



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21)	WP B 63 H / 313 305 4	(22)	02.03.88	(45)	18.04.90
				(44)	28.06.89
(71)	VEB Kombinat Schiffbau – Stammbetrieb, Doberaner Straße 110/111, Rostock, 2500, DD				
(72)	Dudszus, Alfred, Prof. Dr. sc. techn., DD; Dallach, Gert, Dr.-Ing., DD; Kujumdshiev, Valentin, Dr.-Ing., BG				
(54)	Einrichtung zur Steigungsveränderung der Propellerflügel von Einstellpropellern				

(55) Propeller, Einstellpropeller, Propellerflügel fixierung, Propellerflügelverstellung, Fixier- bzw. Einstellspindel, Permanentmagnet- bzw. Elektromagnet-Einstelleinrichtung, Einweg-Mitnehmerkupplungen, Schneckengetriebe

(57) Um die Steigung der Propellerflügel in kleinen Stufen bei allen Belastungen der Vorausrufe und auch im Stillstand mit hoher Genauigkeit, langsam und kontrolliert vornehmen zu können, werden inner- oder außerhalb einer ein- oder mehrteiligen Propellernabe (2) mit Preßsitz oder Flanschverbindung (18) zur Propellerwelle (1) verschiebbare Permanentmagnete bzw. Permanentgruppen (11) mit entgegengesetzter Polrichtung über Zug- oder Schubeinrichtungen (21) derart über Einweg-Mitnehmerkupplungen (9) über ein Schneckenradgetriebe (7, 8) so mit der Einstellspindel (6) verbunden, daß bei Betätigung jeweils einer der Permanentgruppen (11) eine Steigerungserhöhung bzw. -verminderung erfolgt, während die andere nicht am Schaltungsvorgang dieser Einstellstufe beteiligt ist. Die Betätigung der Permanentmagnete (11) erfolgt durch eine am Schiffskörper (17) (Stevennuß, Wellenbock, fester Ruderbacke u. a.) nichtrotierend montierte Elektromagnet- oder verschiebbare Permanentmagneteneinrichtung (15). Bei unveränderlicher Flügelsteigung ist die Elektromagneteneinrichtung (15) abgeschaltet bzw. sind die Permanentmagnetgruppen (15) von den mit rotierenden Magneten (11) am Einstellpropeller weit genug entfernt.

Patentansprüche:

1. Einrichtung zur Steigungsveränderung der Propellerflügel von Einstellpropellern mit Mitteln zur elektromagnetischen Energieübertragung zwischen Schiff und Nabe, bestehend aus einem drehfest mit dem Schiffskörper verbundenen Magnetsystem und in der Nabe angeordneten Permanentmagneten und aus als Getriebeanordnungen ausgeführte Übertragungselementen, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Bereich einer der Stirnseiten der Propellernabe (2) eine in Form von Permanentmagnetgruppen (11) ausgeführte Magneteinrichtung beweglich gelagert ist und in Gruppen unterschiedlicher Polrichtung unterteilt ist und durch einen Ringspalt von der zeitweise einschaltbaren schiffsseitigen Magneteinrichtung (13, 14, 15) getrennt ist und die nabenseitigen Magneteinrichtungen über Schub- und Zugelemente (10) und einen Schneckentrieb über Einwegmitnehmer (9) an der Verstelleinrichtung die Steigungsveränderung bewirken.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Permanentmagnetgruppen (11) verschieblich gelagert sind und durch Federkraft in Ausgangsstellung gehalten sind.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß beiderseits einer Schnecke (8) des Schneckentriebes jeweils in entgegengesetzter Drehrichtung einrückbare Einwegmitnehmerkupplungen (9) nach Art einer Knarre angeordnet sind, an die Zugstangen (10) der Schub- und Zugelemente angeschlossen sind.
4. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß sowohl die feststehende Magneteinrichtung (13, 14, 15) am Schiffskörper als auch die drehende Magneteinrichtung (11) an der Propellernabe durch Schutzverkleidungen (16) gegen Seewasser und Verschmutzungen abgedeckt sind.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Steigungsveränderung der Propellerflügel von Einstellpropellern mit Mitteln zur elektromagnetischen Energieübertragung zwischen Schiff und Nabe. Im Unterschied zum Verstellpropeller mit einem Drehwinkel der Flügel für den vollen Vorau- und Rückfahrtsbereich ist die Erfindung für die Ein- und Nachstellung der Voraussfahrt-Flügelsteigung für die Hauptbetriebsfälle der Voraussfahrt des Schiffes vorgesehen, um eine ökonomische Anpassung der Flügelsteigung und der Propellerdrehzahl an veränderte Schiffskörpereinflüsse durch Bewuchs und Alterung sowie infolge unterschiedlicher Betriebs- und Seezustände, wie Geschwindigkeits-, Tiefgangs- und Trimmanänderungen oder bei besonderen Strömungs-, Seegangs- und Fahrtbedingungen, wie in der Fluß- und Eisschiffahrt, zu ermöglichen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es sind einige Veröffentlichungen bekannt, die abweichend von der bei Verstellpropellern üblichen Zuführung der Verstellenergie durch die höhlgebohrte Propellerwelle andere Möglichkeiten der Übertragung von Steuer- oder Verstellenergien vom Schiff an die rotierende Propellerwelle bzw. an die rotierende Propellernabe anstreben. Bei diesen Vorschlägen werden entweder mechanische oder elektrische Steuersignale an den nichtrotierenden oder rotierenden Propeller übertragen, wobei die Verstellenergie Energiespeichern in der Nabe entnommen oder durch Schwerkraftpendel bzw. andere Einrichtungen aus der Rotationsenergie erzeugt wird. Es ist jedoch bisher nicht gelungen, eine ausreichende Zuverlässigkeit der Schalt- und Übertragungselemente für den mehrjährigen Schiffseinsatz ohne Zugang zur Wartung zu schaffen. Mit dem Patent DD-WP 80634 ist ein Vorschlag für eine Vorrichtung zur Energieübertragung zwischen Schiff und Nabe bei Verstellpropelleranlagen für die Flügelsteigungsänderung bekannt geworden, bei dem ein schiffsfestes Magnetsystem und rotierende Induktionsteile an oder in der Propellernabe mit Übertragungselementen die Flügelsteigung verändern sollen. Dieser Vorschlag sah sowohl beim schiffsfesten wie auch beim rotierenden Magnetsystem eine Drehfelderzeugung bzw. die Ausführung des Induktionsteils als Wirbelstromscheibe oder Käfigläufer vor. Eine Feineinstellung und Anzeige der Flügelsteigungskorrektur, eine zuverlässige Steigungsfixierung sowie der Wechsel der Verstelleinrichtung und die räumliche Unterbringung der Einrichtungen am oder im Propeller für ein mitrotierendes induziertes Drehfeld, das ausreichende Verstellkräfte erzeugt, sind mit diesem Vorschlag mit vertretbarem Aufwand und ohne größere Propellerwirkungsgradverluste infolge größerer Nabendurchmesser nicht realisierbar.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, für die jeweiligen Größengruppen von Einstellpropellern eine geeignete, einfache, verschleißgeminderte und über die Nutzungsdauer des Schiffes zuverlässig funktionierende Verstell-, Steigungsvorwahl- und Steigungsanzeige zu schaffen, die jede Eigenverstellung ausschließt und an die lediglich während der Neueinstellung oder Nachstellung Energie derart zugeführt wird, daß die jeweils vorgegebene Steigungsänderung eintritt und daß die Verstellung bei jeder beliebigen Voraussdrehzahl exakt erfolgt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, für Einstellpropeller der verschiedenen Größengruppen bei jeweils kleinen Nabendurchmessern für zylindrische bzw. konische oder geflanschte Naben-Wellenverbindungen eine neuartige, in Langzeitbetrieb funktionssichere, fertigungs- und betriebstechnisch günstige, wartungsfreie Einrichtung zur Verstellung, Steigungsvorwahl und Steigungsanzeige zur kontrollierten reproduzierbaren Feineinstellung der Propellerflügel während der ununterbrochenen Vorfahrt des Schiffes zu schaffen, die bei fixierter Steigung durch eine Kombination mit einem Halte- und Verstellmechanismus im Einstellpropeller jede Eigenverstellung ohne Energiezufuhr ausschließt und nur während der Steigungsänderung eine geringe Energiezufuhr erfordert, wobei die Übertragung an den rotierenden Einstellpropeller völlig ohne mechanische Berührung zwischen den ruhenden und rotierenden Flächen bzw. Körpern oder bei verminderter Reibung geschieht.

Dazu sieht die Erfindung vor, daß an einem nichtrotierenden Teil des Schiffes (Stevenrohrabdichtung, Ruder o. ä.) nahe der rotierenden Propellernabe eine einteilige oder unterteilte, an die Elektroenergie des Schiffes angeschlossene elektromagnetische erregbare Spule angeordnet wird, die bei Stromdurchgang zur Steigungsverstellung ein nichtrotierendes, der jeweiligen Stromrichtung entsprechend gerichtetes Magnetfeld erzeugt. Die Elektromagnetspule ist durch einen ferromagnetischen Mantel und eine zur Propellernabe weisende nichtferromagnetische Verkleidung zuverlässig wasserdicht geschützt und mit einem Spalt zur Propellernabe angeordnet. Die Elektromagnetspule ist während des Dauerbetriebes stromlos. Der Restmagnetismus wird durch eine geeignete Werkstoffwahl bzw. Umpolung klein gehalten. Zum Schutz gegen Korrosion können die Wicklungen vergossen werden. Innerhalb oder an der Propellernabe, vorzugsweise an der zum Schiff weisenden Propellerstirnseite, werden getrennt bewegliche und durch Federkraft in Ruhestellung gehaltene und zurückgeführte Permanentmagnetblöcke mit ihren Polrichtungen so wasser- und öldicht verkleidet angeordnet, daß sie mit dem Südpol oder dem Nordpol zur Elektromagnetspule weisen. Die Verkleidung gegenüber dem Kern der Elektromagnetspule ist dabei nicht ferromagnetisch. Wird die schiffsfeste Elektromagnetspule während der Steigungsverstellung in der zugehörigen Stromrichtung durchflossen, wird über die Magnetfelder der Elektromagnetspule und des jeweils gegenpoligen Permanentmagnetblocks beim Vorbeidrehen des Propellers nur dieser Permanentmagnetblock betätigt. Wird die Elektromagnetspule unterbrochen impulsartig stromdurchflossen, so erfolgt die Steigungsänderung beim nichtrotierenden Propeller, indem die Propellerwelle in einen Drehwinkel gebracht wird, daß der jeweilige Permanentmagnetblock der Elektromagnetspule gegenübersteht. Wird die Elektromagnetspule als Teil- oder Vollring ausgeführt und impulsartig stromdurchflossen, dann ist die Verstellung der Flügelsteigung unabhängig vom Drehwinkel bzw. der Drehzahl des Propellers, kann bei den verschiedenen Voraus- und Rückwärtsdrehzahlen erfolgen und die Steigungsänderung ist dennoch durch die Anzahl der Schaltimpulse eindeutig bestimmt.

Die Zufuhr von Elektroenergie erfolgt aus dem Schiffsinnern über eine Vorwahl- und Anzeigeeinrichtung, mit der die Stromrichtung zur Steigungsvergrößerung oder -verminderung verändert sowie die Anzahl der Schaltungsschritte in der jeweiligen Richtung vorgegeben, angezeigt und die jeweilige Flügelsteigung angegeben werden. Die schrittweise Verstellung der Flügelsteigung kann somit sowohl im Stillstand und bei jeder Drehzahl erfolgen, wobei durch die jeweilige Stromrichtung der Spule über das magnetische Feld der der Stromrichtung zugeordnete Permanentblock angezogen und der andere abgestoßen bzw. in der Ausgangsstellung belassen wird. Die Auslegung der Permanentmagnete sowie der Elektromagnetspule kann an die jeweiligen Propellergrößen und Verstellkräfte und über die zugeführte Spannung und Stromstärke angepaßt werden.

Die gegenpoligen Permanentmagnetblöcke sind an der Propellernabe, Propellerwelle oder Schutzverkleidung beweglich angeordnet und direkt oder mit Kraft- bzw. Wegübersetzungen und Einweg-Mitnehmerkupplungen so mit einem Stellgetriebe verbunden, daß nur die jeweils betätigte Magnetgruppe eine Verstellung bewirkt. Das z. B. aus Schnecke/Schneckenrad sowie Zahnräder und Gewindespindel(n) gebildete Stellgetriebe wandelt und überträgt die Bewegungen und Kräfte von dem jeweils betätigten Permanentmagnetblock über ein Stelljoch oder unmittelbar an die Flügelagereinstellplatten.

Zur Neueinstellung oder Nachstellung der Flügelsteigung wird die Einstellgewindespindel(n) über die zur Verstell-, Vorwahl- und Steigungsanzeigeeinrichtung gehörende Verdrehvorrichtung aus Schneckenrad, Schnecke, Zahnräder und Einwegmitnehmerkupplungen um einen konstruktiv festgelegten Winkel bei jeder Permanentblockbewegung verstellt. Durch die Wahl der Ruhelage der Mitnehmer-, Kraftübertragung und Permanentmagneteinrichtungen können die Zugeinrichtungen mit geringer Anfangs- und steigender Endkraft angezogen oder als Schubeinrichtungen mit größerer Anfangs- und abnehmender Endkraft betätigt werden.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird anhand von Zeichnungen für verschiedene Ausführungsvarianten erläutert:

Fig. 1: zeigt im Längsschnitt eine einteilige Einstellpropellernabe 2 eines vierflügligen Einstellpropellers mit Konus-Preßverbindung auf der Propellerwelle 1 mit in der Nabe 2 gelagerten Flügelager-Verstellplatten 3 mit Verstellzapfen, das gegen Verdrehung in der Nabenkappe 4 abgestützte Verstelljoch mit Schrägnuten 5, das durch eine axial unverschiebbliche Einstellgewindespindel oder -buchse 6 in der jeweiligen Einstellung gehalten oder durch Drehen der Einstellgewindespindel 6 um einen bestimmten Drehwinkel axial verschoben wird. In diesem Ausführungsbeispiel erfolgt die Verdrehung mittels Schneckenrad 7, Schnecke 8 und beidseitigen Einweg-Mitnehmerkupplungen 9, Kurbelzapfen und Zugeinrichtungen 10, die durch Bohrungen in der Nabe 2 bis in den Bereich der vorderen Nabenstirnseite geführt sind und mit den dort axial verschieblich angeordneten, jeweiligen Permanentmagnetgruppen 11 innerhalb der Ausnehmungen oder Abdeckungen 12 für Zug oder Schub verbunden sind. Fig. 1 zeigt weiter im Längsschnitt einen Spulenkern 13, die Spulenwicklung 14, das Gehäuse 15 und die Abdeckung 16 der ring- oder halbringförmigen, ein- oder mehrteiligen Elektromagneteinrichtung am Hinterschiff bzw. an der Stevennuß oder am Wellenbock 7.

Fig. 2: zeigt schematisch eine Ausführungsvariante der Einweg-Mitnehmerkupplungen 9 an der Schnecke 8 sowie die Anordnung der Kurbelzapfen zur gegensinnigen Verdrehung durch Zug- oder Schubstangen bzw. -einrichtungen 10.

Fig. 3: stellt die aus Funktionsgründen unterteilte Permanentmagneteneinrichtung 11 an der vorderen Propellernabenstirnseite 2 sowie das Gehäuse der zur Montage zweigeteilten Elektromagneteneinrichtung 15 am Schiff 17 mit Blick von hinten dar.

Die Erfindung wird in ihrer Wirkungsweise nachstehend an einer Ausführungsvariante eines Einstellpropellers für ein Motorschiff näher beschrieben.

Das Funktions- und Konstruktionsprinzip des Einstellpropellers ist so entwickelt, daß nach Erreichen eines beliebigen stabilen Vorauszustandes des Schiffes und Registrierung der dabei erreichten Schiffsgeschwindigkeits-, Schub-, Drehmomente- und Drehzahlwerte größere oder kleinere Flügelsteigungen in kleinen Stufen von $\pm 0,05$ grd bzw. $0,1$ grd ohne jegliche anderweitige Veränderungen im Schiffs- oder Maschinenbetrieb einstellbar sind, so daß durch die kleine Schrittweite der Steigungsveränderung entsprechende Veränderungen des Schubes bei konstantem bzw. quasikonstantem Maschinenregime sofort erkennbar sind und die Richtung zur Optimumsuche gegeben ist. Die jeweils eingestellte Steigung wird während des Schiffsbetriebes zuverlässig fixiert, so daß eine eigenständige Verstellung ausgeschlossen ist. Während des Betriebes mit unveränderlicher Steigung wird keine Verstell- oder Halteenergie dem Propeller zugeführt und sind auch keine beweglichen Teile der Einstellvorrichtung in reibungsmechanischer Berührung, so daß die Konstruktion verschleißgünstig für den Einsatz während der Lebensdauer eines Schiffes gestaltet ist.

Zur Neueinstellung einer größeren oder kleineren Steigung ist jeweils ein getrennter Stromkreis bzw. eine Umschaltung zur Stromrichtungsänderung vorhanden. Jede Schaltung eines der beiden Stromkreise bzw. des einzelnen Stromkreises entsprechend der Stromrichtung bewirkt eine gleich große Verminderung oder Vergrößerung der Flügelsteigung um einen Verstellschritt von $0,05$ grd bzw. $0,1$ grd. Danach ist die neue eingestellte Steigung wieder fixiert. Durch eine Vorwahrnehmung können mehrere Einstellschritte automatisch aufeinanderfolgen, so daß die Verstellstufen entsprechend vergrößert werden. Durch die automatische Registrierung der Schaltungen wird die jeweilige Flügelstellung angezeigt und werden damit bestimmte Einstellungen wiederholbar.

Das Konstruktionsprinzip des Einstellpropellers bewirkt durch die besondere Lagerung der begrenzt drehbaren Flügelgelenkplatten einen Nabendurchmesser, der zwar größer als der eines Festpropellers, jedoch bedeutend kleiner als der eines vergleichbaren Verstellpropellers ist. Die Propellerflügel sind im Unterschied zum Verstellpropeller im Bereich der Naben-Wellenverbindung angeordnet und der etwa zwei- bis dreifach längere Verstellhebel reduziert die Flügelhalte- und Verstellkräfte entsprechend. Die an den Zapfen der Flügelgelenkplatten angreifenden Querkkräfte werden über ein Einstelljoch mit Schrägnuten direkt an die Nabenkappe übertragen. Die restlichen axialen Halte- bzw. Verstellkräfte sind durch die etwa 20 grd geneigte Schrägnute weiter auf etwa $1/3$ reduziert, so daß im Vergleich zum Verstellpropeller durch den längeren Hebel und die Schrägnute die verbleibenden Halte- und Verstellkräfte auf $1/6$ bis $1/10$ reduziert sind.

Das in der Nabenkappe axial verschieblich und gegen Verdrehung abgestützte Einstelljoch 5 wird durch eine Gewindespindel 6 bzw. eine Gewindebuchse in der jeweils eingestellten Stellung gehalten und durch Drehen der Gewindespindel 6 in die vorgegebene axiale Stellung innerhalb des Einstellweges von etwa $100 \dots 140$ mm gebracht. Die dazu in das Innengewinde des Einstelljochs 5 eingreifende Gewindespindel 6 oder -buchse ist axial unverschieblich gelagert und mit einem Schneckenrad 7 verbunden. Die in das Schneckenrad 7 eingreifende Schnecke 8 bewirkt die Selbsthemmung und verhindert eine Eigenverstellung.

Die Schnecke 8 kann in verschiedener Weise „dosiert“ durch eine Hydraulikeinrichtung, elektrisch, durch Schwerkraftpendel u. a. Einrichtungen gedreht werden. In der vorliegenden Konstruktion erfolgt die dosierte Drehung so, daß jeweils eine Schaltung eine Stellungsverstellung von $0,05$ grd bzw. 2 gekoppelte Schaltungen $0,1$ grd Stellungsänderung bewirkt. Die Stellungsänderung bzw. -verminderung wird bei der Anordnung einer Schnecke 8 mit Schneckenrad 7 durch Links- bzw. Rechtsdrehung der Schnecke 8 bewirkt. Dazu greift wahlweise entsprechend der Vergrößerung oder Verminderung der Steigung eine der beiden Zugeinrichtungen 10 an entsprechenden Einweg-Einstellvorrichtungen (z. B. Klinkentrommeln) an. Die Zugeinrichtungen (Zugstangen) 10 sind durch Bohrungen in der Nabe 2 bis in die Nähe der vorderen Nabenstirnseite geführt. Um Undichtigkeiten zu vermeiden, treten sie jedoch nicht durch Öffnungen in der Nabe aus. Sie sind einstellbar mit axial verschieblichen Teil- oder Vollringen verbunden, die derart mit Permanentmagneten 11 bestückt sind, daß an einer Zugeinrichtung die Nordpole und an der anderen die Südpole zum Schiffskörper hinweisen. Die verschiebbliche Permanentmagneteneinrichtung 11 ist durch eine Abdeckung 16 wasser- bzw. öldicht mit der Nabe 2 verbunden. Als nichtrotierende Einrichtung zur Verstellung ist am hinteren Ende des Stevenrohres oder der Stevennuß 17 eine geteilte Magnetringplatte 13, 14, 15 fest montiert. Bei Einschaltung des Stromkreises der Magnetringplatte 13, 14, 15 wird ein magnetisches Feld aufgebaut, daß die axial verschiebbliche ferromagnetische Endplatte 11 bis auf den vorgesehenen Abstand so weit anzieht, daß noch keine mechanische Reibung zwischen der Magnetringplatte 13, 14, 15 und der ferromagnetischen Endplatte 11 der Zugeinrichtung 10 entsteht. Je nach Stromfluß wird entweder die eine oder die andere Zugeinrichtung 10 betätigt, d. h. entweder die Steigung vergrößert oder vermindert.

Die ferromagnetischen Endplatten 11 sind so gestaltet, daß jeweils nur auf die Zugeinrichtung 10 Zugkräfte ausgeübt werden, die der Vergrößerung oder Verminderung der Flügelsteigung zugeordnet sind. Die Zugeinrichtungen 10 kehren durch entsprechende Federkräfte nach jedem Schaltvorgang in die Ausgangsstellung zurück.

Mit der magnetischen Verstellung wird eine berührungslose Betätigung der Zugstange 10 und eine von der Propellerdrehzahl unabhängige Verstellung um jeweils eine Verstellschrittweite erreicht. Gleichzeitig ist eine Beschädigung des Systems durch Fehlbedienung ausgeschlossen, da durch das Zählwerk der Einstellbereich von $\pm 2,5$ grd elektrisch begrenzt werden kann. Ein weiterer Schutz gegen Überschreitung des Endbereiches wird durch elastische Anschläge am Einstelljoch 5 erreicht. Die normale Erregung der Magnetringplatten 13 genügt dann in der Grenzlage nicht mehr, um die Zugeinrichtungen 11 weiter in dieser Einstellrichtung zu betätigen.

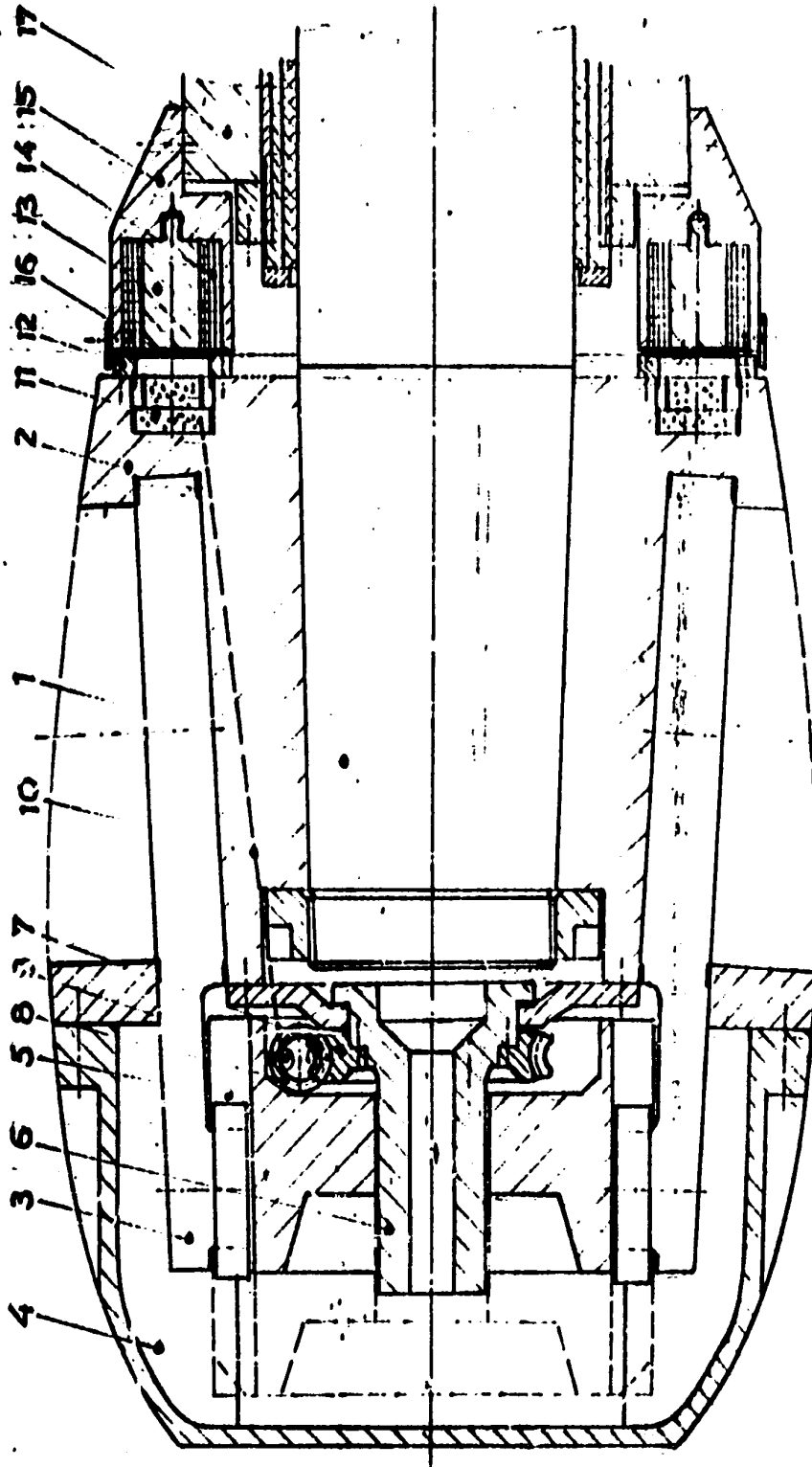


Fig. 7

269363

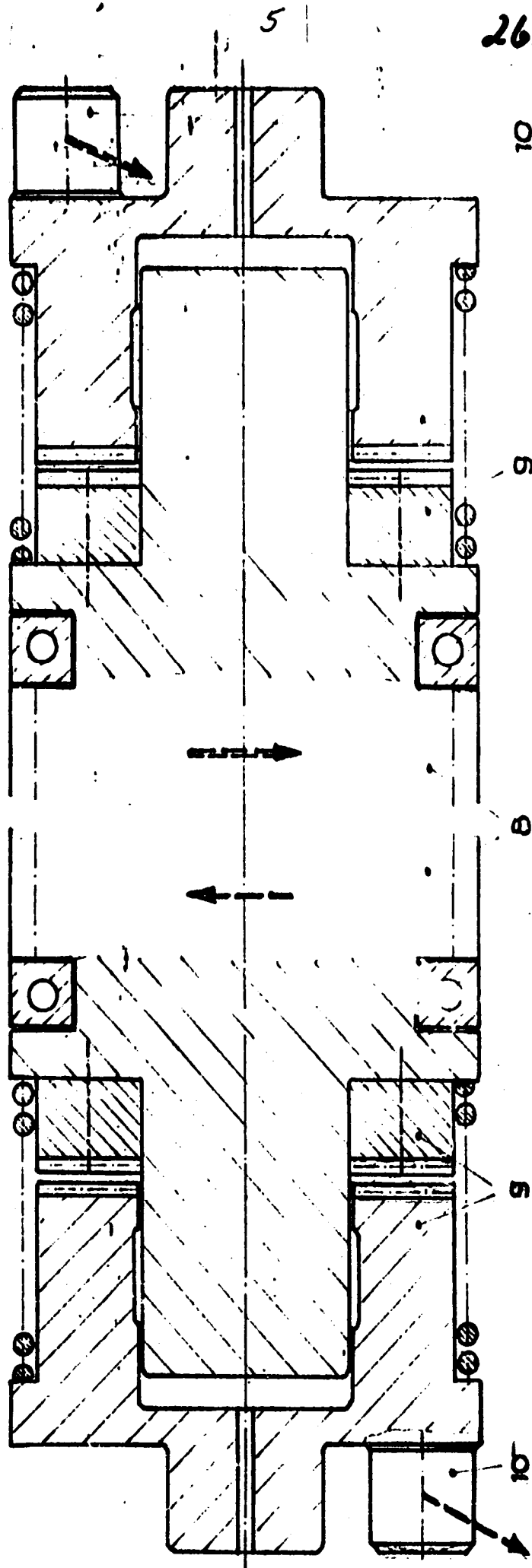


Fig. 2

269 363

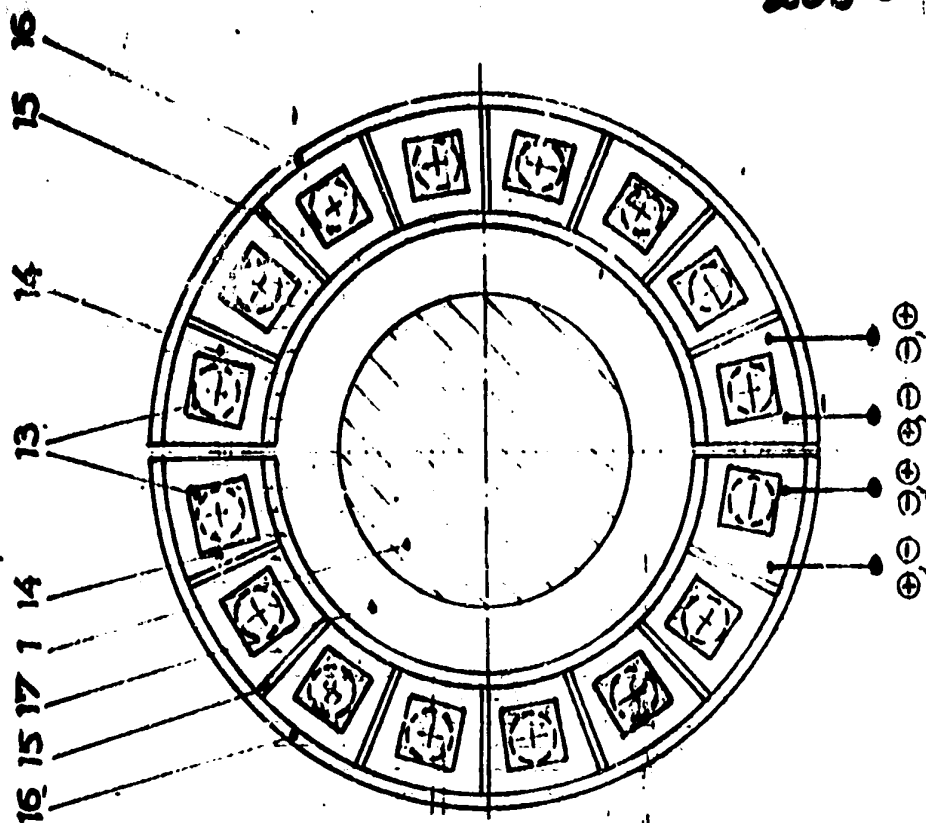


Fig. 3

