

DEUTSCHES REICH



AUSGEGEBEN AM
28. JULI 1933

REICHSPATENTAMT
PATENTSCHRIFT

№ 555 413

KLASSE 17a GRUPPE 304

S 88745 I/17a

Tag der Bekanntmachung über die Erteilung des Patents: 7. Juli 1932

Dr. Albert Einstein in Berlin und Dr. Leo Szilard in Berlin-Wilmersdorf

Pumpe, vorzugsweise für Kältemaschinen

Patentiert im Deutschen Reiche vom 4. Dezember 1928 ab

Die Erfindung betrifft eine Pumpe, bei der Flüssigkeiten, Gase oder Dämpfe mit Hilfe einer besonderen Betriebsflüssigkeit umgewälzt bzw. komprimiert werden, und zwar vorzugsweise in hermetisch abgeschlossenen Apparaten, im besonderen Kältemaschinen. Das Pumpen mit Hilfe der Betriebsflüssigkeit kann in an sich bekannter Weise etwa in einer Flüssigkeitsstrahlpumpe geschehen.

Man kann nun erfindungsgemäß das vorliegende technische Problem in recht vollkommener Weise lösen, indem man als Betriebsflüssigkeit ein flüssiges Leichtmetall, z. B. ein Alkalimetall, im besonderen Kalium, oder eine flüssige Legierung eines Leichtmetalls verwendet.

Die Vorteile einer derartigen Betriebsflüssigkeit sind verschiedener Art.

Die Kraftübertragung auf die Flüssigkeit kann auf elektromagnetischem Wege ohne bewegte feste Maschinenteile und trotzdem mit gutem Wirkungskreis erfolgen, indem man beispielsweise ein Magnetfeld auf das von einem elektrischen Strom durchflossene und in einem verhältnismäßig schmalen Spalt befindliche flüssige Metall einwirken läßt. Der gute Wirkungsgrad einer derartigen Kraftübertragung ist einerseits durch die hohe elektrische Leitfähigkeit und andererseits durch die geringe Dichte der Leichtmetalle bedingt. Dieses ergibt sich daraus, daß die Strömung der Betriebsflüssigkeit in einem schmalen Spalt im allgemeinen turbulent ist, so daß ein großer Reibungsverlust

auftreten würde, wenn eine Betriebsflüssigkeit von größerer Dichte, wie z. B. Quecksilber, verwendet würde.

Ein weiterer Vorteil gegenüber anderen Betriebsflüssigkeiten, beispielsweise gegenüber Quecksilber, ergibt sich bei der Anwendung des flüssigen Leichtmetalls in einer Flüssigkeitsstrahlpumpe oder in ähnlichen Apparaten, indem infolge der erzielbaren höheren Geschwindigkeiten auch in diesem Falle bessere Wirkungsgrade, und zwar sowohl absolut als auch auf die Apparatcharakteristika bezogen, als bei Quecksilber erreicht werden.

Von großer Bedeutung ist auch der niedrige Dampfdruck der Leichtmetalle, da infolge des niedrigen Druckes das Betriebsmittel nicht in jene Teile der Apparatur hinüberdestilliert, in denen es Störungen verursachen würde.

Die reinen Leichtmetalle sind bei Zimmertemperatur nicht flüssig, so daß, wenn sie rein verwendet werden, die Temperatur der Apparatur höher gehalten werden muß. Dieses ist kein Nachteil, sondern von recht erwünschter Wirkung, da die höhere Temperatur zugleich die Kondensation der Dämpfe in der Pumpe selbst in erstrebenswerter Weise unterbindet.

Mit Vorteil werden nach der Erfindung auch Legierungen von Leichtmetallen untereinander verwendet, so z. B. eine Kalium-Natrium-Legierung, die bei geeigneter Zusammensetzung aus den beiden Komponenten bis zu minus 12° C herunter flüssig ist und

Lagerexemplar

Film

L

somit selbst bei der im Verdampfer der Kältemaschine herrschenden Temperatur nicht fest wird.

Es wurde schon gesagt, daß die Kraftübertragung auf das flüssige Leichtmetall in der Weise erfolgen kann, daß man ein Magnetfeld auf das Metall einwirken läßt, das in demselben elektrische Ströme induziert. Bei Verwendung von Gleichstrom muß selbstverständlich der Strom durch Elektroden in das flüssige Metall eingeleitet werden. Man wird, um nicht zu viele Amperewindungen aufwenden zu müssen, die Einrichtung so treffen, daß die magnetische Kraftlinie zum größten Teil in Eisen verläuft und nur auf eine kurze Strecke das flüssige Metall durchsetzt, d. h. das flüssige Metall wird in einem Spalt, dessen Breite nur klein ist, die ponderomotorische Kraft erfahren. Da dort, wo die ponderomotorische Wirkung auf das flüssige Metall erfolgt, die eine Abmessung des Raumes gegen die übrigen Abmessungen des Raumes klein ist, kann man vereinfachend auch sagen, daß das Metall auf einer Fläche sich fortbewegt, und das Vektorfeld der ponderomotorischen Kraft auf dieser Fläche (zweites dimensionales Gebilde) betrachten.

Nach der Erfindung wird nun die Anordnung vorzugsweise so getroffen, daß dieses Vektorfeld der ponderomotorischen Kraft wirbelfrei ist, d. h. daß für jede geschlossene, innerhalb der Fläche verlaufende (innerhalb des flüssigen Metalls im Spalt) Linie das Linienintegral der ponderomotorischen Kraft $= 0$ ist. Haben wir es mit einer ebenen Fläche zu tun, so ist die mathematische Bedingung hierfür:

$$\frac{\delta Y(x, y)}{\delta x} - \frac{\delta X(x, y)}{\delta y} = 0$$

wobei x und y die kartesischen Koordinaten und X, Y die Kraftkomponenten innerhalb der Ebene bedeuten.

Wäre dieses Vektorfeld der ponderomotorischen Kraft nicht wirbelfrei, so würden in dem Leichtmetall infolge der durch seine geringe Dichte entstehenden hohen Geschwindigkeiten Strömungen entstehen, die viel Energie verbrauchen und den Wirkungsgrad der Anordnung auf eine kleine Zahl herunterdrücken würden. Während es nämlich bei der Bewegung eines festen Körpers, z. B. der Bewegung des Ankers eines Elektromotors, nur auf die resultierende der auf den Anker wirkenden Kraft ankommt, ist es bei der Bewegung von Flüssigkeit durch elektromagnetische Volumen keineswegs gleichgültig, wie das Kraftfeld aufgebaut ist.

Steht Wechselstrom zur Verfügung, so kann man die Verwendung von Elektroden

vermeiden und trotzdem ein wirbelfreies Vektorfeld erzielen, wobei der elektrische Strom nicht durch Elektroden in die Flüssigkeit eingeleitet wird, sondern in der Flüssigkeit dergestalt induziert wird, daß die Stromlinie des elektrischen Stroms ganz in der Flüssigkeit verläuft und sich in ihr schließt. Man vermeidet auf diese Weise Schwierigkeiten, die mit dem Übergangswiderstand zwischen Elektrode und flüssigem Metall zusammenhängen, und erhält erfindungsgemäß ein wirbelfreies Kraftfeld im flüssigen Metall, indem man folgendermaßen vorgeht:

Man gestalte den Spalt, in dem die ponderomotorische Kraft auf die Flüssigkeit wirkt, erfindungsgemäß so, daß er durch eine zweifach zusammenhängende Fläche dargestellt sei, also z. B. durch die Mantelfläche eines Zylinders oder etwa die Mantelfläche eines flachen Kegels. In dem auf diese Weise entstehenden Ringraum werden dann durch das Magnetfeld Ringströme induziert, welche den Zylinder bzw. den flachen Kegel (allgemein den durch den geschlossenen Ringspalt abgegrenzten Raumteil) umkreisen, und die ponderomotorische Kraft wirkt dann senkrecht zu dem elektrischen Strom in Richtung der Erzeugenden des Zylinders bzw. Kegels.

Abb. 1 der Zeichnung zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung im Schema gezeichnet. In dem zylindrischen Eisenrohr 1 befindet sich ein Eisenkern 2. Im zylindrischen Ringraum zwischen dem Eisenkern und dem Rohr 1 fließt Leichtmetall unter der Einwirkung der durch die Wicklungen 4 bis 7 erzeugten magnetischen Felder in Richtung der Erzeugenden des Zylinders, und zwar bei passender Polung von oben nach unten. Die Wicklungen 4 bis 7 umschließen das Rohr 1. Die Ströme, die in den benachbarten Wicklungen fließen, sind gegeneinander annähernd um 90° verschoben, dagegen können die Wicklungen 4 und 6 und ebenso die Wicklungen 5 und 7 (richtig gepolt) hintereinandergeschaltet sein. 8 und 9 sind Eisenbleche, die zu dem in Schnitt $A-B$ sichtbaren Blechpaket gehören, welches in analoger Weise wie bei einem Transformator die Armatur der elektrodynamischen Vorrichtung bildet, deren Zähne zwischen den Wicklungen 4 bis 7 liegen. Bei richtiger Polung bewegt sich das Magnetfeld, welches das flüssige Metall im zylindrischen Spalt durchsetzt, von oben nach unten; die Geschwindigkeit der Verschiebung des Magnetfeldes ergibt sich aus Periodenzahl und Identitätsabstand der Wicklungen durch Multiplizieren der beiden. Im flüssigen Leichtmetall wird ein elektrischer Strom induziert,

der den Eisenkern 2 umkreist. In der Abb. 1 ist eine solche Stromlinie eingezeichnet. Die Kraft, welche auf das flüssige Leichtmetall einwirkt, steht überall parallel zur Zylinderachse, und das Kraftfeld ist praktisch wirbelfrei.

Die Herstellung der 90° Phasenverschiebung zwischen den Strömen der benachbarten Wicklungen erfolgt in an sich bekannter Weise so, wie dies bei der Herstellung der Kunstphase für Asynchronmotore vorgeschlagen wurde. Zur Kompensation der Blindleistung kann ein Kondensator parallel zur Vorrichtung an das Netz angeschlossen werden.

Man kann die Anordnung nach Abb. 1 auch in einer anderen Weise betreiben, wobei die Wirkungsweise dann nicht an den Mehrphasenmotor, sondern an den Einphasenmotor erinnert. Eine solche Wirkungsweise wäre bei Verwendung von Quecksilber als Betriebsflüssigkeit wegen der veränderten elektrischen Verhältnisse völlig ausgeschlossen. Es können hier alle Wicklungen hintereinandergeschaltet im Betriebszustand verwendet werden, und zwar so gepolt, daß in den benachbarten Wicklungen der elektrische Strom in umgekehrtem Sinne den Zylinder umkreist. Strömt das flüssige Leichtmetall bereits durch den Zylinder, so wird diese Strömung durch die elektromagnetischen Kräfte ebenso aufrechterhalten, wie die Bewegung des Motors eines Einphasenasynchronmotors erhalten bleibt, wenn der Motor einmal angelassen ist. Das Anlassen kann in dem vorliegenden Falle ebenfalls dadurch erfolgen, daß für kurze Zeit eine Kunstphase ein bewegtes Magnetfeld erzeugt, dessen Verlauf bereits erläutert wurde.

Man kann das flüssige Leichtmetall, indem man dafür sorgt, daß seine Strömungsrichtung im Spalt periodisch umgekehrt wird, mit Hilfe der letztthin beschriebenen Schaltung, bei der die Kraft jeweils im Sinne der bereits vorhandenen Bewegung wirkt, auch in einer hin und her gehenden Bewegung halten, ohne daß ein periodisches Schalten des Stromes (Umschalten) notwendig wäre.

Die flüssigen Leichtmetalle, wie z. B. die erwähnte Kalium-Natrium-Legierung, greifen manche Metalle an, können aber in Apparaturen aus Eisen unter Luftabschluß störungsfrei verwendet werden. Als Kältemittel kommen neben Kohlenwasserstoffen, wie Propan, Butan, Pentan usw., u. a. auch Äther in Frage, und zwar sowohl Äthyläther als auch andere Äther, z. B. Methyläthyläther.

Abb. 2 zeigt eine Kältemaschine nach der Erfindung im Schema gezeichnet. 10 ist eine Vorrichtung nach der Erfindung, bei welcher eine Natrium-Kalium-Legierung auf elektro-

dynamischem Wege in Bewegung versetzt wird. Die Natrium-Kalium-Legierung wird in das Rohr 11 hineingedrückt und in die Flüssigkeitsstrahlpumpe 12 befördert. Hier wird über die Leitung 13 der Dampf eines Kältemittels (beispielsweise irgendein Kohlenwasserstoff) abgesaugt und in einem vertikal aufwärts steigenden Rohre verdichtet und in den Gasabscheideraum 15 hineingedrückt. Von hier fließt die Natrium-Kalium-Legierung über die abwärts führende Leitung 16 in die Vorrichtung 10 zurück, während der Dampf des Kältemittels über die Leitung 19 in den luftgekühlten Kondensator 17 strömt und dort verflüssigt wird. Von hier fließt das Kältemittel über eine Drossel 20 in den Verdampfer 18.

Die Arbeitsübertragung von flüssigem Leichtmetall auf die zu pumpende Substanz braucht keineswegs eine direkte zu sein, sondern es kann z. B. das flüssige Leichtmetall eine hin und her gehende Bewegung machen und dabei einen schweren flüssigen Kohlenwasserstoff, der in einem Zylinder einen flüssigen Kolben bildet, vor sich hin und her schieben. Der Kohlenwasserstoffkolben kann dann nach der Art einer Kolbenpumpe die Kompression irgendeines Dampfes vollziehen. Es kann auch an die hermetisch abgeschlossene Apparatur ein in der Längsrichtung federndes Rohr angeschlossen sein, das an dem einen Ende mit dem Innern der Apparatur kommuniziert und dessen anderes Ende verschlossen ist. Indem dieses Rohr von innen her durch das flüssige Metall mittelbar oder unmittelbar periodisch gestreckt wird, kann nach außen Arbeit abgegeben werden, und es liegt eine Kraftmaschine vor, mit deren Hilfe für irgendwelche beliebigen Zwecke Arbeit verrichtet werden kann.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Pumpe, vorzugsweise für Kältemaschinen, zur Umwälzung von Flüssigkeiten oder Kompression von Dämpfen in einem geschlossenen System, bei welcher die Arbeitsübertragung auf die zu pumpende Substanz mit Hilfe einer Betriebsflüssigkeit erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsflüssigkeit ein Leichtmetall oder eine Legierung, die zumindest ein Leichtmetall enthält, ist.

2. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Leichtmetall ein Alkalimetall, vorzugsweise Kalium, ist.

3. Pumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsflüssigkeit eine Kalium-Natrium-Legierung ist.

4. Pumpe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Magnetfeld auf das vom elektrischen Strom

durchflossene Leichtmetall einwirkt und das flüssige Metall so in der zum Pumpen notwendigen Bewegung hält.

5. Pumpe nach Anspruch 1 bis 4, bei welcher das flüssige Metall in einem ringförmigen Spalt durch die Wirkung eines mittels Zwei- oder Mehrphasenwicklung erzeugten Wanderfeldes bewegt wird, gekennzeichnet durch eine solche Anordnung der Wicklungen (4 bis 7) und der zwischen den Wicklungen befindlichen Zähne der Armatur (8 bzw. 9), daß die im flüssigen Leichtmetall auftretenden ponderomotorischen Kräfte die Flüssigkeit von der einen Stirnberandung des zylindrischen oder konischen (im Grenzfall ebenen) ringförmigen Spaltes (3) zu der anderen Stirnberandung führen.

6. Pumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die im flüssigen Leichtmetall induzierten Stromlinien des elektrischen Stromes die Achse des ringförmigen Spaltes (3) umkreisen.

7. Pumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Zähne der Armatur (8 bzw. 9) zu der Achse des

Ringraumes nicht parallel, sondern senkrecht liegen, im besonderen sie kreisförmig umgeben.

8. Pumpe nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Spulen (4 bis 7) in den Nuten zwischen den Zähnen der Armatur (8 bzw. 9) die Achse des Ringraumes (3) umschließen.

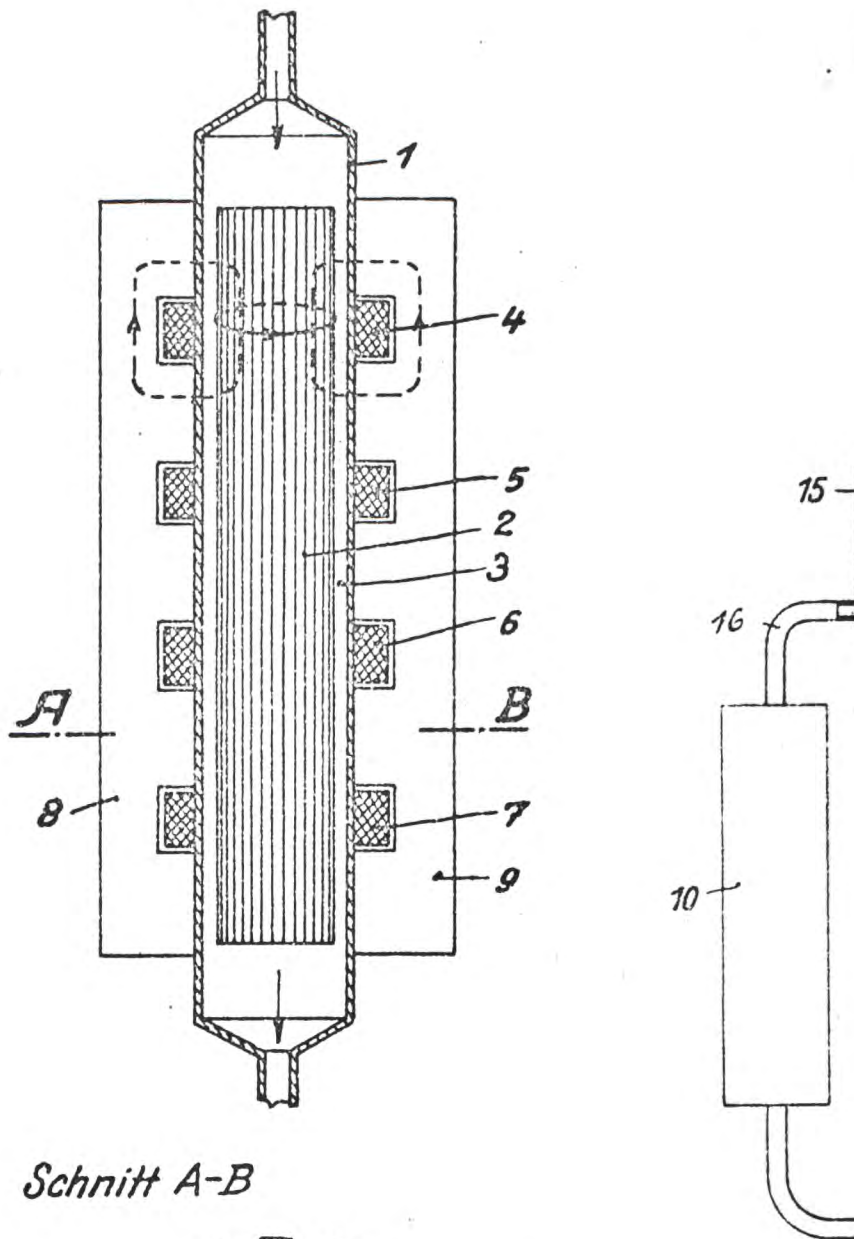
9. Pumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Spalt (3), welcher vom flüssigen Metall durchflossen wird, durch ein zylindrisches Rohr (1) einerseits und einen in dessen Innern sich befindlichen ferromagnetischen Kern (2) andererseits begrenzt ist, wobei dann der Spalt den ferromagnetischen Kern umschließt.

10. Pumpe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (2) radial lamelliert ist.

11. Pumpe nach Anspruch 5 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zähne und die Joche (8 bzw. 9) des Magnetkreises aus Blechen zusammengesetzt sind, deren Ebene zur Achse des Ringraumes (3) parallel ist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Abb. 1.



Schnitt A-B

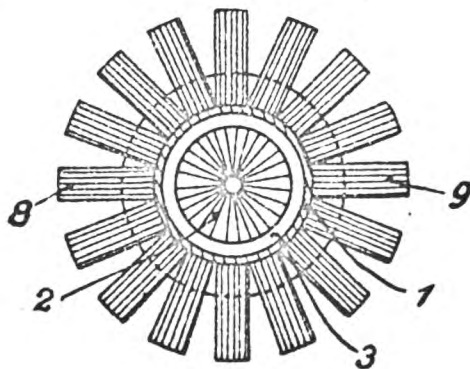
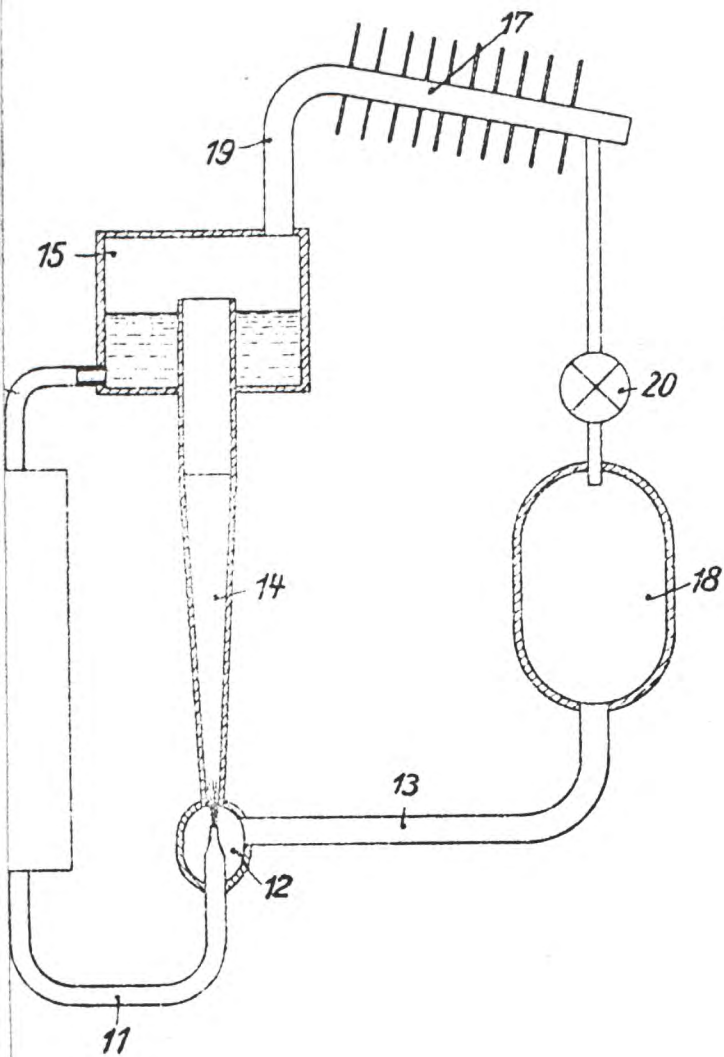


Abb. 2.



DEUTSCHES REICH



AUSGEGEBEN AM
20. SEPTEMBER 1933

REICHSPATENTAMT
PATENTSCHRIFT

№ 562040

KLASSE 21d² GRUPPE 1801

S 85876 VIII b/21 d²

6. Oktober 1932.

Tag der Bekanntmachung über die Erteilung des Patents: 29. September 1932



Dr. Leo Szilard in Berlin-Wilmersdorf und Dr. Albert Einstein in Berlin

Elektromagnetische Vorrichtung zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung

Patentiert im Deutschen Reiche vom 1. Juni 1928 ab

Die Erfindung betrifft einen Motor für den Antrieb von Arbeitsmaschinen, deren beweglicher Teil eine hin und her gehende oder schwingende Bewegung ausführt. Der Motor ist insbesondere geeignet zum Antrieb von Kompressoren, und zwar vorzugsweise bei deren Verbindung mit Kleinkältemaschinen.

Für den Antrieb der Arbeitsmaschinen dieser Art verwendete man bisher zumeist einen Elektromotor, dessen Drehbewegung durch Kurbeltriebe o. dgl. in eine oszillierende Bewegung umgewandelt wurde. Um diese Übertragungsmittel zu vermeiden, ist auch bereits vorgeschlagen worden, direkt dem beweglichen Teil des entsprechend ausgebildeten Motors eine oszillierende Bewegung zu erteilen, indem man intermittierend den Statorstrom umschaltete oder indem man ihn eine periodische Bewegung entsprechend der Netzfrequenz ausüben ließ.

Bei dem Motor nach der Erfindung ist eine Umschaltung nicht notwendig, und die Oszillationsbewegung kann unabhängig von der Netzfrequenz gehalten werden. Dieses wird dadurch erreicht, daß die Umkehr der Bewegungsrichtung der nach Art eines Einphasen- asynchronmotors ausgebildeten Antriebsvorrichtung bei unveränderter Primärschaltung während des ganzen Arbeitsspieles lediglich durch zusätzliche Kräfte, beispielsweise durch Federkräfte, bewirkt wird, welche während der Bremsperiode den von dem Motor ausgeübten elektrodynamischen Kräften entgegenwirken.

Die Abb. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung im Schema gezeichnet. 1 ist der Ständer eines Einphasen- asynchronmotors und 2 sein Läufer. Die Welle 3 des Motors, welche in den Lagern 4 und 5 gelagert ist, kann sich nicht frei herumdrehen, sondern ist durch Federn 6 und 7 in der durch den in Abb. 1a eingezeichneten Pfeil angedeuteten mittleren Lage gehalten. Wird dem Läufer ein bestimmter Impuls erteilt, so daß er sich aus der mittleren Lage herausdreht, so werden die Federn angespannt und erteilen dem Läufer, nachdem sie ihn zum Stillstand gebracht haben, einen entgegengesetzten Impuls, so daß er sich über die mittlere Lage hinwegdreht und unter Anspannung der Feder in die entgegengesetzte Grenzlage ausschwingt. Wäre der Ständer nicht an das Wechselstromnetz angeschaltet, so würde der Läufer eine Weile zwischen den beiden in Abb. 1a durch gestrichelte Linien eingezeichneten Grenzlagen hin und her pendeln und durch die Reibung allmählich, auch wenn keine Arbeitsmaschine mit der Welle gekuppelt ist, zum Stillstand kommen. Anders ist es, wenn der Ständer an eine Wechselstromquelle geschaltet ist. Dann wirkt jeweils im Sinne der vorhandenen Drehrichtung ein zusätzliches Drehmoment auf den Läufer ein. (Es sei daran erinnert, daß ein Einphasen- asynchronmotor in demselben Sinne weiterläuft, in welchem man ihn anstößt.) Wir haben dann einen Motor, der eine schwingende Bewegung ausführt und der mit einer Arbeitsmaschine

~~Lagerexemplar~~