförmigem Querschnittsprofil und einen Hohlraum 32 zwischen der Spritzplatte

4 und der Kolbenstange 5 durch eine Vielzahl durch die Spritzplatte 4 geführter Düsen 18 gepresst wird. Die Düsen 18 sind bevorzugt so angeordnet, dass das eingespritzte Kühlmittel auf die Regionen des Kolbenoberteils 1 trifft, die der Kolbenoberfläche 25 besonders nahe kommen und im Betrieb der Brennkraftmaschine am stärksten wärmebelastet sind. Eine besonders gute Kühlwirkung wird erzielt durch Spritzkühlung, d. h. durch Spritzen des Kühlmittels an eine Wandung der Kühlbohrungen 17 oder an eine Wand der Kühlkammer 15.

[0013] Das Einspritzen hat zwei Funktionen. Einerseits kommen zu kühlende Flächen mit Kühlmittel in Berührung, dessen Temperatur der Vorlauftemperatur des Kühlmittelkreislaufs entspricht und das durch das Einspritzen eine turbulente Strömung zeigt. Auf diese Weise wird der Wärmeübergang zwischen den zu kühlenden Flächen und dem Kühlmittel optimiert. Weiterhin ist das Spritzen von Kühlmittel an eine Grenzfläche häufig mit einer reinigenden Wirkung verbunden. Das Kühlmittel Öl beispielsweise bildet bei den im Betrieb erreichten Kolbentemperaturen leicht an Grenzflächen haftende Rückstände, die meist den Wärmeübergang zwischen Grenzfläche und Kühlmittel verschlechtern und so einer weiteren Temperaturerhöhung und einer beschleunigten Ablagerung von Ölrückständen Vorschub leisten. Ablagerungen in den Kühlbohrungen 17 sind besonders nachteilig. Aufwendige Wartungsarbeiten sind zur Entfernung der Ablagerungen nötig. Das Spritzen des Kühlmittels an die zu kühlenden Grenzflächen hingegen wirkt der Ablagerung von Rückständen entgegen.

[0014] Für den Abfluss des Kühlmittels aus der Kühlkammer ist der Rückflusskanal 6 vorgesehen. Er ist vorzugsweise längs der Mittelachse 50 der Kolbenstange 5 geführt, mündet in die Kühlkammer 15 an der Öffnung 21 in der Spritzplatte 4 und ist kreuzkopfseitig mit einer Rücklaufleitung des Kühlmittelkreislaufs verbunden. Zur Optimierung der Einströmung von Kühlmittel in den Rückflusskanal weist die Spritzplatte 4 kühlkammerseitig ein Gefälle zur Öffnung 21 hin auf. Ferner ist der Rückflusskanal 6 an seiner Mündung 21 in die Kühlkammer 15 so gestaltet ist, dass sich sein Querschnitt in die von der Kühlkammer abgewandte Richtung verengt. Das Profil des Querschnitts des Rückflusskanals 6 ist bevorzugt rund wegen der einfachen Herstellbarkeit. Grundsätzlich ist die Funktion für ein beliebiges Querschnittsprofil gewährleistet.

[0015] Im wesentlichen zwei Kühleffekte tragen zur Kühlwirkung des Kühlmittels in der Kühlkammer 15 bei. Ein Kühleffekt ist der Spritzkühlung mittels Kühlmittel, das direkt aus einer Düse 18 an eine zu kühlende Fläche gespritzt wird, zuzuordnen. Einen weiteren Beitrag, die Planschkühlung, liefert das Kühlmittel, das sich nach dem Einspritzen in der Kühlkammer 15 sammelt und im Betrieb der Brennkraftmaschine in der Richtung der Kolbenbewegung hin und her planscht. Zur Optimierung der Kühlwirkung muss einerseits die Menge Kühlfüssigkeit, die die Kühlkammer 15 passiert, möglichst gross sein. Andererseits muss der Wärmeübergang zwischen

den zu kühlenden Flächen und dem Kühlmittel möglichst gut sein. Ein Übermass an Kühlmittel in der Kühlkammer 15 reduziert die Kühlwirkung. Wenn z. B die Einspritzdüsen 18 mit Kühlmittel bedeckt werden, wird Kühlmittel mit verminderter Effizienz eingespritzt und die Wirkung der Spritzkühlung nimmt ab. Weiterhin ist bekannt, dass die Wirkung der Planschkühlung abnimmt, wenn ein übermässiger Anteil der Kühlkammer 15 mit Kühlmittel gefüllt ist. Andererseits ist die Planschkühlung nur möglich, wenn ein Mindestmass an Kühlmittel sich in der Kühlkammer 15 sammelt. Zur Optimierung der Kühlung wird der Kühlmitteldurchfluss durch die Kühlkammer 15 so eingerichtet, dass die Menge Kühlfüssigkeit, die einen Teil des Volumens der Kühlkammer 15 ausfüllt, nicht grösser als ein vorgegebener oberer Wert und nicht geringer als ein vorgegebener unterer Wert ist. Deshalb ist die maximale Menge Kühlfüssigkeit, die unter diesen Bedingungen in die Kühlkammer 15 gespritzt werden kann und eine optimale Kühlwirkung erzielt, limitiert durch die Menge Kühlfüssigkeit, die pro Zeiteinheit aus der Kühlkammer 15 abfließen kann.

[0016] Von wesentlicher Bedeutung für die pro Zeiteinheit aus der Kühlkammer 15 abströmende Menge Kühlmittel ist die Gestaltung des Belüftungsrohrs 10, welches mit Stützblechen 40 und 41 in seiner Position bezüglich dem Rückflusskanal 6 fixiert ist.

[0017] Erfindungsgemäss sorgt der Rückflusskanal 6 in Kombination mit dem Belüftungsrohr 10 für den Abfluss von Kühlmittel bei gleichzeitigem Druckausgleich in einer Gasatmosphäre, die sowohl die Kühlkammer 15 als auch den Rückflusskanal 6 und die im Kreuzkopf 8 an den Rückflusskanal 6 anschliessende Rücklaufleitung des Kühlmittelkreislaufs ausfüllt. Bei der Gestaltung des Belüftungsrohrs 10 zur Optimierung der Kapazität des Rückflusskanals 6, gemessen in der pro Zeiteinheit aus der Kühlkammer abfliessenden Menge Kühlmittels, müssen verschiedene Effekte berücksichtigt werden, die als Funktion einzelner Parameter gegenläufige Tendenzen aufweisen und deshalb zu optimalen Kompromissen führen:

- Für die Länge des Abschnitts des Belüftungsrohrs 10, der im Rückflusskanal 6 verläuft, gibt es einen optimalen Bereich als Kompromiss zwischen gegenläufigen Einflüssen: Einerseits nimmt mit wachsender Länge des Belüftungsrohrs 10 der Störungswiderstand des Rückflusskanals zu, da das Belüftungsrohr 10 eine reibende Fläche für das abströmende Kühlmittel darstellt und das Kühlmittel hauptsächlich zwischen der Aussenseite des Belüftungsrohrs 10 und der Wandung des Kanals 6 abfließt. Ist hingegen das Belüftungsrohr im Extremfall nicht vorhanden, so bildet sich ein Kühlmittelsee, der die Öffnung 21 in der Spritzplatte abdeckt. Dieser Kühlmittelsee behindert das Einströmen von Gasen aus dem Rückflusskanal 6 und somit den Druckausgleich zwischen Kühlkammer 15 und dem

Rückflusskanal 6. Dieser den Abfluss von Kühlmittel mindernde Effekt wird reduziert mit wachsender Länge des im Rückflusskanal 6 verlaufenden Abschnitts des Belüftungsrohrs 10: Es wird verhindert, dass ein Kühlmittelsee die Öffnung 21 bedeckt; weiterhin formt das Belüftungsrohr das Strömungsprofil des Kühlmittels in dem Bereich des Rückflusskanals 6 zwischen Kreuzkopf 8 und dem kühlkammerfernen Ende des Belüftungsrohrs 10 dergestalt, dass eine Durchlässigkeit für Gase gewährleistet ist. Als Kompromiss ergibt sich ein optimaler Bereich für die Länge des in den Rückflusskanal 6 ragenden Teils des Belüftungsrohrs 10: Experimente zeigen, dass die optimale Länge des sich im Rückflusskanal 6 erstreckenden Teils des Belüftungsrohrs 10 im Bereich 10%-90% der Länge des Rückflusskanals 6, vorzugsweise im Bereich 15%-50% der Länge des Rückflusskanals 6, liegt. Details hängen von anderen Parametern wie der Querschnittsfläche des Belüftungsrohrs oder der Form des Belüftungsrohrs ab.

- Eine optimale Querschnittsfläche des Belüftungsrohrs 10 ergibt sich als Kompromiss zwischen der Forderung, die Querschnittsfläche möglichst klein zu wählen, um der abströmenden Kühlflüssigkeit zwischen der Aussenseite des Belüftungsrohrs 10 und der Wandung des Rückflusskanals 6 möglichst viel Platz zu gewähren, und der Forderung, die Querschnittsfläche möglichst gross zu wählen, um ein effizientes Einströmen von Gasen in die Kühlkammer 15 zu gewährleisten. Experimente zeigen, dass die optimale Querschnittsfläche des Belüftungsrohrs 10 zwischen 20% und 70% der Querschnittsfläche des Rückflusskanals 6, vorzugsweise zwischen 25% und 60% der Querschnittsfläche des Rückflusskanals 6, beträgt. Details hängen von anderen Parametern wie der Länge des Belüftungsrohrs oder der Form des Belüftungsrohrs ab.
- Die optimale Länge des Abschnitts des Belüftungsrohrs 10, der in die Kühlkammer 15 ragt, ist ein Kompromiss: ist die Länge zu kurz, dann läuft ein beträchtlicher Anteil der Kühlflüssigkeit durch das Belüftungsrohr 10 ab und vermindert die Zufuhr von Gas in die Kühlkammer 15, ist sie zu gross und kommt das kühlkammerseitige Ende des Belüftungsrohrs 10 zu nahe an eine Wand der Kühlkammer 15, dann wird zwar das Eindringen von Kühlflüssigkeit in das Belüftungsrohr 10 vermindert, aber auch die Zufuhr von Gas in die Kühlkammer 15 limitiert. Experimente zeigen, dass der optimale Abstand a des kühlkammerseitigen Endes des Belüftungsrohrs 10 von der Wandung der Kühlkammer 15 zwischen 10% und 90% der Erstreckung h der Kühlkammer 15 in der Längsrichtung des Belüftungsrohrs 10, vorzugsweise zwischen 15% und 65% der Erstreckung h der Kühlkammer 15 in der

Längsrichtung des Belüftungsrohrs 10, beträgt.

[0018] Ausser von den genannten Parametern ist die maximale Menge Kühlflüssigkeit, die durch den Rückflusskanal 6 abfliesst, von der Frequenz abhängig, mit der der Kolben im Betrieb der Brennkraftmaschine in Richtung der Kolbenstange 5 oszilliert. Wegen des Hin- und Herplanschens des Kühlmittelsees in Richtung der Kolbenstange 5 läuft Kühlmittel bei oszillierenden Kolben nur während eines Bruchteils einer Periode der Oszillation des Kolbens im Rückflusskanal 6 ab. Experimente zeigen, dass einerseits durch die Kolbenoszillation zwar der Abfluss von Kühlmittel aus der Kühlkammer 15 reduziert wird, andererseits aber die Kapazität des Rückflusskanals bei einem oszillierenden Kolben wesentlich empfindlicher von der Dimensionierung des Belüftungsrohrs 10 abhängt als bei einem ruhenden Kolben. Deshalb ist es relevant, die Gestaltung des Belüftungsrohrs 10 speziell für den oszillierenden Kolben zu optimieren. Die genannten optimalen Bereiche für die Dimensionen des Belüftungsrohrs gelten für oszillierende Kolben.

[0019] Für die beschriebene Erfindung ist die Form des Belüftungsrohrs 10 nicht relevant, z. B. der Querschnitt des Belüftungsrohrs 10 kann beliebiges Profil haben. Eine bevorzugte Ausführungsform stellt ein Belüftungsrohr 10 mit einem Querschnitt mit rundem Profil dar. Solche Rohre sind meist verfügbar und müssen nicht speziell gefertigt werden. Solche Rohre sind auch speziell geeignet für eine Kombination mit Kolben mit einem runden Abflusskanal. Besonders vorteilhaft ist ein rundes Belüftungsrohr 10, das konzentrisch in dem Rückflusskanal 6 angebracht ist. Diese konzentrische Anordnung ist angepasst an das Profil der Strömung des Kühlmittels in der Kühlkammer 15, welches Profil im wesentlichen rotationssymmetrisch zur Achse 50 ist. Das Querschnittsprofil des Belüftungsrohrs 10 kann längs des Rohrs variieren.

[0020] Folglich hat der erfindungsgemässe flüssigkeitsgekühlte Kolben eine Kühlkammer 15 mit einem Rückflusskanal 6 für das in die Kühlkammer 15 durch eine Zuleitung 30, 31, 32 und Spritzdüsen 18 eingebrachte Kühlmittel. Der Rückflusskanal 6 verläuft in der Kolbenstange 5 und zeichnet sich dadurch aus, dass im Rückflusskanal 6 ein Belüftungsrohr 10 angeordnet ist, das kolbenseitig in die Kühlkammer 15 des Kolbens ragt und sich nur über einen Teil des Rückflusskanals 6 in der Kolbenstange 5 erstreckt. Der sich im Rückflusskanal 6 erstreckende Teil des Belüftungsrohrs 10 endet noch innerhalb der Kolbenstange 5 und hat keine vom Rückflusskanal 6 getrennte Verbindung zur Umgebungsluft. Das Belüftungsrohr 10 beeinflusst das Strömungsprofil des Kühlmittels im Rückflusskanal 6 derart, dass Gase im Rückflusskanal 6 einen Zugang zum Belüftungsrohr 10 und über dieses einen Zugang zur Kühlkammer 15 haben und so einen Unterdruck in der Kühlkammer 15 vermeiden, der den Abfluss des Kühlmittels im Rückflusskanal 6 behindern würde. Das Belüftungs-

rohr 10 dient der Optimierung des Kühlmitteldurchsatzes durch die Kühlkammer 15.

Patentansprüche

1. Flüssigkeitsgekühlter Kolben mit Kühlkammer (15) und Kolbenstange (5), für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, mit einem Rückflusskanal (6) für das Kühlmittel in der Kolbenstange (5), und mit einem Belüftungsrohr (10) das im Rückflusskanal (6) angeordnet ist und kolbenseitig in die Kühlkammer (15) des Kolbens ragt, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Belüftungsrohr (10) nur über einen Teil des Rückflusskanals (6) in der Kolbenstange (5) erstreckt und noch innerhalb der Kolbenstange (5) in den Rückflusskanal (6) mündet.
2. Kolben nach Anspruch 1, bei welchem der Rückflusskanal (6) mit dem Belüftungsrohr (10) die einzige Verbindung der Kühlkammer (15) zur Umgebungsluft bildet.
3. Kolben nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge des sich im Rückflusskanal (6) erstreckenden Teils des Belüftungsrohrs (10) im Bereich 10%-90% der Länge des Rückflusskanals (6) in der Kolbenstange (5), vorzugsweise im Bereich 15%-50% der Länge des Rückflusskanals (6) in der Kolbenstange (5), liegt.
4. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsfläche des Belüftungsrohrs (10) zwischen 20% und 70% der Querschnittsfläche des Rückflusskanals (6) in der Kolbenstange (5), vorzugsweise zwischen 25% und 60% der Querschnittsfläche des Rückflusskanals (6) in der Kolbenstange (5), beträgt.
5. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand des kühlkammerseitigen Endes des Belüftungsrohrs (10) von der Wandung der Kühlkammer (15) zwischen 10% und 90% der Erstreckung (h) der Kühlkammer (15) in der Längsrichtung (50) des Belüftungsrohrs (10), vorzugsweise zwischen 15% und 65% der Erstreckung (h) der Kühlkammer (15) in der Längsrichtung (50) des Belüftungsrohrs (10), beträgt.
6. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückflusskanal (6) an seiner Mündung (21) in die Kühlkammer (15) so gestaltet ist, dass sich sein Querschnitt in die von der Kühlkammer abgewandte Richtung verengt.
7. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Belüftungsrohr (10) im Rückflusskanal (6) konzentrisch angeordnet ist.

8. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einem Einspritzsystem (30, 31, 32, 18) zum Einspritzen des Kühlmittels in die Kühlkammer (15).

- 5 9. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkammer (15) eine oder mehrere Kühlbohrungen (17) aufweist.
- 10 10. Kolben nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Einspritzsystem eine oder mehrere Düsen (18) zum Spritzen des Kühlmittels in die Kühlbohrungen (17) und/oder an eine Wand der Kühlkammer (15) aufweist.
- 15 11. Brennkraftmaschine, mit einem oder mehreren Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 10.

Claims

1. Liquid-cooled piston having a cooling chamber (15) and with a piston rod (5) for a reciprocating piston internal combustion engine comprising a return flow channel (6) for the coolant in the piston rod (5), and a vent tube (10) that is arranged in the return flow channel (6) and that projects at the piston side into the cooling chamber (15), characterized in that the vent tube (10) extends in the piston rod (5) over a part of the return flow channel (6) only, merges inside the piston rod (5) into the return flow channel (6).
2. , Piston in accordance with claim 1, where the return flow channel (6) with the vent tube (10) is the only connection from the cooling chamber (15) to the surrounding air.
3. Piston in accordance with claim 1 or 2, characterized in that the length of the part of the vent tube (10) which extends in the return flow channel (6) lies in the range of 10 % to 90 % of the length of the return flow channel (6) in the piston rod (5), preferably in the range of 15 to 50 % of the length of the return flow channel (6) in the piston rod (5).
4. Piston in accordance with one of the claims 1 to 3, characterized in that the cross-sectional area of the vent tube (10) amounts to between 20 % and 70 % of the cross-sectional area of the return flow channel (6) in the piston rod (5), preferably between 25 % and 60 % of the cross-sectional area of the return flow channel (6) in the piston rod (5).
5. Piston in accordance with one of the claims 1 to 4, characterized in that the spacing of the cooling chamber end of the vent tube (10) from the wall of the cooling chamber (15) amounts to between 10 % and 90 % of the extension (h) of the cooling

chamber (15) in the longitudinal direction of the vent tube (10), and preferably to between 15 % and 65 % of the extent (h) of the cooling chamber (15) in the longitudinal direction (50) of the vent tube (10).

6. Piston in accordance with one of the claims 1 to 5, characterized in that the return flow channel (6) is so designed at its opening (21) into the cooling chamber (15) that its cross-section narrows in the direction away from the cooling chamber.
7. Piston in accordance with one of the claims 1 to 6, characterized in that the vent tube (10) is concentrically arranged in the return flow channel (6).
8. Piston in accordance with one of the claims 1 to 7, comprising an injection system (30, 31, 32, 18) for the injection of the coolant into the cooling chamber (15).
9. Piston in accordance with one of the claims 1 to 8, characterized in that the cooling chamber (15) has one or more coolant bores (17).
10. Piston in accordance with one of the claims 8 or 9, characterized in that the injection system has one or more nozzles (18) for the spraying of the coolant into the cooling bores (17) and/or onto a wall of the cooling chamber (15).
11. Internal combustion engine having a piston in accordance with one of the claims 1 to 10.

Revendications

1. Piston refroidi par un liquide avec chambre de refroidissement (15) et tige de piston (5) pour un moteur alternatif à combustion interne, avec un canal de reflux (6) pour l'agent de refroidissement dans la tige de piston (5), et avec un tuyau d'aération (10) qui est disposé dans le canal de reflux (6) et qui fait saillie, côté piston, dans la chambre de refroidissement (15) du piston, caractérisé en ce que le tuyau d'aération (10) s'étend seulement sur une partie du canal de reflux (6) dans la tige de piston (5) et débouche encore à l'intérieur de la tige de piston (5) dans le canal de reflux (6).
2. Piston selon la revendication 1, où le canal de reflux (6) avec le tuyau d'aération (10) constitue l'unique connexion de la chambre de refroidissement (15) à l'air ambiant.
3. Piston selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la longueur de la partie du tuyau d'aération (10) s'étendant dans le canal de reflux (6) se situe dans la plage de 10 % - 90 % de la longueur

du canal de reflux (6) dans la tige de piston (5), de préférence dans la plage de 15 % - 50 % de la longueur du canal de reflux (6) dans la tige de piston (5).

4. Piston selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la face en section transversale du tuyau d'aération (10) représente entre 20% et 70% de la face en section transversale du canal de reflux (6) dans la tige de piston (5), de préférence entre 25 % et 60 % de la face en section transversale du canal de reflux (6) dans la tige de piston (5).
5. Piston selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'écart de l'extrémité, côté chambre de refroidissement, du tuyau d'aération (10) relativement à la paroi de la chambre de refroidissement (15) représente entre 10 % et 90 % de l'extension (h) de la chambre de refroidissement (15) dans la direction longitudinale (50) du tuyau d'aération (10), de préférence entre 15 % et 65 % de l'extension (h) de la chambre de refroidissement (15) dans la direction longitudinale (50) du tuyau d'aération (10).
6. Piston selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le canal de reflux (6) est configuré à son embouchure (21) dans la chambre de refroidissement (15) de telle manière que sa section transversale rétrécit dans la direction éloignée de la chambre de refroidissement.
7. Piston selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le tuyau d'aération (10) est disposé concentriquement dans le canal de reflux (6).
8. Piston selon l'une des revendications 1 à 7, avec un système d'injection (30, 31, 32, 18) pour injecter l'agent de refroidissement dans la chambre de refroidissement (15).
9. Piston selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la chambre de refroidissement (15) présente un ou plusieurs perçages de refroidissement (17).
10. Piston selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que le système d'injection présente une ou plusieurs buses (18) pour pulvériser l'agent de refroidissement dans les perçages de refroidissement (17) et/ou sur une paroi de la chambre de refroidissement (15).
11. Moteur à combustion interne avec un ou plusieurs pistons selon l'une des revendications 1 à 10.

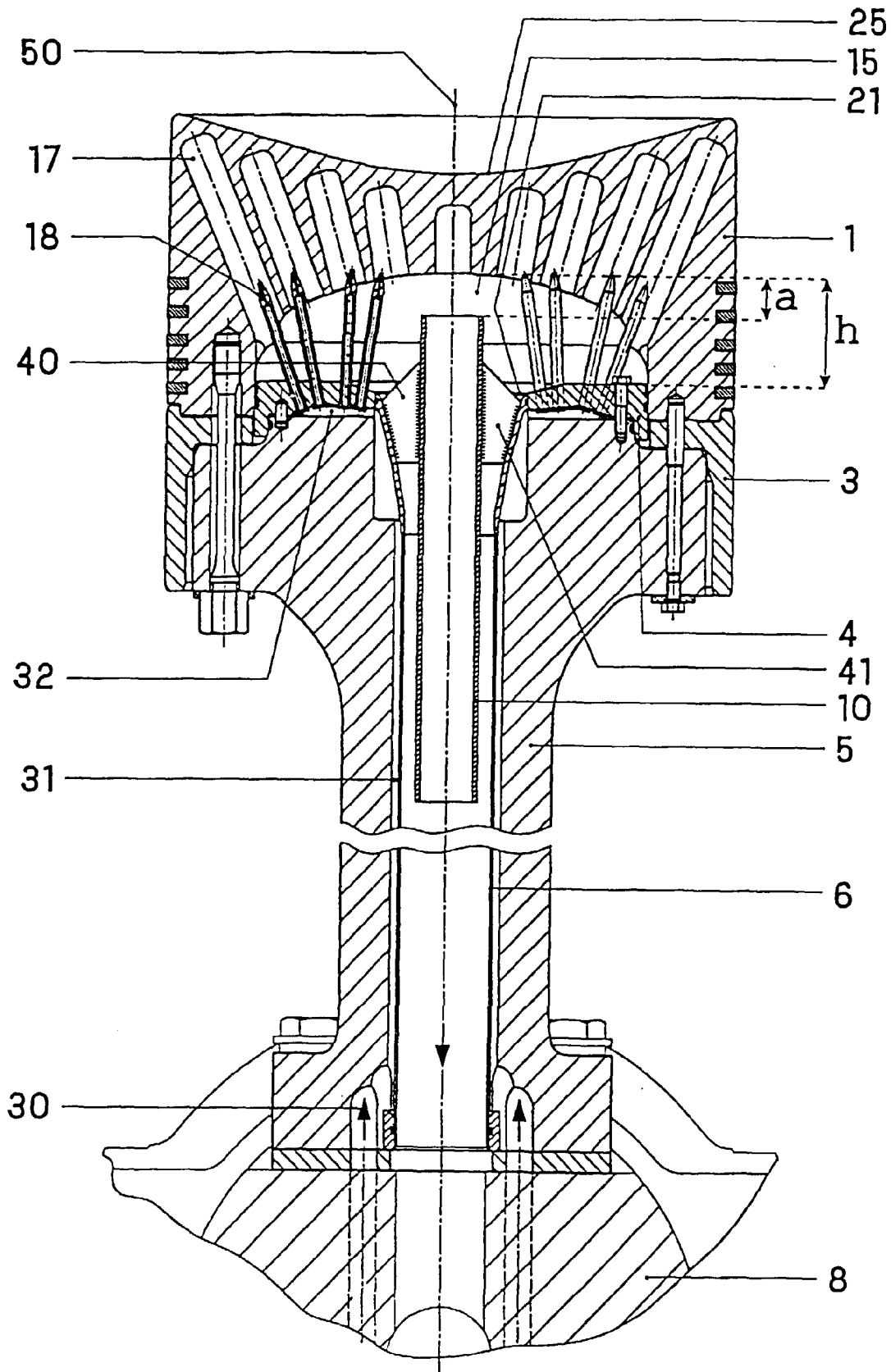


FIG. 1