

ohne Genehmigung
erstattet
sind nur durch
Übersetzer

Übersetzung aus der japanischen Zeitschrift

Nainen Kikan

stav Kraut (Die Brennkraftmaschine)

rmbronn Band 7, Heft Nr.75, September 1968, Seite 55 - 62

im Gäßle 16

Der 10A-Motor für den Matsuda-Familia-Rotary-Coupé

von Kenichi Yamamoto
Firma Toyo Kogyo K.K.,
Hiroshima

1. Vorwort

Die Motorisierung und die vielerlei Bedingungen, die von allen Seiten her an das Kraftfahrzeug gestellt werden, haben im Laufe der vergangenen Jahre immer mehr zugenommen; dies hat für die breiten Schichten der Kraftfahrzeuge ganz neue Gesichtspunkte mit sich gebracht, so daß heute die Tendenz einer immer größer werdenden Vielfalt der Fahrzeugsysteme festzustellen ist.

Allenthalben besteht der Wunsch nach einer neuen Fahrzeugart, bei der eine kompakte Bauweise des Wagenkastens mit einer hervorragenden Antriebsleistung zu einem sportlichen Familienwagen vereint sind; die Firma Toyo Kogyo hat sich deshalb das Ziel gesteckt, diesen Forderungen zu entsprechen, und sie hat als ein Glied in dieser Entwicklung den

"Familia-Rotary-Coupé" herausgebracht. Der in diesen Wagen eingebaute Motor ist in seiner grundlegenden Konzeption der gleiche, wie der Kreiskolbenmotor, der bereits in den Kosmo-Sportwagen eingebaut wurde, auch bei der neuen serienmäßig gebauten 10A-Motortype haben wir ein Hubvolumen von 491 cm^3 in einer Kammer, und es ist ebenfalls ein Zweikammermotor.

Die grundlegenden Gesichtspunkte bei der Neuentwicklung dieses Motors waren jedoch folgende:

STGART

1984

enstelle

1. Als zweite Stufe der serienmäßigen Herstellung eines Kreiskolbenmotors sollten bei der Konstruktion des Motors vor allem auch die Fertigungsgesichtspunkte in ausreichende Maße berücksichtigt werden.
2. Ohne das ausschließliche Übergewicht auf die Leistung bei den hohen Drehzahlen zu legen, soll der Schwerpunkt auf der Leistung bei den mittleren und niedrigen Drehzahlen liegen, und es soll ein Motor angestrebt werden, der über den gesamten Drehzahlbereich eine hohe Leistung besitzt.
3. Wirtschaftlichkeit, hohe Lebensdauer und Betriebszuverlässigkeit soll der Motor besitzen und er soll leicht zu handhaben sein.
4. Die kompakte Bauweise und der ruhige Lauf, die im allgemeinen die Vorzüge des Kreiskolbenmotors sind, sollen weiterhin verbessert werden, die hervorragende gute Füllung, die dem Wankelmotor nachgerühmt wird, soll noch verfeinert werden.

Tatsächlich ist es auch gelungen, mit dem Motor im wesentlichen die geplante Leistung zu erreichen. Wir sind deshalb davon überzeugt, daß der Kreiskolbenmotor auch in der neuen "Familia"-Serie eine große Wirkung hervorbringen wird.

2. Die Leistung des Motors und seine wichtigsten Betriebsdaten

Die Hauptbetriebsdaten des in den "Familia-Rotary-Coupé" eingebauten 10A-Motors sind in der Tafel 1 zusammengestellt.

Von diesen Daten seien nur einige genannt. Das Auspuffvolumen zwei x 491 cm^3 (Kreiskolbenmotor), der Trochoidenkoeffizient $K=R/e=6,73$, das Kompressionsverhältnis 9,4,

Tafel 1Die wichtigsten Daten des Motors

Motortyp	10A-Kreiskolbenmotor	
Motorart	wassergekühlter Zwei-Kammer-Reihenmotor	
<u>Die Trochoide</u>		
Excentrizität e	15 mm	
Erzeugungsradius R	101 mm	
Parallelverschiebung a	4 mm	
Breite	60 mm	
maximaler Schwenkwinkel	26,5°	
Volumen einer Kammer	491 cm ³	
Kompressionsverhältnis	9,4	
Kompressionsdruck	9,0 kg/cm ² /280 U/min	
maximaler mittlerer effektiver Druck	8,65/cm ² /3500 U/min	
maximale Leistung	100 PS/7000 U/min	
maximales Drehmoment	13,5 m kg/3500 U/min	
maximaler Benzinverbrauch bei Vollast	230 g/PSh/4000 U/min	
Motormaße (Länge x Breite x Höhe)	625 x 575 x 630 mm	
gesamtes Motorgewicht	129 kg	
Anordnung der Ansaugöffnungen	Seitenschlitze	
Anordnung der Auspufföffnungen	periphere Schlitze	
<u>"port timing"</u>		
	Primärseite	Sekundärseite
Ansaugöffnungszeit	32° nach OT	32° nach OT
Ansaugschließzeit	40° nach UT	40° nach UT
Auspufföffnungszeit	75° vor UT	
Auspuffschließzeit	35° nach OT	

<u>Zündeinrichtung</u>		
Zündsystem	Batterie-Zündspulen-System	
Zündzeitpunkt (trailing)	5° vor OT/700 U/min	
Zündzeitpunkt (leading)	0° OT/700 U/min	
Winkelvorverstelleinrichtung (trailing)	Vakuumversteller	
Winkelvorverstelleinrichtung (leading)	Fliehkraftversteller und Vakuumversteller	
Zündkerzen	NGK B-8EE, Denso-W25EG (NGK B-9EPD, Denso-W27EptA)	
<u>Die Kraftstoffeinrichtung</u>		
Vergaser	2Stufen-vier Trommel-Vergaser	
	Primärseite	Sekundärseite
Gasventildurchmesser	26 mm	30 mm
Venturidurchmesser	21x13x6,5 mm	28 x 10 mm
"jet" Durchmesser für hohe Drehzahlen	90	125
"jet" Ø für niedrige Drehzahlen	40	90
Luftfilter	Papierfilter	
<u>Die Schmiereinrichtung</u>		
Schmiersystem	zwangsläufige Druckschmierung	
Ölpumpe	Trochoidenzahnradpumpe	
Ölfiltersystem	Patronenvollstrompapierfilter	
Fassungsvermögen der Ölwanne	4 l	
<u>Die Kühleinrichtung</u>		
Kühlsystem	zwangsläufige Druckzirkulationskühlung	
Kühlwasservolumen	7,5 l	
<u>Die elektrische Einrichtung</u>		
Batterie	12V-45Ah	
Lichtmaschine	3-Phasen-Wechselstrom 12V, 360W	
Anlassermotor	12V, 1kW	

maximale Leistung bei Verwendung gewöhnlichen Benzines 100 PS/7000 U/min, das maximale Drehmoment 13,5m kg/3500 U/min, das Motorgewicht einschließlich Kühlwasser und Öl 129kg. Obwohl man die Seitengehäuse als vollständige Gußstücke hergestellt hat, ist es doch gelungen, durch Verbesserung des Feinheitsgrades der Struktur durch Erhöhung der Genauigkeit das PS-Gewicht auf 1,29kg/PS zu verringern und außerdem die Kompaktheit des ganzen Motors zu verbessern.

Die Abb.1 zeigt die Leistungskennlinien bei vollständig geöffneter Drosselklappe. Der Punkt des maximalen Drehmomentes liegt bei der niedrigen Drehzahl von 3500 U/min und wir haben über den gesamten Drehzahlbereich eine flach verlaufende Drehmomentcharakteristik.

Die Abb.2 zeigt die Fahrleistungskurven des "Familia-Rotary-Coupé" in den der 10A-Motor eingebaut ist; wenn man die Drehzahlen des Motors, der über einen sehr weiten Drehzahlenbereich bis 7000 U/min betrieben werden kann, mit den 4 Vorwärtsgängen des Getriebes kombiniert, dann kann man ganz hervorragende Fahrleistungen bei leichter Manövrierbarkeit erreichen. Die maximale Geschwindigkeit von 180km/h erreicht man durch Beschleunigen nach 400m in 16,4 Sekunden; wenn man vom Start aus beschleunigt kommt man in 8,8 Sek. auf 100km/h, man kann also sowohl beim Beschleunigen als auch bei den hohen Geschwindigkeiten große Leistungen herausholen, und andererseits ist auch schon von einer Motordrehzahl von ungefähr 1000 U/min an eine Beschleunigung möglich, der Benzinverbrauch ist ebenfalls zufriedenstellend, er liegt bei 15,2km/l.

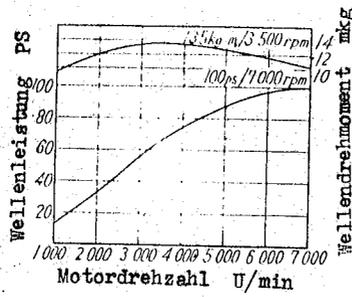


Abb.1 Die Leistungskennlinien des 10A-Motors

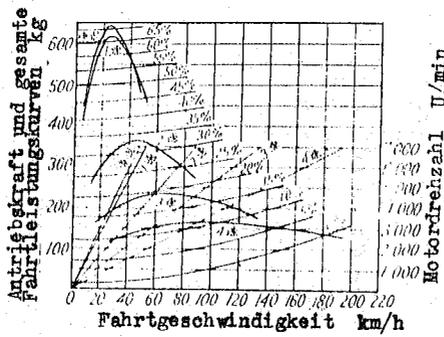


Abb.2 Die Fahrtenkennlinien des "Familia-Rotary-Coupé"

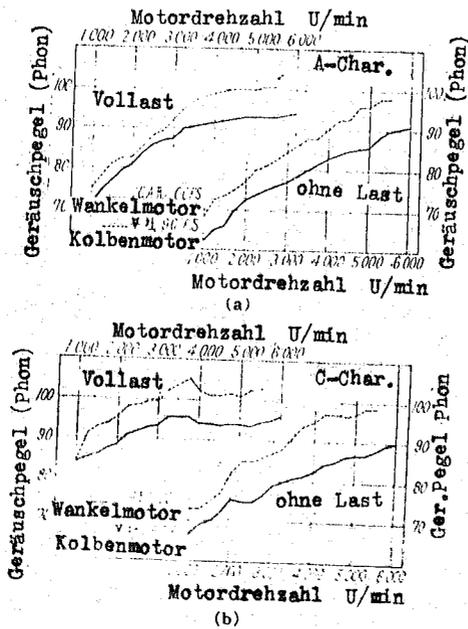


Abb.3 Vergleich der Motorgeräusche

verbessert.

a) Das Läufergehäuse

Im Hinblick auf die Besonderheit der Arbeitsweise dieses Motors ist beim Läufergehäuse die Wärmeabstrahlwirkung besonders wichtig; beim Gießen der Aluminiumlegierung in einer Dauergießform muß die Genauigkeit des Rohmaterialies ausreichend berücksichtigt werden; durch Wärmebehandlung werden die Festigkeit erhöht und Formveränderungen durch Einspannkkräfte oder durch Wärmeeinwirkung verhütet.

Die gekrümmte, die Gleitfläche für die Scheiteldichtungen bildende Trochoidenfläche ist mit einer 0,15mm dicken Hartchromschicht überzogen, welche eine hohe Abriebverschleißfestigkeit und hervorragende Gleiteigenschaften besitzt. Die Bearbeitung der rohen Trochoidenfläche erfolgt durch Fräsen nach einem numerischen Steuerverfahren und die Hartchromüberzugsfläche wird durch Kopierschleifen fertigbearbeitet.

b) Die Seitengehäuse

Als Seitengehäuse werden das vordere und das hintere Seitengehäuse sowie das Zwischengehäuse bezeichnet; diese Seitengehäuse bestehen aus einem Spezialgußeisen von hoher Steifigkeit. Sie werden nach einem der Mengenfertigung angepaßten "shell mould"-Verfahren gegossen, wobei den dünnen Wandstärken besondere Beachtung geschenkt wird.

Die seitlichen Wandflächen des Gehäuses, auf denen die seitlichen Dichtelemente wie etwa die "side seals" gleiten, sind radialstreifenförmig induktiv gehärtet, sie sind so konstruiert, daß sie eine hohe Abriebverschleißfestigkeit besitzen und gleichzeitig gut für die Fertigung geeignet

sind. Die so gehärtete Schicht besitzt gegenüber dem Aluminiumlegierungsmaterial ungefähr die gleiche Abriebverschleißfestigkeit, wie wir sie im Falle eines aufgespritzten Überzugs aus einem hochkohlenstoffhaltigen Stahl gegenüber einer Aluminiumlegierung haben; diese gehärtete Schicht spielt eine große Rolle im Hinblick auf die Verbesserung der Fertigungsmöglichkeiten.

Das Spiel der zum Zusammenspannen der Gehäuseteile dienende Bolzen, sowie die Anordnung der Rippen sind im Hinblick auf die hohen Verbrennungsdrücke, wie wir sie bei einem Kompressionsverhältnis von 9,4 haben, vorgesehen, man hat dabei eine hohe Verspannungssteifigkeit berücksichtigt und so sorgfältig konstruiert, daß man eine mittlere Verspannung erhielt.

3.2 Der Läufer und die Phasenzahnräder

Man hat den in der Abb.5 gezeigten Läufer von dem Gesichtspunkt der Festigkeit bei hohen Drehzahlen oder der Aufrechterhaltung der Maßgenauigkeit der Nuten für die einzelnen Dichtelemente beim Aufnehmen hoher Belastungen betrachtet und deshalb als Material für den Läufer ein schmelzbares Gußeisen gewählt. In der Mitte der einzelnen bogenförmigen seitlichen Umrisse hat man badewannenförmige Vertiefungen als Verbrennungsräume vorgesehen und dabei das Kompressionsverhältnis auf 9,4 eingestellt.

Bei dem 10A-Motor erfolgt die innere Kühlung des Läufers nach einem Ölkühlverfahren, bei welchem ein Teil des Motorschmieröles ausgespritzt und zur Zirkulation gebracht wird; die Form der inneren Luftkammer sowie die Anordnung

der Rippen, denen ein großer Einfluß auf den Kühlölzirkulationswirkungsgrad zukommt, sind deshalb mit besonderer Sorgfalt ausgeführt worden; das Ergebnis ist im Querschnitt in der Abb.6 dargestellt. Die Zirkulation des Innenkühlöles erfolgt derart, daß es während einer Umdrehung des Läufers zweimal zugeführt wird und wieder auströmt, was eine erhebliche Steigerung seiner Wirkung bedeutet.

Die mit dem Buchstaben A gekennzeichneten 3 Durchgangsbohrungen stellen Druckausgleichsbohrungen für die auf die Läuferstirnflächen in Richtung der Läuferachse wirkenden "blow by"-Gase da, sie haben die Aufgabe, zu verhindern, daß die Läuferstirnflächen unmittelbar auf den seitlichen Wandflächen der Seitengehäuse gleiten.

Das die Trochoidenplanetendrehbewegung des Läufers steuernde Phasenzahnradgetriebe ist aus der Kombination eines durch Schrauben im Seitengehäuse befestigten Außenzahnrades ("stationary gear", Modul 1,75, Zähnezahl 34) und eines in der einen seitlichen Stirnfläche des Läufers fest angeordneten Innenzahnrades ("rotor gear", Modul 1,75, Zähnezahl 51) aufgebaut, beide Zahnräder sind aus kohlenstoffhaltigem Maschinenbaustahl hergestellt. In die Mitte des feststehenden Zahnrades ist eine hülsenförmige Hauptlagerbüchse eingesetzt, das andere im Läufer angeordnete Zahnrad ist durch Federstifte im Läufer befestigt, wodurch Platz für die Anordnung der Öldichtung gewonnen und gleichzeitig eine stoßdämpfende Wirkung gegenüber den am Zahnrad angreifenden Kräften erzielt wird.

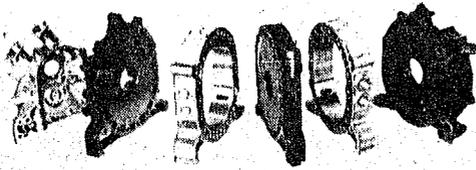


Abb.4 Das Motorgehäuse

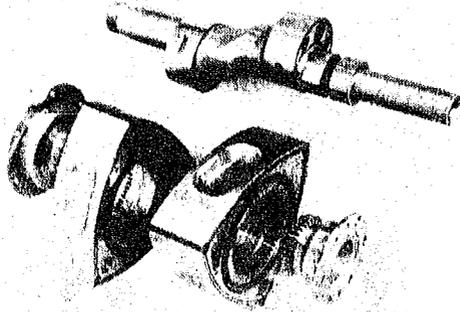


Abb.5 Läufer, Phasengetriebe und Exenterwelle

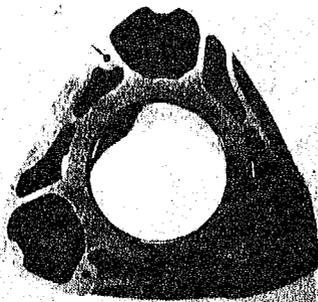


Abb.6 Die Rippenanordnung in den Kühlkammern im Innern des Läufers

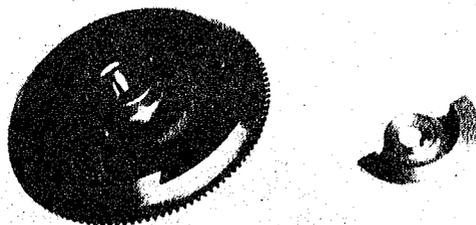


Abb.7 Schwungrad und Gegengewicht

3.3 Die Excenterwelle und der Ausgleich

Hin- und hergehende Massen gibt es beim 10A-Motor überhaupt nicht, dies ist außerordentlich günstig im Hinblick auf die Wellenverformung und auf die Lagerbelastungen, wie man sie sonst im Bereiche der hohen Drehzahlen infolge der nicht ausgeglichenen Trägheit der hin- und hergehenden Masse hat.

Die Excenterwelle, welche ein einziges Gußstück aus legiertem Stahl darstellt, besitzt Excenterringteile, die in den Phasen von 180° vorgesehen sind, und welche die den Läufer tragenden Lager bilden; die Hauptlager haben wir in zwei Unterstützungspunkten, wo die Excenterwelle durch die Lagerbüchsen (Lagerschalen?) der im vorderen und im hinteren Seitengehäuse befestigten festen Zahnräder ("stationary gear") getragen wird, diese Lagerung besitzt eine überaus hohe Steifigkeit.

Sowohl für die Hauptlager wie auch für die Läuferlager hat man induktiv gehärtete dreischichtige cermet-Lagerbüchsen (Lagerschalen?) von hervorragender Dauerfestigkeit und höchster Anspruchslosigkeit hinsichtlich der Wartung verwendet und dadurch die Lebensdauer wesentlich erhöht.

Die Hauptlager haben einen Durchmesser von 43mm und eine Breite von 47mm der Schmierölspielraum beträgt $40 - 70 \mu$. Die beim Ein- und Auskuppeln entstehende Längsbelastung der Welle wird durch ein besonderes Nadellager aufgenommen, das zwischen dem vorderen festen Zahnrad und dem Ausgleichsgewicht vorgesehen ist.

Die Größe des Schwungrades wird dadurch bestimmt, daß man

die Stabilität bei der niedrigen Drehzahl als sehr wichtig betrachtet, man kann hier jedoch das Schwungrad um ein Vielfaches besser ausnützen als bei einem Vierzylindermotor mit hin- und hergehenden Kolben; die Wirksamkeit des Schwungrades gegenüber den Drehmomentschwankungen kommt schon viel eher derjenigen bei einem Sechszylindermotor mit hin- und hergehenden Kolben nahe; das Rotationsträgheitsmoment des Wellensystems ist daher äußerst klein und beträgt $1,6\text{kg-cm-Sek}^2$ einschließlich der Kupplung.

Die dynamische Auswuchtung des einzelnen Läufers wird an der seitlichen Stirnfläche in der Nähe des Scheitels ausgeführt; das gesamte Wellensystem wird, wie man dies aus der Abb.7 erkennen kann, nach der Montage der fächerförmigen Ausgleichsgewichte und des Schwungrades dadurch ausgewuchtet, daß man von außen her Löcher bohrt und so die Unwuchtkräfte kompensiert.

3.4 Die Gasdichtungen und die Öldichtungen

a) Die Gasdichtungen

In den einzelnen Scheitelbereichen des Läufers und in den beiden Seitenflächen sind die Scheiteldichtungen sowie die Seitendichtungen und die Eckendichtungen, deren Aufgabe darin besteht, die Gasdichtheit gegenüber den arbeitenden Gasen aufrecht zu erhalten, unter Zwischenlegung wärmebeständiger leichter Andrückfedern in die jeweils vorgesehenen Nuten eingesetzt.

Von diesen Dichtungen sind es die Scheiteldichtungen, bei denen besonders berücksichtigt werden muß, daß die Flächen, auf denen sie gleiten, eine Hartchromüberzugsschicht darstellen, man hat deshalb für diesen Zweck ein Spezialkohle-

material von 6mm Dicke gewählt. Dieses Spezialkohlematerial ist in Zusammenarbeit mit der Firma Nihon Carbon K.K. eigens für den Kreiskolbenmotor entwickelt worden; da man dieses Material bereits für den Motor des cosmo-Sportwagen angewandt hat, verfügt man zwar schon über umfangreiche praktische Erfahrungen, trotzdem hat man die einzelnen Eigenschaften dieses Materiales einschließlich seiner Festigkeit und seiner Abriebverschleißbeständigkeit weiterhin erhöht. Durch weitgehende Vervollkommnung der NDI (der zerstörungsfreien Materialprüfung) hat man die hohe Qualität dieses Materiales bestätigt gefunden und man hat in inniger Verbindung mit den eigentümlichen Schwingbewegungen entlang dem Scheitelkreisbogen ein gutes Funktionieren der Dichtung zustande gebracht.

Für die mit der bogenförmigen äußeren Umrißlinie des Läufers ungefähr gleichlaufend angeordneten Seitendichtungen hat man eine unter dem Namen "Takalloy" bekannte Gußeisenlegierung von hervorragender Abriebverschleißbeständigkeit verwendet, und dadurch, daß man diese Dichtungen in einer Doppellage, nämlich eine innere und eine äußere Dichtung, angeordnet hat, bekam man eine Labyrinthwirkung, wodurch die Dichtleistung ganz wesentlich erhöht wurde; die Breite der Dichtung beträgt 1mm und ihre Höhe 3,5mm, die Biegsamkeit der Dichtung hat man ausreichend geprüft.

Die Eckendichtungen, welche die Verbindungsdichtung an den Stellen, wo die Seitendichtungen und die Scheiteldichtungen zusammenstoßen bilden, sind aus "Asikura"-Gußeisen von 11mm Durchmesser hergestellt.

b) Die Öldichtungen

Die Öldichtungen haben die Aufgabe, zu verhüten, daß das im Innern des Motors zirkulierende Schmieröl in die Arbeitskammern hineinfließt; diese Öldichtungen sind ebenfalls doppelt gelegt, als innere und als äußere Dichtung angeordnet, die Konstruktion der Öldichtungen ist sehr einfach, indem die Wirkung einer gußeisernen aus einem ringförmigen Stück bestehenden Ringdichtung mit der Wirkung eines O-Ringes aus wärmebeständigem und ölbeständigem Gummi kombiniert wird. Die Ringdichtung besitzt an ihrer der Seitengehäuseleitfläche zugekehrten Seite eine Dichtlippe in der Form einer konischen Kante (taper edge). Wie wir aus der Abb.9 ersehen, gleitet der halbe Umfang des Dichtringes, welcher durch die verlängerte Verbindungslinie zwischen der Läufermitte und der Excenterringmitte bestimmt ist, indem er bei der Drehung des Läufers von einem winzig kleinen Ölfilm des Seitengehäuses getragen wird, glatt dahin, wodurch der Ölfilm für das Seitengehäuse aufrecht erhalten wird, während der andere halbe Umfang den Ölfilm am Seitengehäuse abstreift.

Selbstverständlich hat man bei den Lippen außer der Hartverchromung auch noch die Festlegung des Federdruckes berücksichtigt und man hat sich bemüht, die richtigen Abmessungen für die Lippenbreite aufrecht zu erhalten.

3.5 Die Anordnung der Ansaug- und Auspuffschlitze

Der Hauptgesichtspunkt bei der Anordnung der Schlitze war die besondere Eigenart des Betriebes; als Ansaugschlitze hat man deshalb die in die Seitenwandfläche der Seitengehäuse mündenden Seitenschlitze genommen, während man als

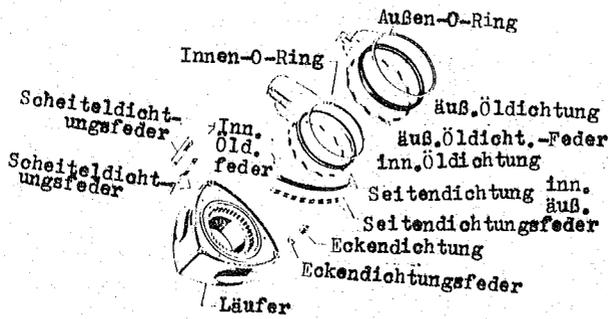


Abb.8 Die Gasdichtung und die Öldichtung

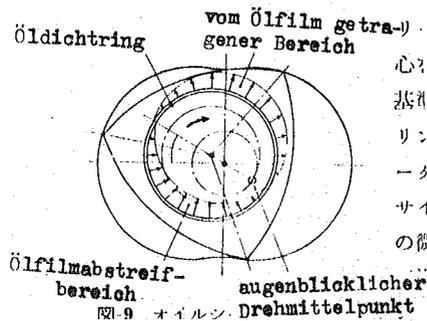


Abb.9 Die Arbeitsweise der Öldichtung

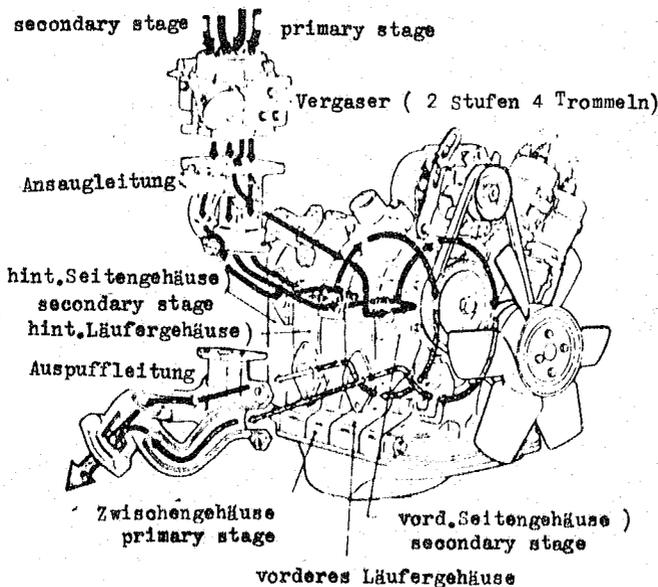


Abb.10 Das Ansaugsystem und das Auspuffsystem

Auspuffschlitze die in die Trochoidenumfangsfläche der Läufergehäuse mündenden peripheren Schlitze nahm.

Dabei waren die Ansaugschlitze gleich wie bei dem Motor des cosmo-Sportwagens, die Luftansaugung erfolgte auf den beiden Seitenflächen des Läufers, der Schlitz auf der einen Seite bildete den primärseitigen Ansaugschlitz für den Betriebsbereich bei niedrigen Drehzahlen und geringen Lasten, während der Schlitz auf der anderen Seite des Läufers den bei hohen Drehzahlen und großen Lasten mit dem primärseitigen Ansaugschlitz zusammen arbeitenden sekundärseitigen Ansaugschlitz bildete.

Die Abb.11 zeigt den Zusammenhang zwischen der Öffnungszeit und der Öffnungsfläche der Ansaug- und Auspuffschlitze des 10A-Motors. Das besonders vorteilhafte Merkmal dieser Anordnung der Ansaug- und Auspuffschlitze besteht darin, daß auch bei den hohen Motordrehzahlen die Öffnungs- und Schließzeiten (timing) immer ganz genau sind, die Öffnungszeiten und die Öffnungsflächen der Ansaugschlitze hat man dadurch erreicht, daß man den großen Durchmesser der Ansaugschlitze das ungefähr 3,6-fache dessen der Auspuffschlitze gab und daß man auf diese Weise eine außerordentlich kleine Schlitzüberlappung von nur 3 Grad erhielt; man konnte eine Vervollkommnung der Leistung bei den niedrigen Drehzahlen erreichen, ohne daß man in irgend einer Weise etwas von dem Ansaugwirkungsgrad bei den hohen Drehzahlen opferte.

3.6 Die Ansaugleitung und die Auspuffleitung

Die Ansaugleitung ist aus Aluminium gegossen, genau so wie

beim Vergaser haben wir auch hier das System der gesonderten Ausbildung für jeden einzelnen Zylinder, für jedes einzelne Arbeitsstadium, so daß wir eine außerordentlich einfache Form bekommen haben. Bei dieser Ansaugleitung braucht jedoch eine Kraftstoffverteilungscharakteristik überhaupt nicht berücksichtigt zu werden. Man erhält einen ganz beachtlichen Ansaugwirkungsgrad, der Widerstand in der Ansaugleitung ist nur ganz geringfügig und bei der Bestimmung der Länge der Ansaugleitung hat man vor allem mit der Trägheitswirkung gerechnet.

Am unteren Teile des primärseitigen Abzweiges ist ein durch die Auspuffgase geheizter "riser" vorgesehen, man hat besondere Sorgfalt darauf verwendet, eine schnelle Aufwärmung zu bekommen und dadurch hinsichtlich der Fahreigenschaften und auch hinsichtlich der Kraftstoffwirtschaftlichkeit gute Ergebnisse zu erzielen.

Die Auspuffleitung ist aus Gußeisen hergestellt und in der Doppelbauart (dual type) ausgeführt. Für ihre Form waren die Gesichtspunkte der Verringerung der Auspuffgeräusche, die wärmebedingten Formveränderungen usw. maßgebend.

3.7 Der Vergaser

Der Vergaser, ein Erzeugnis der Firma Hitachi Seisakusho vom Typ KCB-306, ist ein Zwei-Stufen-Vier-Trommel-Vergaser, bei dem man die ursprüngliche Bauart als Zenit-Stromberg-Vergaser genommen hat. Die Abb.13 zeigt das Vergasersystem.

Das besondere Merkmal dieses Vergasers besteht darin, daß ein Vergaser die Funktion zweier selbständiger Vergaser übernimmt und daß man deshalb bei dem einen Vergaser die

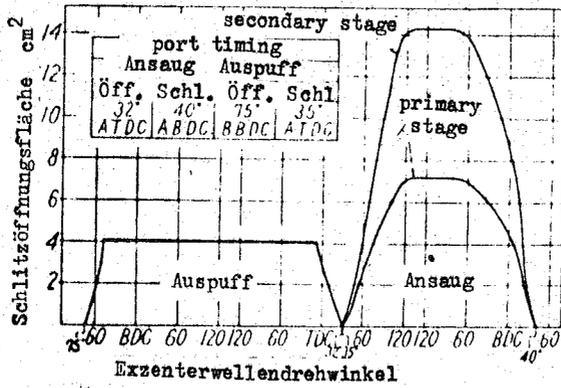


Abb. 11 Die Öffnungszeiten und die Öffnungsflächen der Ansaugschlitze und der Auspuffschlitze

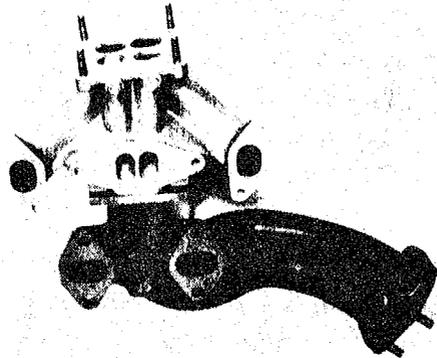


Abb. 12 Die Ansaugleitung und die Auspuffleitung

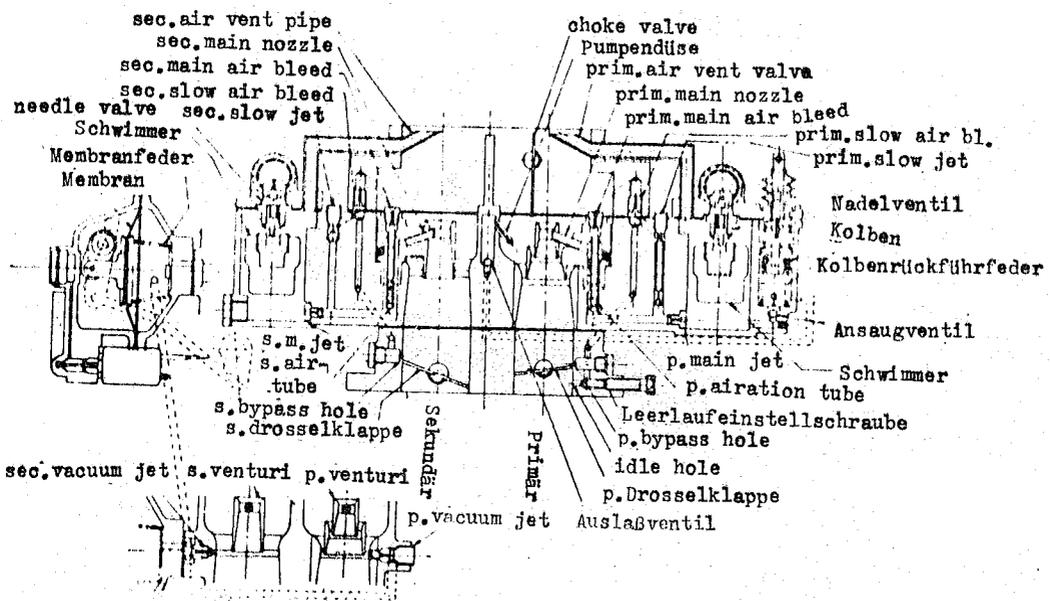


Abb. 13 Das Vergasersystem

gleiche Wirkung erzielt, wie wenn man für jeden einzelnen Zylinder einen Duplexvergaser anordnet, und ohne daß man eine Ansaugluftinterferenz zwischen benachbarten Zylindern hat, kann man über einen weiten Betriebsbereich mit gutem Ausgleich den Ansaugwirkungsgrad steigern. Bei dem KCB-Vergaser ist vorne und hinten eine Schwimmerkammer vorgesehen und man hat die größte Sorgfalt darauf verwendet, eine gleichmäßige Kraftstoffverteilung im Innern des Vergasers zu gewährleisten und die Schwankungen des Kraftstoffspiegels beim plötzlichen Beschleunigen oder Verzögern sowie bei plötzlicher Kurvenfahrt gering zu halten. Die Leerlaufeinstellung wird mit einer Leerlaufeinstellschraube auf einfache Weise ausgeführt, man hat dadurch erreicht, daß die Leerlaufeinstellung erleichtert ist und daß man den CO-Gehalt der Auspuffgase beim Leerlauf verringern konnte.

Die gesamte Höhe des Vergasers beträgt 113mm, sein Durchmesser 88mm. Man hat die Stabilisationsfähigkeit des Vergasers bei den niedrigen Drehzahlen berücksichtigt, die primärseitige Drosselbohrung hat einen Durchmesser von 26mm, die Venturidurchmesser sind mit 21-13-6,5mm verhältnismäßig klein. Die sekundärseitige Drosselbohrung hat einen Durchmesser von 30 mm, und mit den Venturidurchmessern 28 und 10 mm hat man einen geringen Widerstand, und eine Leistungssteigerung bei den hohen Drehzahlen eingeplant.

Bei der Koppelung der primärseitigen und der sekundärseitigen Drosselklappe wird ein mit dem Venturi-Unterdruck

arbeitendes Verfahren, das sogenannte "boost control"-Verfahren angewandt. Der Durchmesser der Unterdruckentnahmeöffnung beträgt primärseitig 1,2mm und sekundärseitig 1,0 mm. Im Vergleich mit dem mit Gegengewichten arbeitenden Sekundärdrosselklappenbetätigungssystem ist die Übergangscharakteristik der primärseitigen und der sekundärseitigen Verbindung außerordentlich gut.

Für die Anlaufdrosselung hat man unter Berücksichtigung der Betriebszuverlässigkeit des Systemes die Handbetätigung genommen.

Die Beschleunigungspumpe arbeitet mit einem Kolben, der mit der primärseitigen Drosselklappe gekuppelt ist, für die Kraftstoffeinspritzmenge hat man für den Sommer und den Winter und für die dazwischenliegende Zeit insgesamt 4 Stufen gewählt.

Die Kraftstoffpumpe ist eine von der Firma Mitsubishi Denki hergestellte elektrische Pumpe vom Typ UC-D 7; mit Rücksicht auf die Wärmeverluste und auf die Betätigungsgeräusche hat man diese Kraftstoffpumpe in der Nähe des Kraftstofftankes angebracht.

Das Kraftstofffilter ist ein Patronenfilter, das Filterelement und das aus Nylon hergestellte Gehäuse sind als ein Stück ausgeführt, es muß nach 18000km ausgewechselt werden.

3.8 Das Luftfilter

Das Element des Luftfilters ist ein Trockenpapierelement, die Filterfläche beträgt $0,67\text{m}^2$, auf die Wahl des Volumens

des der Dämpfung der Ansauggeräusche dienenden "silencer" hat man die größte Sorgfalt verwendet.

Um beim Starten während der Winterzeit das Aufwärmen zu erleichtern, wird die Wärme der Auspuffgase benützt und man hat für diese Warmluftansaugung ein Umschaltventil und eine Leitung vorgesehen.

Die "blow by"-Behandlung erfolgt in einem vollständig abgeschlossenen System, in welchem die Luft durch einen im Innern des Zwischengehäuses eingebauten Ölabscheider in das Luftfilter und auf die Reinluftseite geblasen wird.

3.9 Das Schmiersystem

Bei dem 10A-Motor erfolgt eine Schmierölauführung in der Hauptsache zu den einzelnen Lagern und zum Innern des Läufers, sowie zu den Getriebeteilen des Hilfsmaschinenantriebes und zu den Scheiteldichtungsgleitflächen. Das Schmiersystem ist in der Abb.14 dargestellt.

Die Hauptölpumpe ist eine Trochoidenzahnradschlepppumpe, die aus einem gegossenen Aluminiumgehäuse und gesinterten Zahnrädern besteht; man hat ein System mit zwei getrennten Läufern gewählt, welche die Möglichkeit bieten, die Schwankungen des Druckes in der Ölleitung wesentlich abzuschwächen und zu reduzieren. Der einregulierte Druck beträgt 5kg/cm^2 .

Da das Schmieröl auch für die Kühlung der Läufer verwendet wird, hat man einen vollständig aus Aluminium bestehenden mit gewellten Rippen versehenen Ölkühler angeordnet, und man hat ein Thermoventil vorgesehen, durch welches die den Ölkühler durchlaufende Ölmenge je nach der Öltemperatur

gesteuert wird.

Das Ölfilter ist ein Vollstrompapierelementfilter der Patronenbauart. Das durch das Filter hindurch gegangene Schmieröl passiert das Hauptgetriebe des Gehäuses und schmiert die vorderen und die hinteren Hauptlager, von den Ölnuten des vorderseitigen Hauptlagers gelangt das Schmieröl in die Ölbohrungen des mittleren Teiles der Excenterwelle und schmiert die einzelnen Läuferlager, hierauf wird es in den Hohlraum im Innern des Läufers ausgespritzt und bewirkt so die Kühlung des Läufers.

Die Ölzuführung zu den Scheiteldichtungsgleitflächen erfolgt dadurch, daß das von dem Hauptgetriebe abgezweigte Schmieröl mit Hilfe einer kleinen Zumesspumpe, die durch eine Schnecke angetrieben wird und deren Kolbenhub verändert werden kann, nach Maßgabe der Motordrehzahl und der Belastung zugemessen wird, wobei die Druckförderung vor die primärseitige Drosselklappe des Vergasers erfolgt, so daß das Schmieröl mit dem Strom der angesaugten Gase vermischt und ganz fein zerstäubt wird, so daß wir also das sogenannte aufgeteilte Ölbindungssystem (?) haben.

Diese zugemessenen Ölmengen können entsprechend den Hauptbetriebsbedingungen geregelt werden.

Die Abb.16 zeigt einige Beispiele der charakteristischen Werte des Mischungsverhältnisses des zugemessenen Öles mit dem Kraftstoff bei stationärer Fahrt und bei Fahrt bei vollständig geöffneter Drpsselklappe.

In der Ölwanne ist eine "buffer plate" (?) vorgesehen,

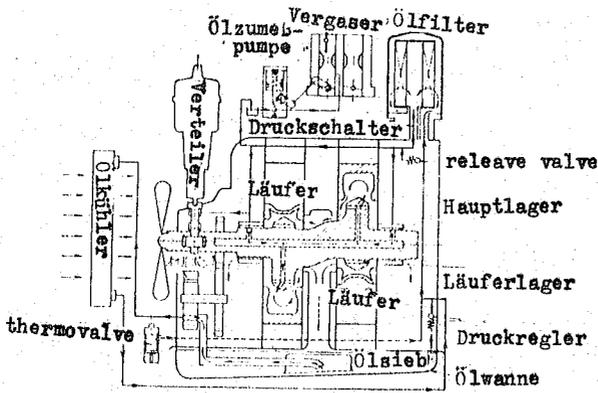


Abb.14 Das Schmiersystem

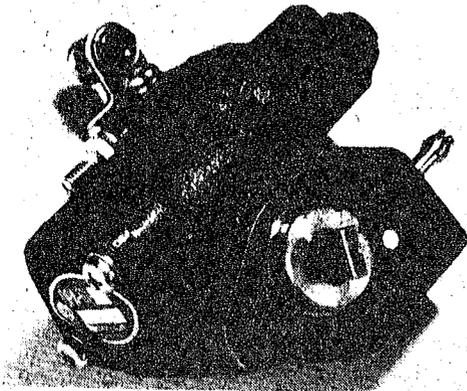


Abb.15 Die Ölzumeßpumpe

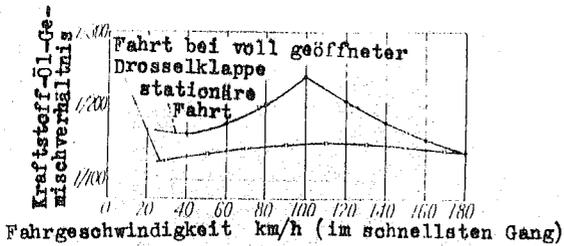
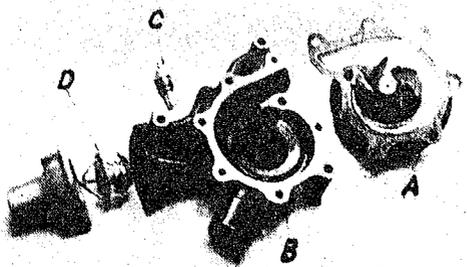


Abb.16 Die Ölzumeßfördercharakteristik



- A : Pumpendeckel
- B : Pumpengehäuse
- C : heat gauge unit
- D : Thermostat

Abb.17 Die Wasserpumpe

welche verhindern soll, daß beim plötzlichen Beschleunigen oder Verzögern und bei plötzlicher Kurvenfahrt das Öl zur Seite kippt, das Ölvolumen beträgt 4 l.

3.10 Das Kühlsystem

Die Wasserpumpe ist von der Strudelradbauart mit einem sechsflügeligen Strudelrad von 65mm Durchmesser (Abb.17).

Der Kühlventilator besitzt die übliche Ausführung mit einer vierflügeligen Stahlblechventilatorrad von 350 mm Durchmesser; für den Fall des Vorhandenseins eines Wagenkühlers kann nach Belieben ein siebenflügeliger Ventilator aus Polypropylen gewählt werden. Alle diese Kühlventilatoren sind über eine drehmomentbegrenzende Kupplung mit dem vorderen Ende der Excenterwelle verbunden, und deshalb kann man in der Mitte des Kühlerkernes eine Kühlung von gutem Wirkungsgrad erzielen, und zudem wird hierdurch ein nennenswerter Beitrag zur Verringerung der Leistungsverluste und zur Verringerung der Geräusche bei den hohen Drehzahlen geleistet.

Bei dem Kühler handelt es sich um einen unter Druck arbeitenden hermetisch abgeschlossenen Querstromkühler, welcher ausreichende Gewähr dafür bietet, daß selbst unter ganz schweren Bedingungen wie etwa bei der Fahrt auf langen Steigungen im Sommer oder im Stadtverkehr mit einem häufigen Anfahren und Anhalten keine Überhitzung des Motors eintritt.

Die Abb.19 zeigt die Kühlwasserzirkulationsbahn des Motorgehäuses. Die Besonderheit der Motorkonstruktion bringt es mit sich, daß die Zirkulationskanäle für das durch das Gehäuse hindurch strömende Kühlwasser ein ganz eigenartiges

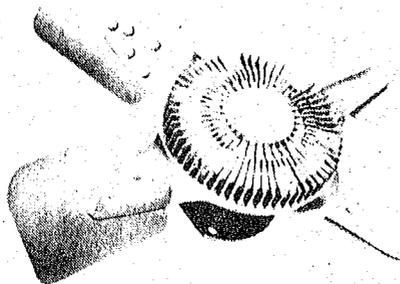


Abb.18 Der mit einer Flüssigkeitskupplung ausgerüstete Kühlventilator

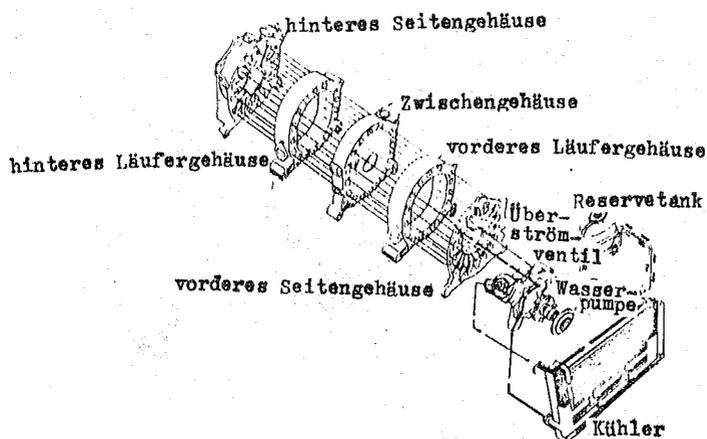


Abb.19 Das Kühlsystem

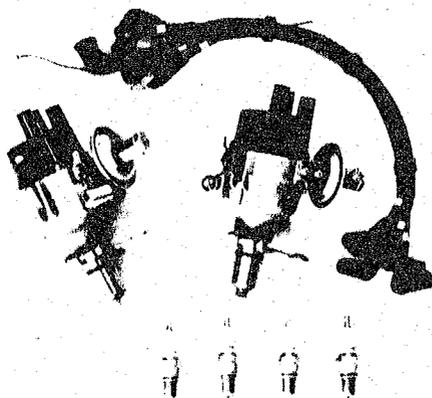


Abb.20 Verteiler, Zündkerzen und Hochspannungskabel

System darstellen, bei welchem die in axialer Richtung verlaufenden Kühlwasserströme mit allem Nachdruck, insbesondere die Hochtemperaturteile und zudem auch das ganze Gehäuse mit gutem Ausgleich kühlen. Das Kühlwasser durchströmt zunächst den rechten halben Umfang des Gehäuses von vorne bis hinten und wird dann an der Gehäuserückseite zum linken halben Umfang umgelenkt und zurückgeleitet. Dieser Kühlwassermantel ist selbstverständlich durch die je nach der Wärmebelastungsverteilung mehr oder weniger eng berechnete Anordnung von Rippen unterteilt, so daß bei allen Betriebsbedingungen eine hervorragende Kühlwirkung gewährleistet ist.

3.11 Das Zündsystem

Die Zündkerzen sind zu beiden Seiten der kurzen Trochoidenachse des Läufergehäuses angeordnet und zwar die "leading"-Kerze (L-Kerze) 18mm von der kurzen Achse entfernt auf der in Läuferdrehrichtung vorseilenden Seite, und die "trailing"-Kerze (T-Kerze) 30 mm von der kurzen Achse entfernt auf der in Läuferdrehrichtung nacheilenden Seite, beide in gleicher Höhe. Wir haben hier also das sogenannte **Zwei-Zündkerzensystem**. Der Durchmesser der Durchlassöffnung welche den Elektrodenraum mit der Trochoidenoberfläche verbindet, beträgt auf der Seite der T-Kerze 4,2mm und auf der Seite der L-Kerze 12,4mm.

Die Abmessungen und die Wärmewerte der beiden auf jeweils einen Läufer entfallenden Zündkerzen sind gleich; die Kerzen sind eigens für den Kreiskolbenmotor entwickelt worden, es sind besonders lange (long reach type) 14mm-

Kerzen; diese Kerzen werden über die Hauptbetriebsbereiche aufgeteilt so angewandt, daß wir normalerweise die NGK-Kerze B-8 EE oder die Denso-Kerze W25 EG verwenden, während für besonders hohe Drehzahlen und hohe Lasten die NGK-Kerze B-9 EPD bzw. die Denso-Kerze W27 EptA vorgesehen sind.

Die Abb.21 zeigt eine schematische Darstellung des Zündsystems. Da die einzelnen Zündkerzen der T-Seite und der L-Seite verschiedene Zündvorstellwinkel besitzen, so hat man für diese Kerzen getrennte Zündkreise angeordnet und mit Hilfe von zwei Verteilern beherrscht man die Änderung der Betriebsbedingungen über einen weiten Bereich.

Die Zündeneinstellung im Leerlauf bei 700 U/min beträgt im Falle der Verwendung gewöhnlichen Benzins 5° nach der oberen Totpunktlage auf der "trailing"-Seite und genau in der oberen Totpunktlage (0°) auf der "leading"-Seite; beide Zündzeitpunkte können sehr leicht mit Hilfe der auf der Keilriemenscheibe am vorderen Ende der Excenterwelle eingravierten Zündeneinstellmarken eingestellt werden.

Bei den Zündspulen hat man auf kleine Abmessungen und geringes Gewicht Wert gelegt, als Hochspannungskabel hat man mit Rücksicht auf die Rundfunkentstörung durchweg Hochspannungswiderstandskabel verwendet.

Der Anlasser ist ein von der Firma Mitsubishi Denki hergestellter 1 kW Motor mit magnetischer Eingriffbetätigung, den man so angebracht hat, daß man im Wageninnern einen möglichst großen Raum für die Beine bekam; durch Kombi-

nation dieses Anlassers mit einem Zahnraduntersetzungsgetriebe (Untersetzungsverhältnis 2,55) hat man eine Erhöhung des Anlaßdrehmomentes erreicht (Abb.22).

Als Lichtmaschine hat man einen 360 W-Wechselstromgenerator mit guter Anpassungsfähigkeit, der durch einen schwach konischen Keilriemen niedrigen Abriebverschleißes angetrieben wird.

3.12 Die Drehzahlüberschreitungswarneinrichtung

Bei dem 10A-Motor gibt es kaum irgendwelche Faktoren, welche von außen her einer Erhöhung der Drehzahl von vornherein im Wege stehen, wie etwa die Motorgeräusche oder das Geräusch eines Ventilbetätigungsmechanismus, da dieser Motor zudem eine ganz hervorragende Drehzahlanstiegscharakteristik besitzt, so muß damit gerechnet werden, daß er besonders leicht der Gefahr einer sich über lange Zeit hin erstreckenden Überdrehzahl bei schweren Lastbedingungen ausgesetzt ist. Es ist ganz klar, daß man nicht behaupten kann dieser Motor habe bei hohen Drehzahlen und schwerer Belastung eine ausreichend lange Lebensdauer und ein häufiger und kontinuierlicher Betrieb des Motors unter Überlast ist natürlich nicht wünschenswert; auf Grund dieser Überlegungen hat man, um alle möglichen Störungen, die von übermäßig großen Drehzahlen und Lasten herrühren können, zu verhüten, in diesen Motor eine Überdrehzahlwarneinrichtung eingebaut.

Diese Einrichtung besteht aus einer Kombination eines Warnsummers mit einer Verschlußvorrichtung für die sekundärseitige Drosselklappe des Vergasers, der prinzipielle

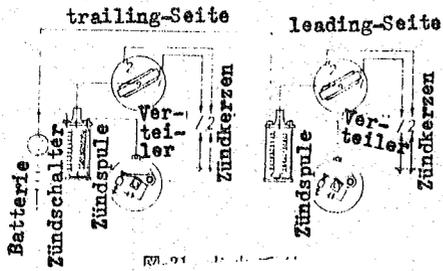


Abb.21 Das Zündsystem

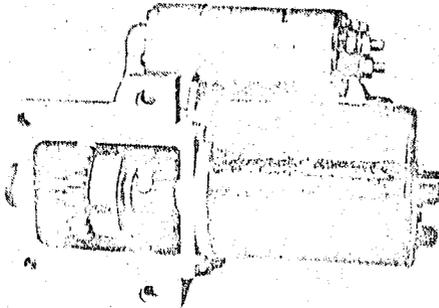


Abb.22 Der Anlassermotor (mit Untersetzungsgetriebe)

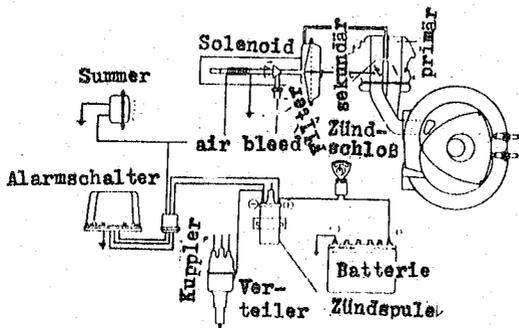


Abb.23 Die Einrichtung zur Verhütung von Überdrehzahlen

Aufbau dieser Einrichtung ist in der Abb.23 dargestellt.

Bei einer Motordrehzahl von 7100 ± 200 U/min wird ein Alarmschalter betätigt, und ein Summeralarmgeräusch erzeugt. Wenn bei hoher Belastung bei geöffneter Sekundärdrosselklappe der Vergaser die Motordrehzahl 7100 ± 200 U/min erreicht, wird bei Betätigung des Alarmschalters gleichzeitig mit dem Summeralarmgeräusch ein Solenoid in Tätigkeit gesetzt und die Sekundärdrosselklappe des Vergasers wird geschlossen, wodurch die zugeführte Gasmischmenge reduziert und der Drehzahlanstieg unterdrückt wird.

4. Schlußwort

Wir haben im vorstehenden Aufsatz einen Überblick über den 10A-Motor gegeben, der in den "Familia-Rotary-Coupé" eingebaut ist. Wir haben für den Kraftfahrzeugmotor, an dessen Betriebscharakteristik immer weitergehende Anforderungen gestellt werden, Untersuchungen der Leistungskennlinien, der Füllung, der Betriebszuverlässigkeit und der Wirtschaftlichkeit durchgeführt und es ist unser Wunsch, unsere bisherigen großen Anstrengungen auch weiterhin fortzusetzen mit dem Ziel in großer Zahl Motoren herzustellen, die der internationalen Konkurrenz gewachsen sind.