

12 EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 79200119.0

51 Int. Cl.²: F 04 C 1/08
 F 16 H 57/02

22 Anmeldetag: 09.03.79

30 Priorität: 10.03.78 DE 2810563

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 19.08.79 Patentblatt 79/19

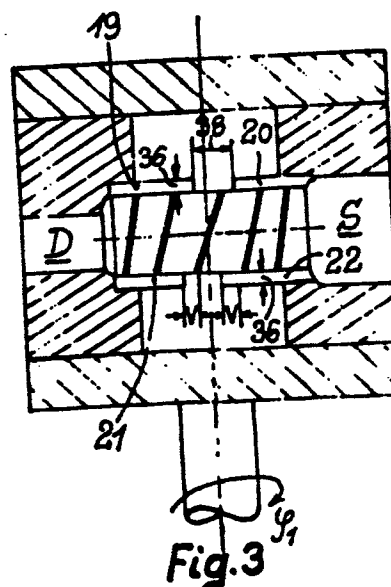
54 Benannte Vertragsstaaten:
 CH FR GB IT NL SE

71 Anmelder: Korse, Theodorus Henricus
 De Hazelaar 111
 NL-6903 BD Zevenaar(NL)

72 Erfinder: Korse, Theodorus Henricus
 De Hazelaar 111
 NL-6903 BD Zevenaar(NL)

54 Zahnradmaschine mit Mitteln zur Entlastung der Quetschfähigkeit.

57 Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) mit im Auseingriff oder Inneneingriff kämmenden schrägverzahnten Zahnradern (11,16), deren Wellen in Gehäuse und/oder Gehäusedeckel oder in im Gehäuse angeordneten Lagerkörpern drehbar gelagert sind, wobei im Eingriffsbereich an den den Zahnradern zugewandten Seitenflächen Ausnehmungen ausgebildet sind, von denen die druckraumseitigen Ausnehmungen mit dem Druckraum und die saugraumseitigen Ausnehmungen mit dem Saugraum verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass die druckraumseitige und saugraumseitige Ausnehmung (19,20 oder 56,58) an der voreilenden Stirnseite (17 bzw. 63) der Schrägverzahnung aus der Symmetrielage zum Pol (P) um eine Distanz ($V/2$) quer zur Verbindungslinie der zwei Mittelpunkte (M_1M_2) der Zahnräder (11,16) in Richtung Saugraum verschoben ist, und dass die druckraumseitige und saugraumseitige Ausnehmung (21,22 oder 55,57) an der nacheilenden Stirnseite (18 bzw. 61) der Schrägverzahnung aus der Symmetrielage zum Pol (P) um eine gleich grosse Distanz ($V/2$) quer zur Verbindungslinie der zwei Mittelpunkte (M_1M_2) in Richtung Druckraum verschoben ist.



EP 0 004 120 A2

BEZEICHNUNG GEÄNDERT
siehe Titelseite

Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor)

- 1 Die Erfindung betrifft eine Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) mit im Ausseneingriff oder Inneneingriff kämmenden schrägverzahnten Zahnrädern, deren Wellen in Gehäuse und/oder Gehäusedeckel oder in im Gehäuse angeordneten Lagerkörpern drehbar gelagert sind, wobei im Eingriffsbereich an den den Zahnrädern zugewandten Seitenflächen, also in der Gehäusewand und/oder Gehäusedeckel oder in den Lagerkörpern, Ausnehmungen ausgebildet sind, von denen die druckraumseitigen Ausnehmungen mit dem Druckraum und die saugraumseitigen Ausnehmungen mit dem Saugraum verbunden sind. Die druckraumseitige und die saugraumseitige Ausnehmung in einer den Zahnrädern zugewandten Seitenfläche sind durch einen Steg bestimmter Breite voneinander getrennt.
- 10
- 15 Bekannte Zahnradmaschinen dieser Art mit Geradverzahnung haben den Nachteil, dass der im Eingriffsbereich der Verzahnung gebildete Quetschölraum sein Volumen sehr schnell ändert, wodurch die Druckflüssigkeit durch die verhältnismässig kleinen Ausquetschflächen der Ausnehmungen den
- 20 Quetschölraum schwierig einströmen und auch wieder aus ihm ausströmen kann. Die Druckflüssigkeit in diesem Quetschölraum

- 1 wird trotz eventueller theoretisch richtig dimensionierter Ausnehmungen stark gequetscht und dekomprimiert, was Druckpulsationen, Kavitation und Geräusche zur Folge hat.
- 5 Dies kann bei der meistens verwendeten Geradverzahnung schwierig vermieden werden, weil die Größe der Ausquetschfläche als Funktion des Verdrehungswinkels des treibenden Rades nicht größer sein kann als im Fall von optimal ausgelegten Ausnehmungen, d.h. Ausnehmungen, die etwa symmetrisch
- 10 zum Pol im Eingriffsbereich möglichst an beiden Stirnseiten der Verzahnung angeordnet sind.

Bei einer bekannten Zahnradmaschine wird zur Erreichung einer stark verminderten Förderstromschwankung und Drehmomentschwankung ein Flankenspiel von null oder nahezu null angestrebt. Dabei wird unter null oder nahezu null ein Flankenspiel verstanden, das geringer als das übliche Flankenspiel von z.B. 0,3 mm ist. Dies wird dadurch erreicht, daß bei dieser Geradverzahnung ohne oder nahezu

20 ohne Flankenspiel die Stegbreite zwischen der druckraumseitigen und saugraumseitigen Ausnehmung - verglichen mit der der gleichen Verzahnung mit Flankenspiel - auf den halben Wert reduziert wird. Noch stärker als bei einer Zahnradmaschine mit Flankenspiel tritt hier das Problem der

25 Quetschung der Druckflüssigkeit und der Kavitation in einer eingeschlossenen Zahnücke auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Zahnradmaschine der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der

30 die zur Verfügung stehenden Ausquetschflächen so groß

- 1 sind, daß die Druckflüssigkeit ohne Quetschung oder Kavitationsgefahr in den Quetschölraum einströmen und auch wieder aus ihm ausströmen kann.
- 5 Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß die druckraumseitige und saugraumseitige Ausnehmung an der voreilenden Stirnseite der Schrägverzahnung aus der Symmetrielage zum Pol um eine Distanz $\frac{V}{2}$ quer zur Verbindungslinie der zwei Mittel-
- 10 punkte der Zahnräder in Richtung Saugraum verschoben ist und daß die druckraumseitige und saugraumseitige Ausnehmung an der nacheilenden Stirnseite der Schrägverzahnung aus der Symmetrielage zum Pol um eine gleich große Distanz $\frac{V}{2}$ quer zur Verbindungslinie der
- 15 zwei Mittelpunkte der Zahnräder in Richtung Druckraum verschoben ist. Die druckraumseitige und die saugraumseitige Ausnehmung an der voreilenden Stirnseite der Schrägverzahnung sind also gegenüber der druckraumseitigen bzw. der saugraumseitigen Ausneh-
- 20 mung an der nacheilenden Stirnseite der Schrägverzahnung um eine Distanz V in saugraumseitiger Richtung versetzt.
- Die Stegbreite ist gegenüber derjenigen der ver-
- 25 gleichbaren Geradverzahnung gleichen Stirnschnittes unverändert. Die Größe der Verschiebung der Ausnehmungen ist unabhängig davon, ob ein Flankenspiel vorhanden ist oder nicht.
- 30 Der mit der Erfindung erzielbare technische Fortschritt

- 1 beruht auf mehreren Vorteilen. Insbesondere sind
gegenüber der vergleichbaren Geradverzahnung die
zur Verfügung stehenden Ausquetschflächen der Aus-
nehmungen wesentlich größer und kann auch über die
5 Spalte der teilweise außerhalb des mechanischen
Eingriffsbereiches liegenden Zahnflanken Druckflüs-
sigkeit in den Quetschölraum einströmen und auch
wieder aus ihm ausströmen. Nur durch diesen erfin-
dungsgemäßen Vorteil ist es möglich, daß der Ver-
10 drängungsvorgang ungestört stattfinden kann, die
theoretische Förderstromschwankung minimal ist und
die Druckflüssigkeit ohne die Gefahr einer Quetschung
oder Kavitation in die eingeschlossene Zahnücke unge-
stört hinein oder aus ihr heraus fließen kann. Da
15 bei dieser erfindungsgemäßen Zahnradmaschine nicht
nur die hydraulischen Geräusche, sondern auch die
mechanischen Geräusche geringer sind, weist die Zahn-
radmaschine bei einem geringen technischen Aufwand
einen sehr niedrigen Schalldruckpegel auf, d.h. ver-
20 glichen mit einer bekannten Zahnradmaschine gleich
großen Förderstroms, kann bei der Zahnradmaschine
gemäß der Erfindung bei gleichem Schalldruckpegel die
Drehzahl höher und das Hubvolumen kleiner sein.
- 25 Da die theoretische Förderstromschwankung einer
schrägverzahnten und einer vergleichbaren geradver-
zahnten Zahnradmaschine ungefähr gleich ist, ist
auch die durch diese theoretische Förderstromschw-
kung verursachte Druckpulsation für beide Zahnrad-
30 maschinen ungefähr gleich groß.

1 Die Erfindung ist in der Zeichnung an mehreren Ausführungsbeispielen veranschaulicht. Es zeigen:

- Fig. 1 den Schnitt I-I der Zahnradmaschine
5 nach Fig. 2,
Fig. 1a den Längsschnitt durch eine abgewandelte Ausführungsform der Erfindung,
Fig. 2 den Schnitt II-II aus Fig. 1,
Fig. 3 den Schnitt III-III aus Fig. 2,
10 Fig. 4 die Ausnehmungen für eine Schrägverzahnung mit Flankenspiel,
Fig. 5 die Ausquetschfläche einer mit der Schrägverzahnung nach Fig. 4 vergleichbaren Geradverzahnung mit Flankenspiel bei einem
15 bestimmten Verdrehungswinkel φ_1 ,
Fig. 6 die Ausquetschfläche einer Schrägverzahnung nach Fig. 4 für denselben Verdrehungswinkel φ_1 nach Fig. 5,
Fig. 7 eine abgewandelte Ausführungsform für die
20 Ausnehmungen (bei einer Schrägverzahnung mit Flankenspiel), konform Fig. 4,
Fig. 8 eine mit der Schrägverzahnung nach Fig. 9 vergleichbare Geradverzahnung ohne Flankenspiel,
Fig. 9 spiel, die Ausnehmungen für eine Schrägverzahnung ohne oder nahezu ohne Flankenspiel,
25 Fig. 10 den Schnitt III-III aus Fig. 2, jedoch bei einer Zahnradmaschine ohne oder nahezu ohne Flankenspiel,
Fig. 11 eine abgewandelte Ausführungsform für die
30 Ausnehmungen an der hinteren voreilenden Stirnseite einer Schrägverzahnung ohne

- 1 Flankenspiel und
Fig. 12 die Ausführungsform nach Fig. 11 mit den
Ausnehmungen an der vorderen nacheilenden
Stirnseite.

5.
Die Zahnradmaschine nach den Figuren 1 bis 3 hat ein
Gehäuse 1, das beidseitig durch Gehäusedeckel 2 und 3
verschlossen ist. Das Gehäuse 1 hat eine durchgehende
Gehäuseöffnung 4, die durch zwei sich überschneidende
10 Bohrungen 5 und 6 gebildet ist. Die Gehäuseöffnung 4
hat dadurch etwa die Form einer Acht. In der Bohrung 5
sind zwei Lagerkörper 7 und 8 angeordnet, in deren Lager-
bohrungen 9 bzw. 10 ein treibendes Zahnrad 11 drehbar
gelagert ist. Ebenso sind in der Bohrung 6 zwei Lager-
15 körper 12 und 13 angeordnet, in deren Lagerbohrungen
14 und 15 das getriebene Zahnrad 16 drehbar gelagert
ist.

- Die Zahnradmaschine nach Fig. 1a besteht aus einem
20 Gehäuse 1a mit nur einem Gehäusedeckel 2a. Die Zahn-
räder 11 und 16 sind mit ihren Wellen unmittelbar
im Gehäuse 1a bzw. im Gehäusedeckel 2a drehbar gela-
gert.

- 25 Das treibende Zahnrad 11 hat rechtssteigende Zähne;
das getriebene Zahnrad 16 hat linkssteigende Zähne.
Das treibende Zahnrad 11 ist im Uhrzeigersinn ange-
trieben. In den Lagerkörpern 7 und 12 an der voreilenden
Stirnseite 17 der Schrägverzahnung und in den Lager-
30 körpern 8 und 13 an der nacheilenden Stirnseite 18 der
Schrägverzahnung sind zur Erreichung einer maximalen
Ausquetschfläche und einer minimalen Förderstrom-

- 1 schwankung Ausnehmungen 19, 20, 21, 22 so angebracht,
daß bei abnehmendem Volumen der eingeschlossenen Zahn-
lücke die eingeschlossene Zahnfläche über die um eine
Distanz V zueinander verschobenen druckraumseitigen
5 Ausnehmungen 19 und 21 mit dem Druckraum D verbunden
ist, und daß bei zunehmendem Volumen der eingeschlossenen
Zahnfläche die eingeschlossene Zahnfläche über die um
eine Distanz V zueinander verschobenen saugraumseitigen
Ausnehmungen 20 und 22 mit dem Saugraum S verbunden ist.

10

- Da bei abnehmendem Volumen der eingeschlossenen Zahn-
lücke die Fläche der eingeschlossenen Zahnfläche in
Radmitte kleiner wird und bei zunehmendem Volumen der
eingeschlossenen Zahnfläche die Fläche der eingeschlos-
15 senen Zahnfläche in Radmitte größer wird, kann ganz
genau bestimmt werden, für welchen Verdrehungswinkel φ_1
des treibenden Zahnrades 11 die eingeschlossene Zahn-
lücke ihr kleinstes Volumen erreicht und wann der so-
genannte Druckumsteuervorgang stattfinden muß.

20

- Aus Fig. 4 ist für eine Schrägverzahnung mit Flanken-
spiel angegeben, wie die Ausnehmungen 19 bis 22 kon-
zipiert sind; Der Achsenabstand reicht vom Mittelpunkt
 M_1 des treibenden schrägverzahnten Zahnrades 11 mit
25 rechtssteigenden Zähnen bis zum Mittelpunkt M_2 des ge-
triebenen schrägverzahnten Zahnrades 16 mit linksstei-
genden Zähnen. Auf der Mitte der Verbindungslinie von
 M_1 mit M_2 liegt der Pol P. Die dünne durchgezogene
Linie 23 folgt den Konturen der Verzahnung an der vor-
deren nacheilenden

- 1 Stirnseite 18 der Schrägverzahnung. Die dünne strich-
punktiierte Linie 24 folgt der Kontur der Verzahnung
an der hinteren voreilenden Stirnseite 17 der Schräg-
verzahnung. Die dicke Linie 25 stellt die Kontur der
5 Schrägverzahnung in Radmitte dar. Die Schrägverzahnung
ist für die Position gezeichnet, in der die einge-
schlossene Zahnücke ihr kleinstes Volumen erreicht
oder in der die schraffierte Fläche der eingeschlossenen
Zahnücke 26 in Radmitte ihr Minimum erreicht.
- 10 Genau in diesem Augenblick findet der Druckumsteuer-
vorgang statt, d.h. die Zahnücke wird vom Druck-
raum D getrennt und mit dem Saugraum S verbunden.
Auf diesen Druckumstauervorgang sind die Ausnehmungen
15 der Schrägverzahnung mit Flankenspiel abgestimmt. Dabei
werden an der hinteren voreilenden Stirnseite 17 der
Schrägverzahnung die geraden Stegkanten 27 und 28 der
im wesentlichen rechteckigen Ausnehmungen 19 und 20
von parallel zu M_1 , M_2 verlaufenden Linien durch
20 die beiden in dieser hinteren voreilenden Stirnseite 17
auf der Eingriffsebene 29 liegenden Berührungspunkte 30
und 31 gebildet. Ebenso werden an der vorderen nach-
eilenden Stirnseite 18 der Schrägverzahnung die geraden
Stegkanten 32 und 33 der im wesentlichen rechteckigen
25 Ausnehmungen 21 und 22 von parallel zu M_1 , M_2 ver-
laufenden Linien durch die beiden in dieser vorderen
nacheilenden Stirnseite 18 auf der Eingriffsebene 29
liegenden Berührungspunkte 34 und 35 gebildet.
- 30 Die Symmetrielinie 88 zu den Stegkanten 27,28 ist in Richtung
Saugraum S um eine Distanz $\frac{V}{2}$ und die Symmetrielinie 89 zu den

- 1 Stegkanten 32,33 ist in Richtung Druckraum D um eine Distanz $\frac{V}{2}$ zu der Verbindungslinie M_1M_2 versetzt.

Aus Fig. 3 sind die um die Distanz V verschobenen Ausnehmungen 19, 20^{und} 22 ersichtlich. Die Tiefe 36 der Ausnehmungen 19 bis 22 beträgt einige Millimeter und die Breite 37 der Ausnehmungen 19 bis 22 ist etwa gleich der Zahnhöhe. Die auf jeweils einer Stirnseite der Verzahnung liegenden druckraumseitigen und saugraumseitigen Ausnehmungen 19, 20 bzw. 21, 22 sind
10 durch einen Steg mit der Breite 38 voneinander getrennt. Die Stegbreite 38 ist, verglichen mit der Stegbreite 39 der aus Fig. 5 ersichtlichen vergleichbaren Geradverzahnung mit demselben Stirnschnitt, unverändert groß.

15

Um die stark unterschiedliche Größe der Ausquetschflächen der Schrägverzahnung mit derjenigen der vergleichbaren Geradverzahnung vergleichen zu können, sind für einen Verdrehungswinkel φ_1 die zur Verfügung stehenden
20 Ausquetschflächen der Geradverzahnung in Fig. 5 und die zur Verfügung stehenden Ausquetschflächen der Schrägverzahnung in Fig. 6 abgebildet. Wie Fig. 5 zeigt, steht an beiden Stirnseiten der Geradverzahnung die Ausquetschfläche 40 zur Verfügung. Wie Fig. 6 zeigt,
25 steht auf der voreilenden Stirnseite 17 die Ausquetschfläche 41 und auf der nacheilenden Stirnseite 18 die Ausquetschfläche 42 zur Verfügung. Zusätzlich steht eine Ausquetschfläche mit einem Spalt 43 zur Verfügung. Hieraus folgt eindeutig, daß die schrägverzahnte Zahnradmaschine mit der erfindungsgemäßen Anordnung der
30 Ausnehmungen 19, 20, 21, 22 eine größere Ausquetschfläche und deshalb eine bessere Durchströmung hat als

1 die vergleichbare geradverzahnte Zahnradmaschine.

Natürlich können die Ausnehmungen 19 bis 22 an den beiden Stirnseiten 17, 18 der Schrägverzahnung auch
5 eine etwas andere Gestalt haben. Die Ausnehmungen müssen aber immer so gestaltet sein, daß nur bei abnehmender Größe der Fläche der eingeschlossenen Zahn-
lücke in Radmitte die eingeschlossene Zahnücke über die druckraumseitigen Ausnehmungen 19, 21 mit dem
10 Druckraum D verbunden ist und daß nur bei zunehmender Größe der Fläche der eingeschlossenen Zahnücke in Radmitte die eingeschlossene Zahnücke über die saug-
raumseitigen Ausnehmungen 20, 22 mit dem Saugraum S verbunden ist.

15 Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 7 ist von den im wesentlichen rechteckigen Ausnehmungen 19, 20, 21, 22 mit geraden Stegkanten 27, 28, 32, 33 ausgegangen worden. Zusätzlich sind bei diesen Ausnehmungen
20 an den Schnittpunkten der Stegkanten 27, 28, 32, 33 mit der Eingriffsebene 29 Einkerbungen 44, 45, 46, 47 angebracht, die von dem Fußkreis 48, 49 und der fuß-
kreisseitigen Kontur 50, 51, 52, 53 der Zahnflanke des benachbarten Zahnrades bei einem Verdrehungswinkel φ_1
25 gebildet sind, bei dem die Fläche der eingeschlossenen Zahnücke in Radmitte ihr Minimum erreicht. Durch diese erfindungsgemäßen Einkerbungen 44 bis 47 vergrößert sich die zur Verfügung stehende Ausquetschfläche noch mehr.

30 Auch bei einer Zahnradmaschine ohne Flankenspiel kann

- 1 mittels Schrägverzahnung auf analoge Weise
durch erfindungsgemäße Verschiebung der druckraum-
seitigen und saugraumseitigen Ausnehmung an der
voreilenden Stirnseite um eine Distanz $\frac{V}{2}$ in Rich-
5 tung Saugraum S und die erfindungsgemäße Verschie-
bung der druckraumseitigen und saugraumseitigen
Ausnehmung an der nacheilenden Stirnseite um eine
Distanz $\frac{V}{2}$ in Richtung Druckraum D die Größe der
Ausquetschfläche beachtlich erhöht werden. Die Steg-
10 breite 77 ist gleich der Stegbreite 54 der vergleich-
baren Geradverzahnung ohne oder nahezu ohne Flanken-
spiel, wie aus Fig. 8 und 9 ersichtlich ist.

- Auch hier gilt in gleicher Weise, daß zur Erreichung
15 einer maximalen Ausquetschfläche und eines ungestör-
ten Fördervorganges die Ausnehmungen so gestaltet
sind, daß bei abnehmendem Volumen einer eingeschlos-
senen Zahnücke die eingeschlossene Zahnücke über
die um eine Distanz V zueinander verschobenen druck-
20 raumseitigen Ausnehmungen 55 und 56 mit dem Druckraum
D verbunden ist, und daß bei zunehmendem Volumen der
eingeschlossenen Zahnücke die eingeschlossene Zahn-
ücke über die um eine Distanz V zueinander verscho-
benen saugraumseitigen Ausnehmungen 57 und 58 mit dem
25 Saugraum S verbunden ist.

Da bei abnehmendem Volumen einer eingeschlossenen Zahn-
ücke die Größe der Fläche der eingeschlossenen Zahn-
ücke in Radmitte kleiner wird und bei zunehmendem

- 1 Volumen dieser eingeschlossenen Zahnlücke 59 die Größe der Fläche der eingeschlossenen Zahnlücke 59 in Radmitte größer wird, kann auf die gleiche Weise wie für die Schrägverzahnung mit Flankenspiel bestimmt werden, für welchen Verdrehungswinkel φ_1 des treibenden Zahnrades 11 diese eingeschlossene Zahnlücke ihr kleinstes Volumen erreicht und wann also der Druckumsteuervorgang stattfinden muß.
- 10 In Fig. 9 ist für eine Schrägverzahnung mit dem gleichen Stirnschnitt wie die Schrägverzahnung gemäß Fig. 4, aber ohne oder nahezu ohne Flankenspiel angegeben, wie die erfindungsgemäßen Ausnehmungen 55, 56, 57, 58 gestaltet sind. Die dünne durchgezogene
- 15 Linie 60 folgt den Konturen der Schrägverzahnung an der vorderen nacheilenden Stirnseite 61 der Schrägverzahnung. Die dünne strichpunktierte Linie 62 folgt den Konturen der Schrägverzahnung an der hinteren voreilenden Stirnseite 63 der Schrägverzahnung.
- 20 Die dicke Linie 64 stellt die Kontur der Schrägverzahnung in Radmitte dar.

Die Schrägverzahnung ist in derjenigen Position gezeichnet, in der eine eingeschlossene Zahnlücke ihr

25 kleinstes Volumen erreicht oder in der die schraffierte Fläche der eingeschlossenen Zahnlücke 59 in Radmitte am kleinsten ist. Genau in diesem Augenblick muß der Druckumsteuervorgang stattfinden, d.h. die Zahnlücke wird vom Druckraum D getrennt und mit dem

- 1 Saugraum S verbunden. Auf diesen Druckumsteuervorgang sind die Ausnehmungen 55 bis 58 der Schrägverzahnung ohne oder nahezu ohne Flankenspiel abgestimmt.
- Dabei werden an der hinteren voreilenden Stirnseite 63
- 5 der Schrägverzahnung die gerade Stegkanten 65 und 66 der im wesentlichen rechteckigen Ausnehmungen 56 und 58 von parallel zu M_1M_2 verlaufenden Linien durch die in dieser hinteren voreilenden Stirnseite 63 auf den Eingriffsebenen 68 und 67 liegenden Berührungspunkte 69 bzw. 70 gebildet.
- 10 Ebenso werden an der vorderen nacheilenden Stirnseite 61 der Schrägverzahnung die gerade Stegkanten 71 und 72 der im wesentlichen rechteckigen Ausnehmungen 55 und 57 von parallel zu M_1M_2 verlaufenden Linien durch die beiden in dieser vorderen nacheilenden Stirnseite 61 auf den Eingriffsebenen
- 15 63 und 67 liegenden Berührungspunkte 73 bzw. 74 gebildet. Die Symmetrielinie 90 zu den Stegkanten 65,66 ist in Richtung Saugraum S um die Distanz $\frac{V}{2}$ und die Symmetrielinie 91 zu den Stegkanten 71,72 ist in Richtung Druckraum D um die gleiche Distanz $\frac{V}{2}$ zu der Verbindungslinie
- 20 M_1M_2 versetzt.

- Wie aus Fig. 10 ersichtlich ist, beträgt die Tiefe 75 der Ausnehmungen 55 bis 58 einige Millimeter. Die Breite 76 der Ausnehmungen 55 bis 58 ist etwa gleich
- 25 der Zahnhöhe. Die auf jeweils einer Stirnseite der Schrägverzahnung liegenden druckraumseitigen und saugraumseitigen Ausnehmungen 56,58 bzw. 55,57 sind durch einen Steg mit der Breite 77 voneinander getrennt. Die Stegbreite 77 ist, verglichen mit der Stegbreite 54 der aus Fig. 8 ersichtlichen
- 30 vergleichbaren Geradverzahnung, ohne oder nahezu ohne Flankenspiel mit demselben Stirnschnitt, unverändert geblieben.

- 1 Natürlich können die Ausnehmungen 55 bis 58 an den beiden Stirnseiten 61, 63 der Schrägverzahnung auch eine etwas andere Gestalt haben:
- Die Ausnehmungen müssen aber immer so gestaltet sein,
- 5 daß bei abnehmender Größe der Fläche einer eingeschlossenen Zahn-
lücke in Radmitte die eingeschlossene Zahn-
lücke über die druckraumseitigen Ausnehmungen 55, 56 mit dem Druckraum D verbunden ist und daß bei zunehmender Größe einer Fläche der eingeschlossenen Zahn-
10 lücke in Radmitte die eingeschlossene Zahn-
lücke über die saugraumseitigen Ausnehmungen 57, 58 mit dem Saugraum S verbunden ist.

- Bei dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 11 und 12
- 15 ist von den im wesentlichen rechteckigen Ausnehmungen 55, 56, 57, 58 mit geraden Stegkanten 71, 65, 72, 66 ausgegangen worden. Zusätzlich sind bei diesen Ausnehmungen an den Schnittpunkten der Stegkanten 71, 65, 72, 66 mit den Eingriffsebenen 67 und 68 Einkerbungen 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85 angebracht, die von den
- 20 Fußkreisen 86, 87 und den fußkreisseitigen Konturen der Zahnflanke des benachbarten Zahnrades bei einem Verdrehungswinkel φ_1 gebildet sind, bei dem die Fläche einer eingeschlossenen M_1 - oder M_2 -seitigen Zahn-
25 lücke in Radmitte ihr Minimum erreicht. Durch diese erfindungsgemäßen Einkerbungen 78 bis 85 vergrößert sich die zur Verfügung stehende Ausquetschfläche noch mehr. In Fig. 11 und 12 ist nur für den Verdrehungswinkel φ_1 , bei dem die Fläche der eingeschlossenen
- 30 M_2 -seitigen Zahn-
lücke in Radmitte ihr Minimum erreicht, die Konstruktion der Einkerbungen 79, 81, 82, 84 abgebildet.

Bezugsziffernliste

1, 1a	Gehäuse
2, 2a, 3	Gehäusedeckel
4	Gehäuseöffnung
5, 6	Bohrungen
7, 8	Lagerkörper
9, 10	Lagerbohrungen
11	Treibendes Zahnrad
12, 13	Lagerkörper
14, 15	Lagerbohrungen
16	Getriebenes Zahnrad
17	Voreilende Stirnseite
18	Nacheilende Stirnseite
19, 20, 21, 22	Ausnehmungen
23	Dünne durchgezogene Linie
24	Dünne strichpunktierte Linie
25	Dicke Linie
26	Zahnlücke
27, 28	Stegkanten
29	Eingriffsebene
30, 31	Berührungspunkte
32, 33	Stegkanten
34, 35	Berührungspunkte
36	Tiefe
37	Breite
38, 39	Stegbreite
40, 41, 42	Ausquetschfläche
43	Spalt
44, 45, 46, 47	Einkerbungen
48, 49	Fußkreis
50, 51, 52, 53	Fußkreisseitige Kontur

54	Stegbreite
55,56	Druckraumseitige Ausnehmungen
57,58	Saugraumseitige Ausnehmungen
59	Zahnlücke
60	Dünne durchgezogene Linie
61	Nacheilende Stirnseite
62	Dünne strichpunktierte Linie
63	Voreilende Stirnseite
64	Dicke Linie
65,66	Stegkanten
67,68	Eingriffsebenen
69,70	Berührungspunkte
71,72	Stegkanten
73,74	Berührungspunkte
75	Tiefe
76	Breite
77	Stegbreite
78-85	Einkerbungen
86,87	Fußkreis
88,89,90,91	Symmetrielinien
V	Distanz
D	Druckraum
S	Saugraum
φ_1	Verdrehungswinkel
M_1	Mittelpunkt treibendes Zahnrad
M_2	Mittelpunkt getriebenes Zahnrad
P	Pol

Ansprüche:**BAD ORIGINAL**

- 1 1. Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) mit im Aussen-
eingriff oder Inneneingriff kummenden schrägverzahnten
Zahnradern, deren Wellen in Gehäuse und/oder Gehäuse-
5 deckel oder in im Gehäuse angeordneten Lagerkörpern
drehbar gelagert sind, wobei im Eingriffsbereich an
den den Zahnradern zugewandten Seitenflächen Ausneh-
mungen ausgebildet sind, von denen die druckraumseiti-
gen Ausnehmungen mit dem Druckraum und die saugraum-
seitigen Ausnehmungen mit dem Saugraum verbunden sind,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass die druckraumseitige und saugraumseitige Ausneh-
mung (19,20 oder 56,58) an der voreilenden Stirnseite
(17 bzw. 63) der Schrägverzahnung aus der Symmetrie-
lage zum Pol (P) um eine Distanz ($\frac{V}{2}$) quer zur Verbin-
15 dungslinie der zwei Mittelpunkte (M_1M_2) der Zahnräder
(11,16) in Richtung Saugraum (S) verschoben ist, und
dass die druckraumseitige und saugraumseitige Ausneh-
mung (21,22 oder 55,57) an der nacheilenden Stirnseite
(18, bzw. 61) der Schrägverzahnung aus der Symmetrielage
20 zum Pol (P) um eine gleich grosse Distanz ($\frac{V}{2}$) quer zur
Verbindungsline der zwei Mittelpunkte (M_1M_2) in Rich-
tung Druckraum (D) verschoben ist, wobei die Distanz
($\frac{V}{2}$) so gewählt ist, dass bei abnehmender Fläche
einer eingeschlossenen Zahnücke in Radmitte, die ein-
25 geschlossene Zahnücke über die druckraumseitigen Aus-
nehmungen (19,21 oder 55,56) mit dem Druckraum verbunden
ist und dass bei zunehmender Fläche einer einge-
schlossene Zahnücke in Radmitte, die eingeschlossene
Zahnücke über die saugraumseitigen Ausnehmungen (20,22
30 oder 57,58) mit dem Saugraum verbunden ist.

2. Zahnradmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

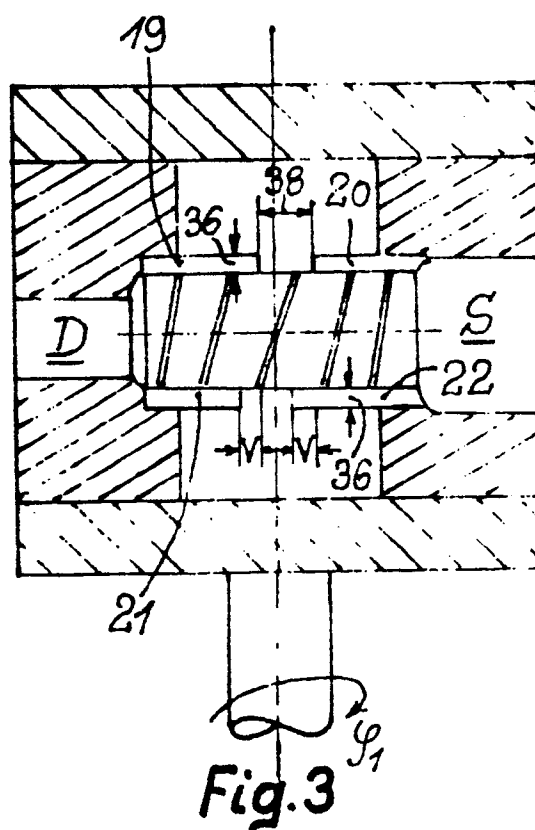
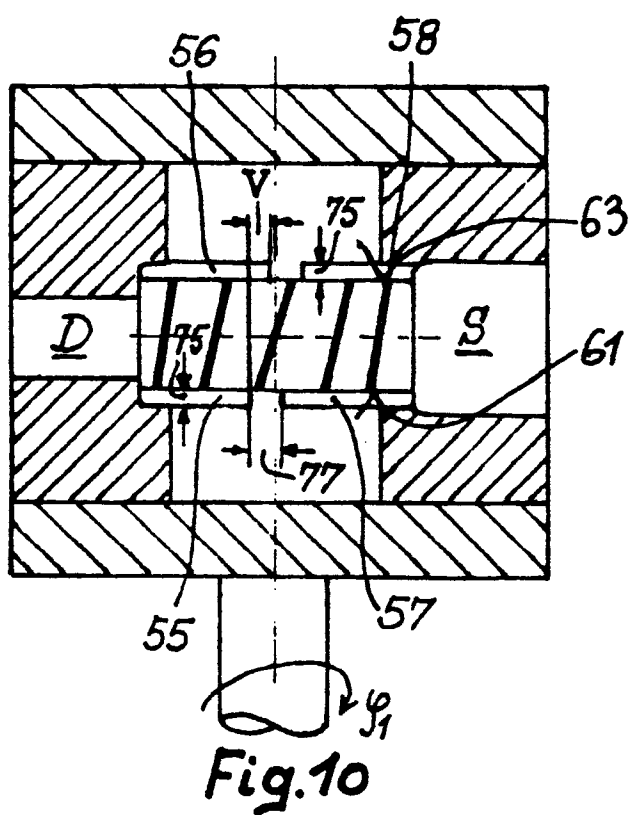
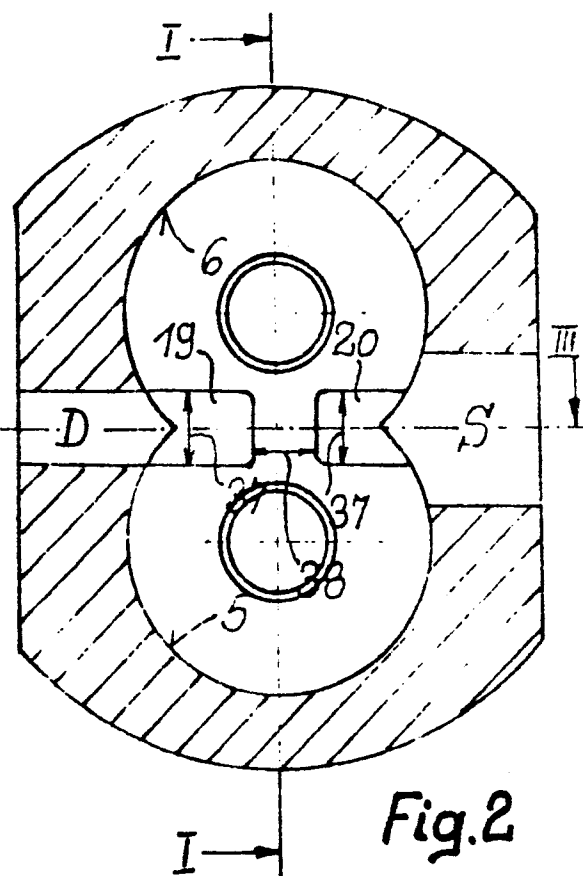
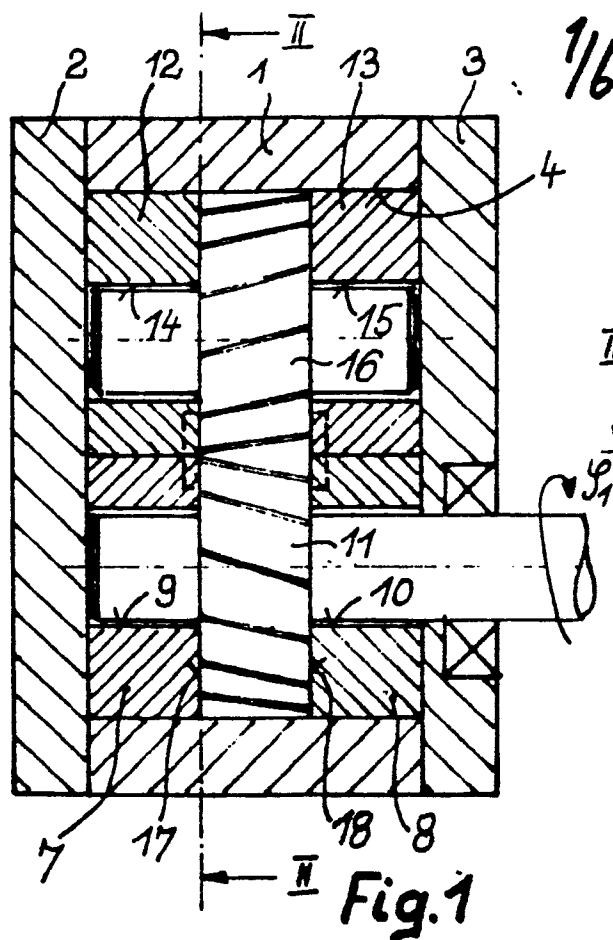
zeichnet, daß die Schrägverzahnung mit Flankenspiel ausgestattet ist und daß die an der voreilenden Stirnseite (17) angeordneten Ausnehmungen (19, 20) zu den an der nacheilenden Stirnseite (18) angeordneten Ausnehmungen (21, 22) in Saugraumrichtung so verschoben sind, daß in dem Augenblick, wenn die eingeschlossene Zahn-
lücke (26) in Radmitte ihr Minimum erreicht, der Druckumsteuervorgang stattfindet, wobei an der voreilenden Stirnseite (17) der Schrägverzahnung die geraden Stegkanten (27, 28) der im wesentlichen rechteckigen Ausnehmungen (19, 20) von parallel zu (M_1, M_2) verlaufenden Linien durch die beiden in dieser voreilenden Stirnseite (17) auf der Eingriffsebene (29) liegenden Berührungspunkte (30, 31) gebildet sind und an der nacheilenden Stirnseite (18) der Schrägverzahnung die geraden Stegkanten (32, 33) der im wesentlichen rechteckigen Ausnehmungen (21, 22) von parallel zu (M_1, M_2) verlaufenden Linien durch die in dieser nacheilenden Stirnseite (18) auf der Eingriffsebene (29) liegenden Berührungspunkte (34, 35) gebildet sind.

3. Zahnradmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß an den Schnittpunkten der Stegkanten (27, 28, 32, 33) mit der Eingriffsebene (29) Einkerbungen (44, 45, 46, 47) angeordnet sind, die vom Fußkreis (48, 49) und von der fußkreisseitigen Kontur der Zahnflanke des

-7-

- 1 benachbarten Zahnrades(11, 12) bei einem Verdrehungs-
winkel ψ_1 gebildet sind, bei dem die Fläche der
eingeschlossenen Zahnücke (26) in Radmitte ihr
Minimum erreicht.
4. Zahnradmaschinen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß die Schrägverzahnung ohne oder nahezu ohne
Flankenspiel ausgestattet ist und daß die an der
voreilenden Stirnseite (63) angeordneten Ausneh-
mungen (56, 58) zu den an der nacheilenden Stirn-
seite (61) angeordneten Ausnehmungen (55, 57) in
Saugraumrichtung so verschoben sind, daß in dem
Augenblick, wenn eine M_1 - oder M_2 -seitige eingeschlos-
sene Zahnückefläche (59) in Radmitte ihr Minimum
erreicht, der Druckumstauvorgang stattfindet, wo-
bei an der voreilenden Stirnseite (63) der Schräg-
verzahnung die geraden Stegkanten (65, 66) der im
wesentlichen rechteckigen Ausnehmungen (56, 58) von
parallel zu (M_1 M_2) verlaufenden Linien durch die in
dieser voreilenden Stirnseite (63) auf der Eingriffs-
ebene (68, 67) liegenden Berührungspunkte (69, 70)
gebildet sind und an der nacheilenden Stirnseite (61)
der Schrägverzahnung die geraden Stegkanten (71, 72)
der im wesentlichen rechteckigen Ausnehmungen (55, 57)
von parallel zu (M_1 M_2) verlaufenden Linien durch die
beiden in dieser nacheilenden Stirnseite (61) auf der
Eingriffsebene (68, 67) liegenden Berührungspunkte
(73, 74) gebildet sind.
5. Zahnradmaschinen nach den Ansprüchen 1 oder 4, dadurch

- 1 gekennzeichnet, daß an den Schnittpunkten der Stegkanten (71, 65, 72, 66) mit der Eingriffsebene (67, 68) Einkerbungen (78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85) angebracht sind, die vom Fußkreis (86, 87) und fuß-
- 5 kreisseitiger Kontur der Zahnflanke des benachbarten Zahnrades bei einem Verdrehungswinkel φ_1 gebildet sind, bei dem die Fläche der eingeschlossenen M_1 - oder M_2 -seitigen Zahnlücke (59) in Radmitte ihr Minimum erreicht.



2/6

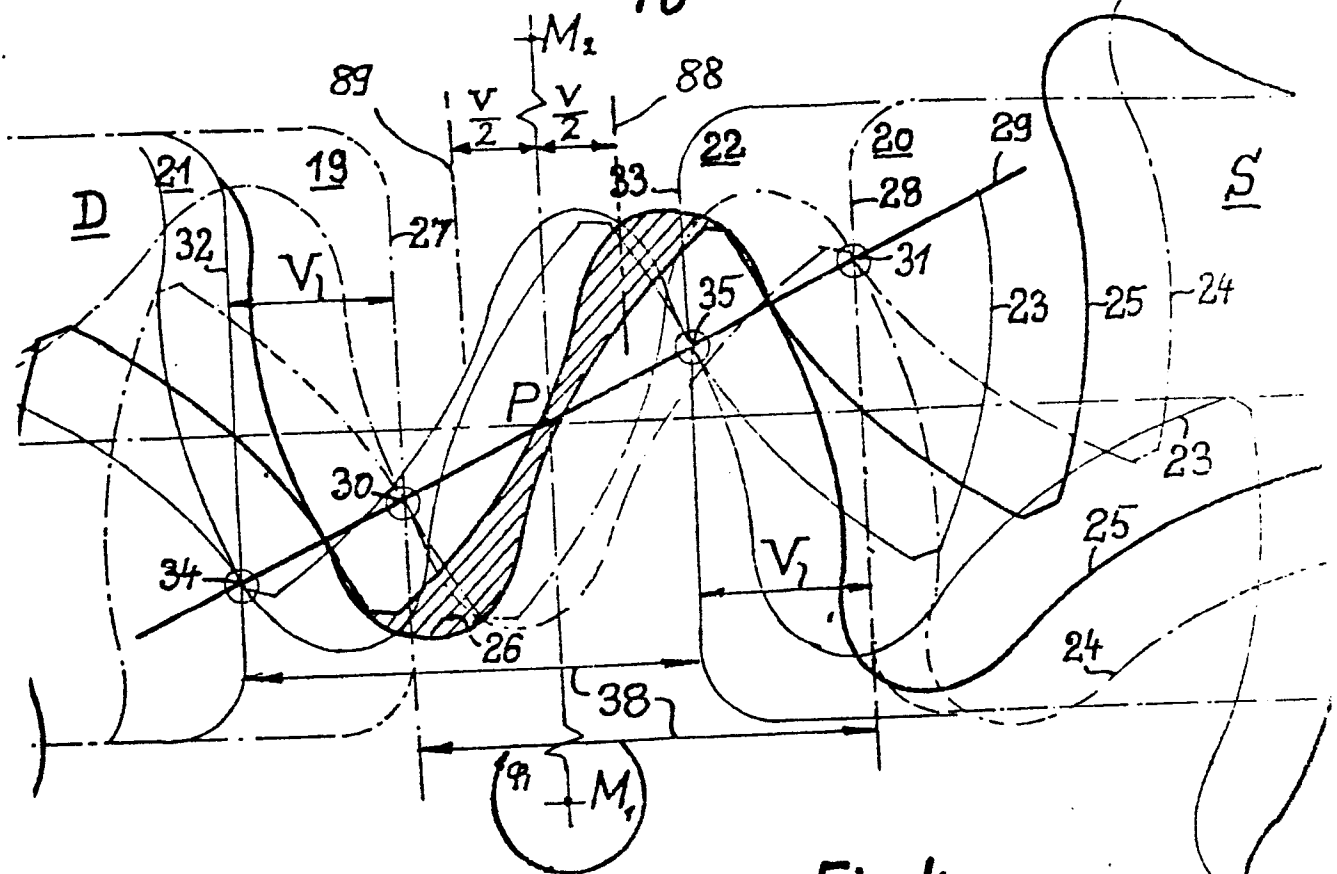


Fig. 4

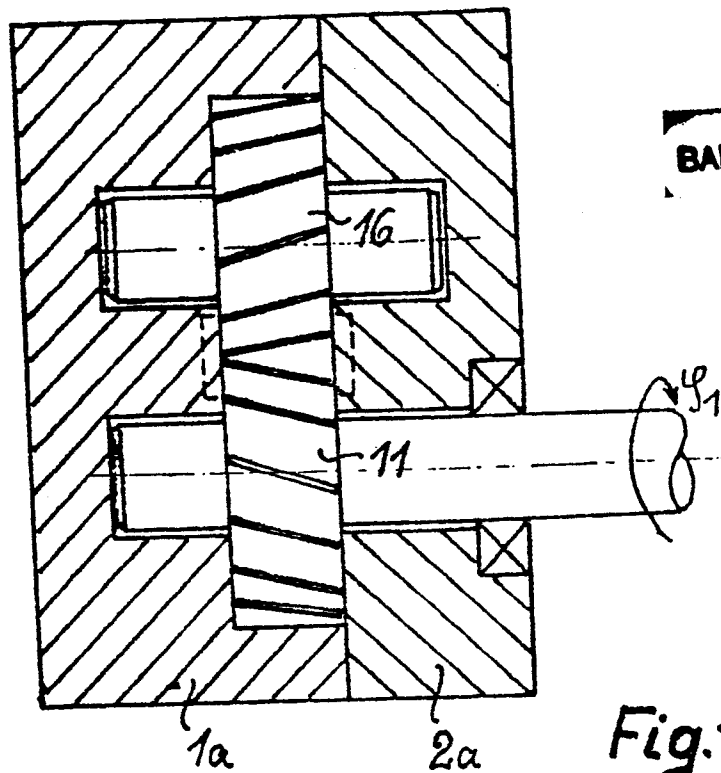
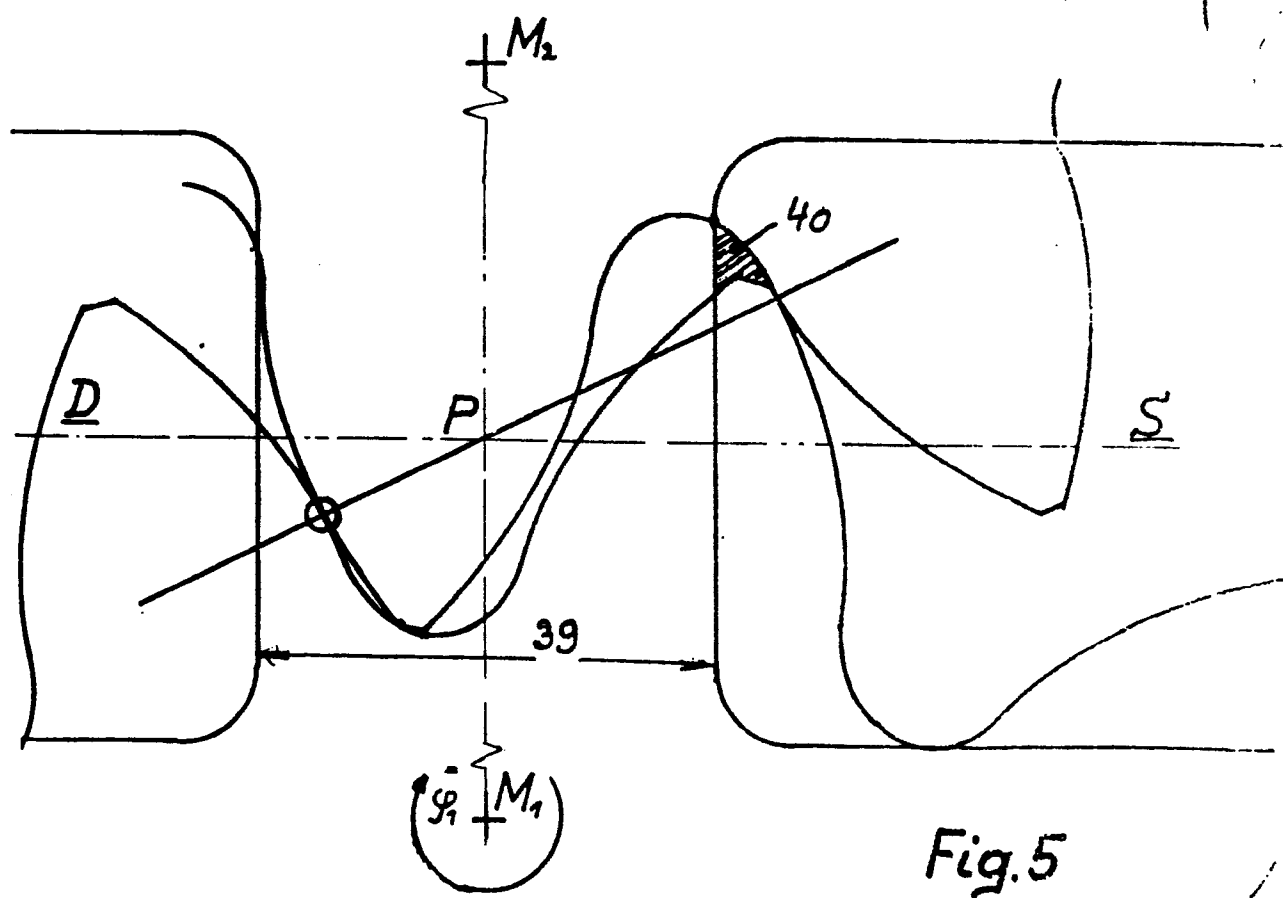
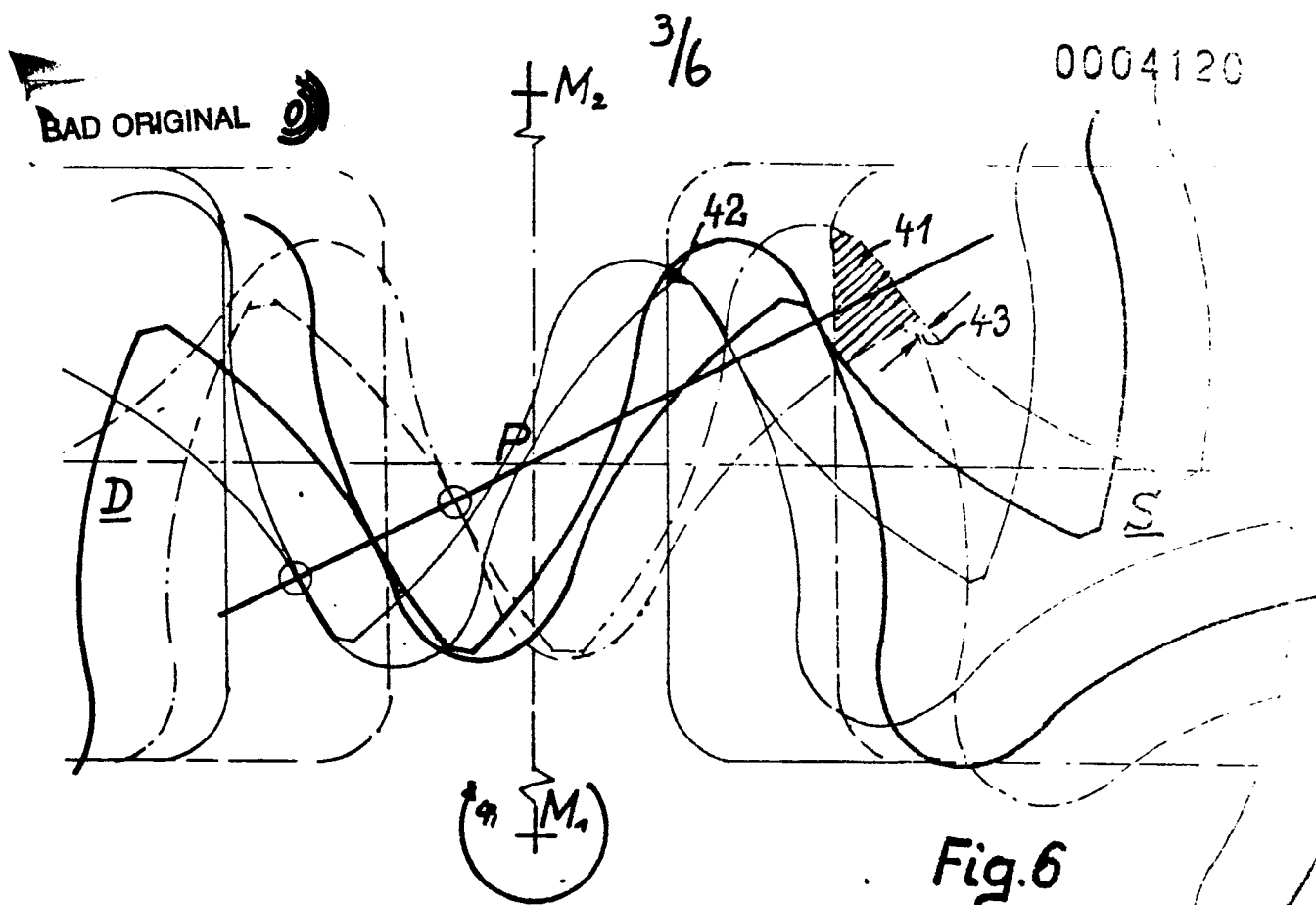


Fig. 1a





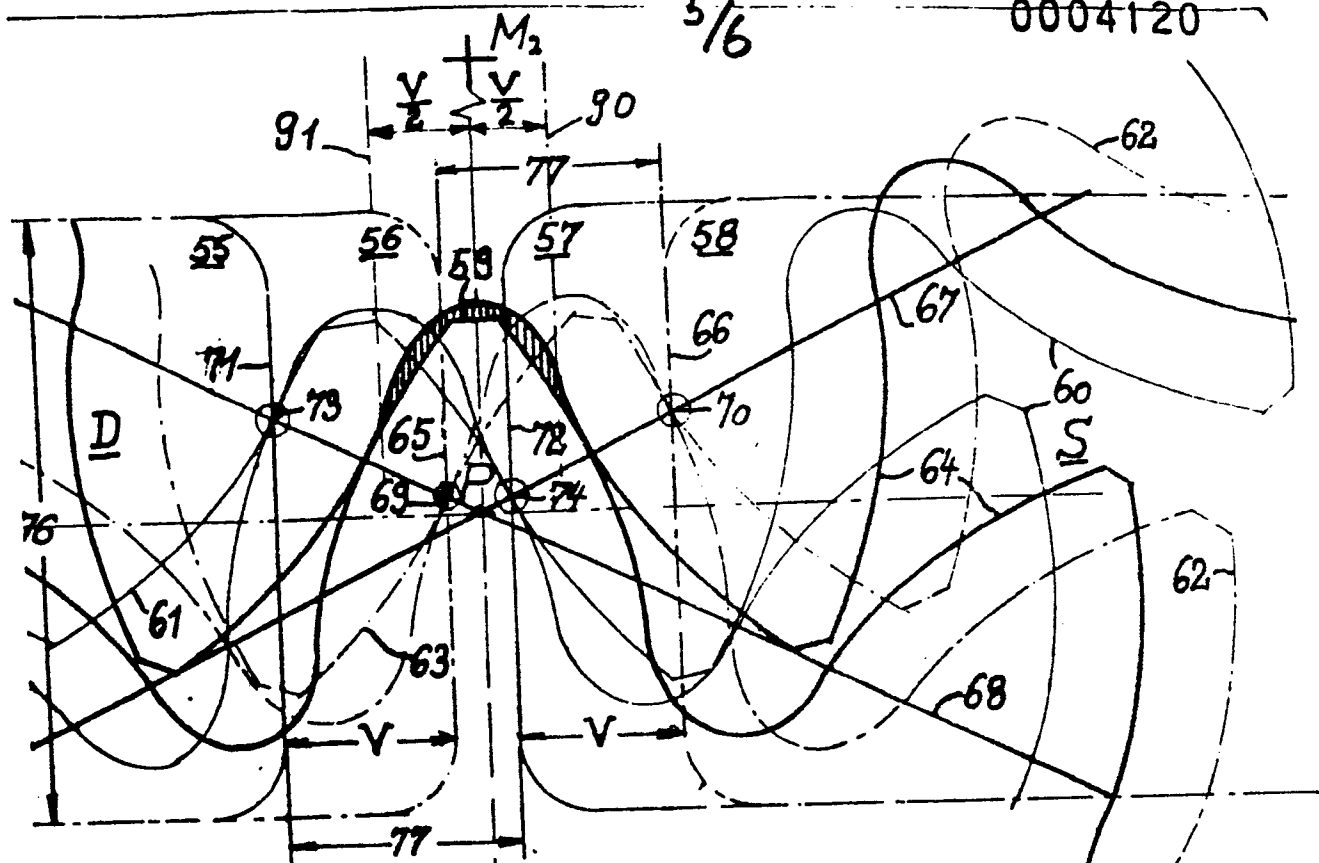


Fig. 9

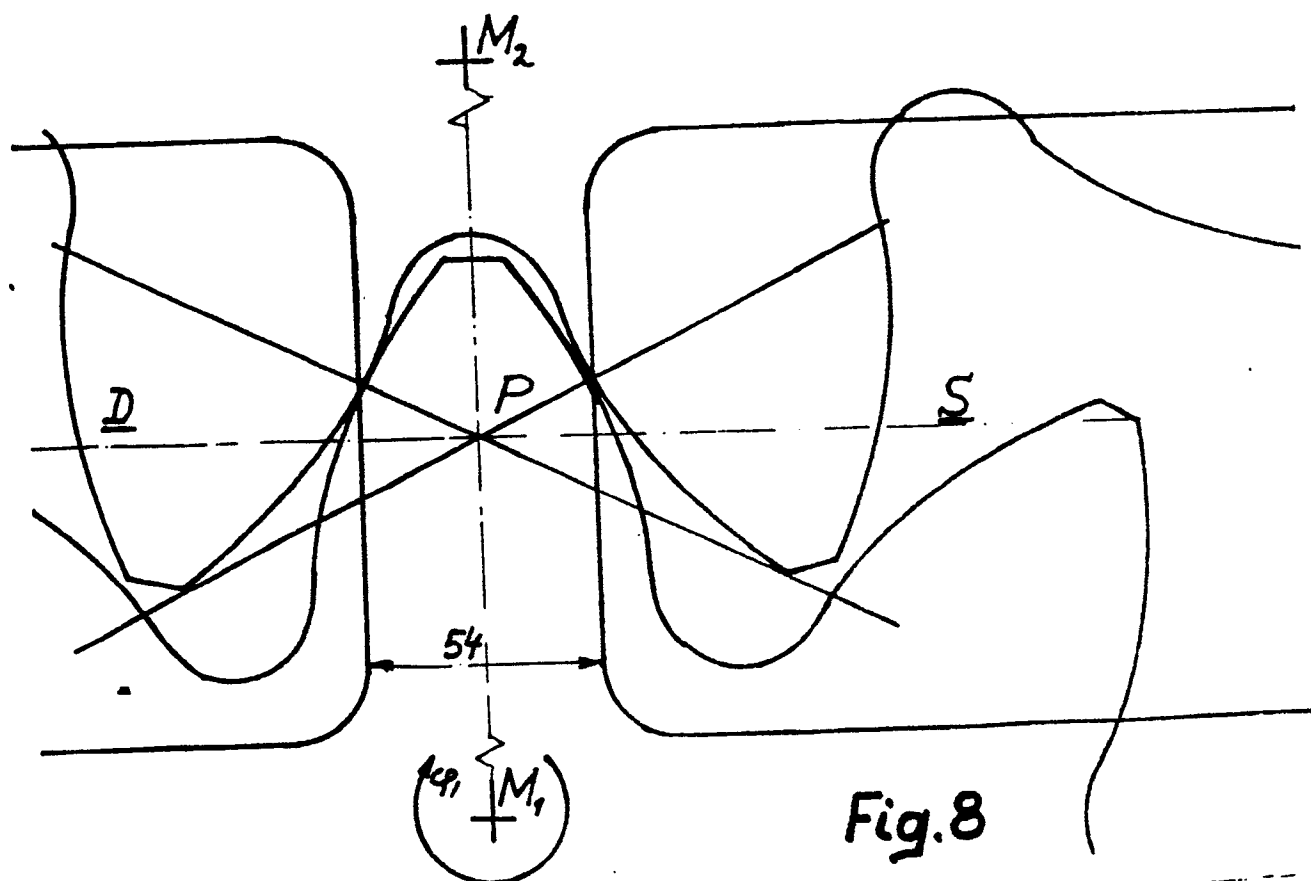


Fig.8

