

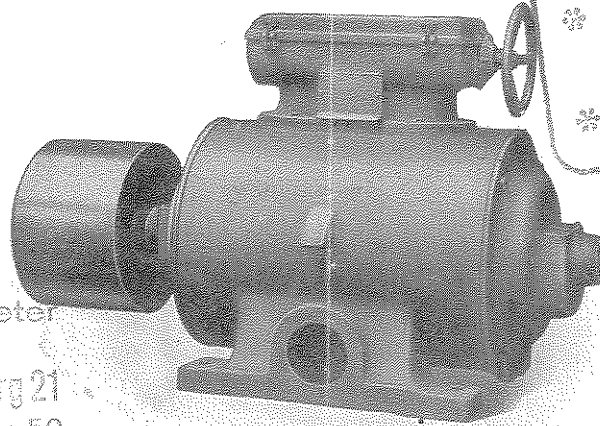
Cölner Elektromotorenfabrik Johannes Bruncken

Teichstraße 6 a

Köln-Bickendorf.

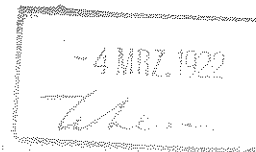
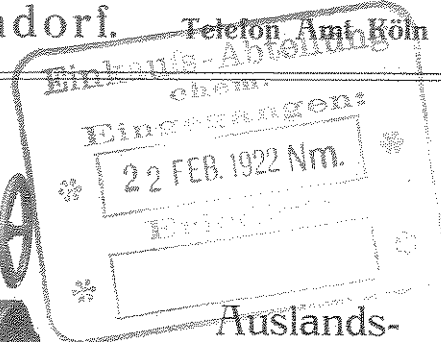
Telefon Amt Köln A 3345

Inlands-
Patente



Auslands-
Patente

Port- und General-Vertreter
für Norddeutschland
H. H. A. Hesse, Hamburg 21
und Ausstellungslokal Hofweg 50
Telephon: Merkur 8462
Telegraphenadresse: Höltyhese



Wirkungsweise und Konstruktion des neuen mit Last anlaufenden Drehstrom-Doppel-Kurzschlussanker-Motors.

Auf dem Gebiete der Drehstromtechnik war man schon seit langer Zeit bemüht, die dem Schleifringankermotor immerhin noch anhaftenden Unvollkommenheiten zu beseitigen. Die ganzen Bemühungen liefen darauf hinaus, diesem Motor, besonders in konstruktiver Hinsicht, die guten Eigenschaften des Kurzschlussanker-Induktions-Motors zu geben. Wenn auch der Drehstrommotor gegenüber seinen Schwestermotoren, besonders der Gleichstrommaschine, verhältnismässig einfach, billig und solide ist, so haben sich in der Praxis dennoch allerhand Mängel gezeigt, die zu beseitigen recht wünschenswert wären. Wenn wir uns nun den einfachen soliden und nahezu unzerstörbaren Kurzschlussankermotor vor Augen halten, so geht naturgemäss unser Streben dahin, diesen Motor möglichst in unveränderter Form, auch für grössere Leistungen verwenden zu können. Es dürfte allen bekannt sein, dass die meisten Elektrizitätswerke den Kurzschlussankermotor nur in Leistungen bis zu 2 oder 3 Pferden zulassen. Darüber hinaus werden die Anlaufverhältnisse so ungeschickt, dass Störungen in der Leitungsanlage durch anormal grosse Spannungsschwankungen durch die hohen Anlaufströme eintreten. Man ist infolgedessen gezwungen, schon bei grösseren Leistungen als die genannten zum Schleifringankermotor zu greifen, bei dem die Anlaufverhältnisse nicht störend auf das Netz einwirken, der aber schon in seiner ganzen Konstruktion bedeutend komplizierter und infolgedessen auch empfindlicher und betriebsunsicherer ausfällt. Es ist ferner bekannt, dass der Schleifringanker entgegen dem Kurzschlussanker eine isolierte Wicklung in seinen Nuten trägt, dass die Spulen gegen Zentrifugalkraft geschützt und gut voneinander isoliert sein müssen, dass ferner Schleifringe mit aufliegenden Bürsten verwandt werden müssen, und dass man einen besonderen Anlasser verwenden muss, dessen Widerstände und Kontakte sehr häufig zu Störungen Veranlassung geben, und dass endlich noch meistens eine Kurzschluss- und Bürstenabhebevorrichtung empfehlenswert ist, die ein dauerndes Schleifen der Kohlenbürsten auf den Schleifringen verhindert, und die den Wirkungsgrad der Maschine noch um ein ganz geringes verbessert. Gerade diese zuletzt genannte Vorrichtung ist sehr häufig die Ursache von Störungen, denn, wenn dieselbe nicht richtig betätigt wird, so sind die Kontakte verbrannt, und die Maschine ist meistens schon nicht mehr betriebsfähig. Um nun bei Motoren

kleinerer Leistungen nicht gleich zum bedeutend teureren Schleifringanker greifen zu müssen, verwendet man bei Motoren in Grösse von 2 bis 3 Pferden sehr häufig mit Vorteil die sogenannte Stern-dreieckschaltung. Durch diese Schaltung ist man tatsächlich in der Lage den hohen Einschaltstrom des Kurzschlussankermotors auf den dritten Teil herunterzudrücken, sodass also nicht etwa der 5- bis 6fache, sondern nur noch der etwa doppelte Normalstrom im ersten Einschalt Augenblick entsteht. Das Anzugsmoment, welches normalerweise etwa das $2\frac{1}{2}$ fache von Vollast beträgt, geht dabei ebenfalls auf etwa den dritten Teil, also auf 80 % von Vollast herunter, sodass, wenn keine besonders schweren Anzugsverhältnisse vorliegen, dieser Kurzschlussankermotor mit Stern-dreieckschaltung unbedingt genügt. Dann hilft man sich auch schon in der Weise, dass man den Kurzschlussankermotor mit einem sogenannten Gehäuseanlasser anlässt. Dies ist ein Widerstand, der in den Gehäusestromkreis gelegt wird, und der bei Anlauf langsam bis auf Null abgeschaltet wird. Mit diesem Widerstand macht man in Wirklichkeit nichts anderes, als dass man die Maschine im Augenblick des Einschaltens an eine reduzierte Netzspannung legt, sodass der Anlassstrom etwa proportional der reduzierten Spannung heruntergeht. Da das Drehmoment aber quadratisch mit der reduzierten Spannung sinkt, so ist es ohne weiteres einleuchtend, dass, wenn wir etwa den doppelten Normalstrom, wie bei dem Stern-dreieckschalter, zulassen wollen, das Drehmoment des Motors, da die Spannung auf ein Drittel ihres Normalwertes gesunken ist, schon auf den neunten Teil desjenigen Wertes sinkt, der beim direkten Einschalten bestanden hätte. Nehmen wir hier als Anfangswert wieder etwa das $2\frac{1}{2}$ fache normale Drehmoment an, so bliebe noch ein Drehmoment von $2\frac{1}{2}$ durch 9 = etwa 28 % des Normalwertes übrig. Man sieht also, dass, wenn auch beim Gehäuseanlasser eine feinere Regulierung bei Anlauf möglich ist, der Motor selbst jedoch, gleicher Anlaufstrom vorausgesetzt, bedeutend weniger anzieht. Der Stern-dreieckschalter dagegen hat den Nachteil, dass nur eine Anlaufstufe möglich ist, und wenn die Maschine sich in dieser Stufe nicht in Bewegung setzt, man gezwungen ist, direkt in die Betriebsstellung zu schalten, wodurch dann allerdings der ganze Stern-dreieckschalter illusorisch ist.

Auf Grund dieser Tatsache hat man nun versucht, andere

Mittel und Wege zu finden, um nach Möglichkeit eine Verbesserung zu schaffen, und es sind daher im Laufe der Zeit eine ganze Reihe Konstruktionen auf den Markt geworfen worden, die gewiss beachtenswert sind, aber die doch im grossen und ganzen genommen,

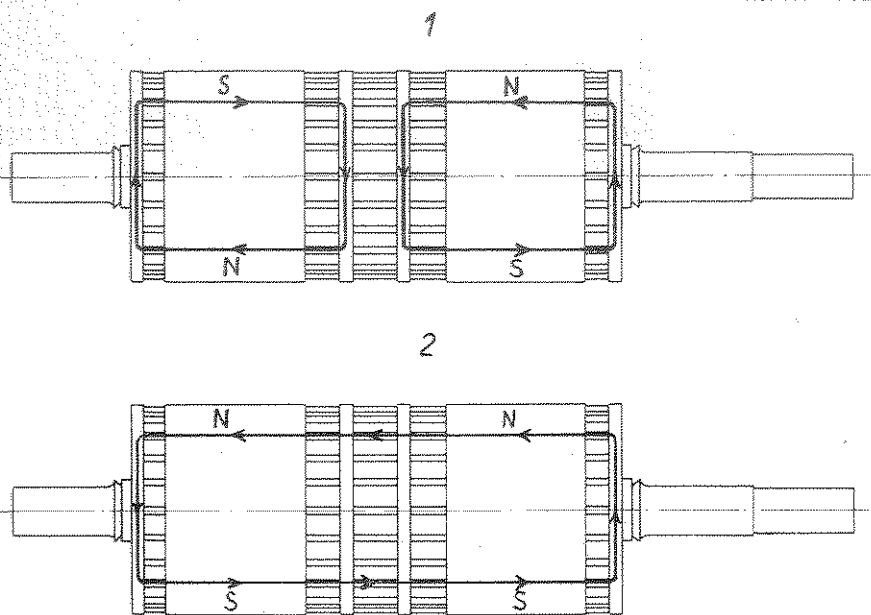


Fig. 1.

sich nicht in der Praxis zu behaupten vermochten. Auch hier handelt es sich lediglich um Konstruktionen, die gewissermassen einen Uebergang vom Kurzschlussankermotor zum Schleifringankermotor darstellen, aber niemals den Schleifringanker vollwertig ersetzen.

Einen grossen Schritt zur weiteren Vervollkommenheit bildet der Doppelankermotor nach dem französischen Patent von Boucherot aus dem Jahre 1899, bzw. nach einem amerikanischen Patent von Charles Bradley, New York, aus dem Jahre 1894. Letzterer hat ein ganz neues System und eine ganze neue Wirkungsweise dadurch geschaffen, dass er zwei Motoren zu einem einzigen konstruktiv vereinigte. Er setzte beide Anker auf eine gemeinsame Welle und versah sie mit gemeinsamen Läuferstäben, die von einem Anker zum anderen, also frei durch die Luft, führten (siehe Fig. 1).

Die beiden gleich konstruierten Gehäuse sind mit ihrer Drehstromwicklung an ein und dasselbe Netz gelegt und zwar so, dass die Drehfelder in beiden Gehäusen bei gleicher Polzahl und gleichem Drehsinn eine solche Lage zueinander haben, dass an derjenigen Ankerseite, wo das eine Gehäuse beispielsweise einen Nordpol erzeugt, das andere Gehäuse einen Südpol aufweist. Die Folge hiervon ist, dass die elektromotorischen Kräfte in den Ankerstäben gegeneinander gerichtet sind. Die sich bildenden Ströme können sich nun aber durch Widerstände schliessen, die in Form von Bandagen und zwar an der Stelle, wo die Stäbe frei durch die Luft gehen, diese umgeben (siehe das obere Bild 1 in Fig. 1). Diese Bandagen sind mit jedem einzelnen Stab verlötet und weisen einen solchen hohen Ohmwert auf, dass der Einschaltstrom, welcher dem Netz entnommen wird, seinen Normalwert nicht überschreitet. Setzt sich der Motor in Bewegung, so wird auf irgendeine Weise eines der beiden Gehäuse mechanisch oder elektrisch um eine halbe Polteilung verdreht, sodass während des Betriebs an ein und derselben Ankerseite stets gleiche Pole bestehen (siehe das untere Bild 2 in Fig. 1). Die elektromotorische Kraft in den gemeinsamen Läuferstäben hat jetzt ein und dieselbe Richtung in jedem Stab und die erwähnten Widerstandsbandagen liegen nur noch auf Stäben gleichen Potentials, sodass sie somit stromlos geworden sind. Durch dieses Anlassverfahren ist man tatsächlich in der Lage, bei normalem Strom, auch nahezu normales Drehmoment zu erzeugen.

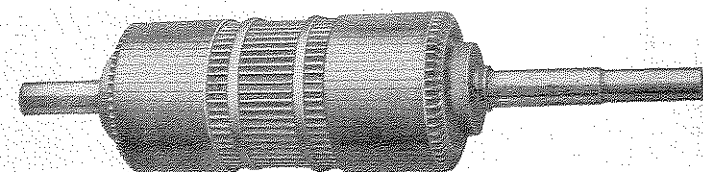


Fig. 2.

Charles Bradley hat nun diesen Doppelankermotor dadurch angelassen, dass er ein Gehäuse des Motors mechanisch in einer Führung drehbar anordnete, und wurde dasselbe während der Anlaufperiode um 180° einer Polteilung langsam verdreht. Diese Konstruktion ist aber verhältnismässig teuer, und hat er sich daher ein zweites Anlassverfahren gleichzeitig patentieren lassen, wonach die Wicklung eines Gehäuses ähnlich wie diejenige eines Gleichstromankers ausgeführt ist, und sind von den einzelnen Spulenköpfen Abzweigungen nach Kontakten geführt, auf welchen ein dreiarmer Drehschalter schleift. Diese drei Arme liegen an der Netzleitung und führen dem Gehäuse somit den Drehstrom zu. Durch Verdrehen dieses Schalters wird das Drehfeld mitgedreht, und lässt sich auf diese Weise die 180° Verdrehung des Feldes bewirken. Boucherot hat in einer französischen Patentschrift aus dem Jahre 1899 diesen Doppelankermotor dadurch angelassen, dass er einen Drehtransformator verwandte. Dieser Transformator war nun wiederum entweder mit einem von Hand drehbaren Sekundärteil ausgeführt, oder aber er hatte einen stillstehenden Sekundärteil, der wiederum eine Wicklung gleich einem Gleichstromanker aufwies, auf dessen Kollektor eine drehbare, dreiarmlige Bürstenbrücke angeordnet war. Das Gehäuse dieses Transformators lag wiederum am Netz, während die verdrehbare Bürstenbrücke den Sekundärstrom in das zweite Gehäuse des Doppelankermotors leitete. Alle diese Verfahren führten zum selben Ziele und waren dabei mehr oder weniger teuer in der Herstellung. Ausserdem kam noch der Nachteil hinzu, dass bei der Verdrehung des Feldes die Maschine, besonders bei starker Belastung, noch nicht genügend Umdrehungen annahm und infolgedessen ziemlich starke wattlose Ströme dem Netz entzog, die den

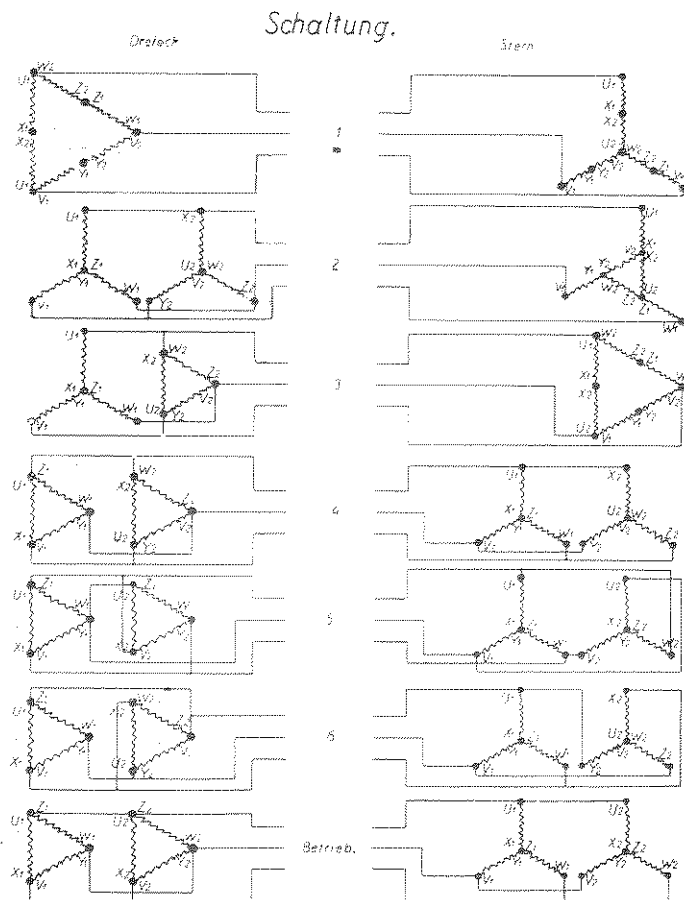


Fig. 3.

Leistungsfaktor verschlechterten. Auch hat die Maschine den Nachteil, dass der Ohmwert der Widerstandsbandagen um die Läuferstäbe, ein recht hoher sein musste, sodass also der Querschnitt dieser Bandagen recht gering ausfiel, wodurch dieser Widerstand bei Anlauf sehr schnell zu glühen begann. Auch liess sich ein Hartlöten oder Verschweissen dieser Widerstände

mit den Läuferstäben nicht vornehmen, da der Unterschied im Querschnitt der Läuferstäbe im Vergleich zu diesen Widerständen zu gross war, denn die Schweissflamme wird in diesem Falle niemals beide Teile gleichzeitig auf dieselbe Glühhitze bringen können. Endlich hat Boucherot im Jahre 1904 den Anlasstransformator dadurch vermieden, dass er mittelst eines geeigneten Schalters die einzelnen Phasen eines Gehäuses bei Anlauf so umschaltete, dass das Drehfeld von 60 zu 60 Grad, also in drei Stufen insgesamt um 180 Grad, verdreht werden konnte. Wenn auch diese Anlassmethode sehr billig war, so genügten andererseits die drei Stufen nicht, um anormale Stromstösse bei Anlauf zu vermeiden.

Alle diese vorerwähnten Nachteile sind jetzt bei dem Doppelankermotor, den die Cölner Elektromotorenfabrik Johannes Bruncken auf den Markt bringt, voll und ganz vermieden.

Der wesentliche Unterschied in der Anlassmethode gegenüber Boucherot und Bradley besteht nämlich darin, dass die beiden Doppelgehäuse bei Anlauf nicht direkt in Parallelschaltung, sondern zuerst in Serienschaltung zueinander gebracht sind, während die Parallelschaltung wiederum die normale Betriebsschaltung ist. Durch diesen Umstand geht die magnetische Induktion auf die

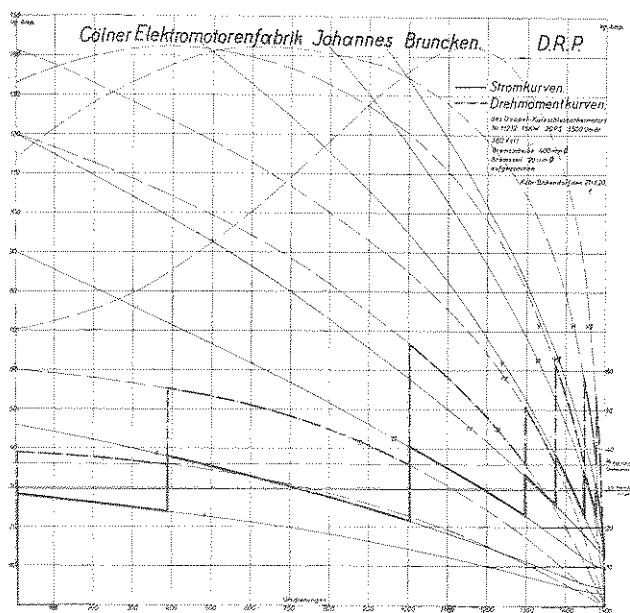


Fig. 4.

Hälfte herunter, und der Einschaltstrom nimmt den vierten Teil des sonst üblichen Wertes an. Der Ohmwert der Widerstandsbandage ist bei diesen Motoren dagegen so gering, dass er etwa nur viermal so gross ist, als wie der Widerstand des ganzen Ankers während des Betriebes. Hierdurch ist man in der Lage, den Querschnitt dieser Widerstandsringe so gross zu wählen, dass ein Verschweissen mit den Läuferstäben mit Leichtigkeit möglich ist (siehe Fig. 2). An Hand des Heyland-Diagrammes lässt sich nun leicht nachweisen, dass das Anzugsmoment in

nabezu genau so gutem Verhältnis zum Anlaufstrom steht, als wie das normale Drehmoment zum normalen Strom. Der Einschaltstrom erreicht auf diese Weise eine Grösse, die allgemein noch etwas unter dem Normalstrom liegt. Durch die in Fig. 3 angegebenen Schaltungen wird nun bezweckt, dass die Induktion von Stufe zu Stufe langsam erhöht wird, bis endlich in der vierten Stufe die Parallelschaltung erreicht ist. Jetzt hat die Maschine aber schon etwa 80% ihrer normalen Touren angenommen und lässt sich daher die Verdrehung des Magnetfeldes eines Gehäuses ohne Erzeugung von wattlosem Strom in drei Stufen vornehmen. Diese Verdrehung erfolgt in den Stufen 5, 6 und 7 und zwar dadurch, dass durch Umschaltung der einzelnen Phasen das Feld dreimal um 60° verschoben wird.

Die Abbildung 3 zeigt zwei Schaltungsreihen und zwar eine, welche der Sternschaltung entspricht und im allgemeinen für 380 Volt Verwendung findet, während die zweite der Dreieckschaltung entspricht und allgemein bei 220 Volt angewandt wird.

Die Abbildung 4 zeigt ein Kurvensystem, und zwar bilden die punktierten Linien den Verlauf der Drehmomente, und die ausgezogenen Linien den Verlauf der Ströme während der Anlaufperiode von Null bis zu den Leerlauf Touren. Für jede Schaltstellung ist ein solches Kurvenpaar eingezeichnet, sodass sich für jedes gewünschte Drehmoment nunmehr mit Leichtigkeit die Strom- sowie die Drehmomenten-Treppe ergibt. Die bereits eingezeichneten Treppen beziehen sich auf den Fall, dass bei Anlauf beispielsweise das Drehmoment $\frac{3}{4}$ Vollast nicht unterschritten werden soll. Es ist hier ohne weiteres zu ersehen, dass die sich ergebende Stromtreppe genau dasselbe Aussehen erreicht, wie beim normalen Schleifringankermotor. Dasselbe trifft auch zu, wenn die Belastung bei Anlauf vergrössert oder verkleinert wird. Wie die Prüfungsprotokolle der bereits ausgeführten Maschinen sämtlich zeigen, erreichen die Doppelankermotoren auch während des Betriebes genau dieselben guten Verhältnisse wie die Schleifringankermaschinen. Der Leistungsfaktor und der Wirkungsgrad sind sogar noch eher etwas höher, da die Läuferstaben keinerlei Isolation aufweisen und somit den grösstmöglichen Querschnitt an Kupfer aufzunehmen in der Lage sind. Auch der Leistungsfaktor wird durch die sehr geringe Ankerstreuung trotz Verwendung von zwei Gehäusen eher noch besser, als beim normalen Motor. Die bei Anlauf auftretende Wärmeenergie lässt sich in der grossen Masse des Läuferkupfers mit Leichtigkeit aufspeichern, und wird dieselbe während des Anlaufs selbst und vor allen Dingen während des Betriebes durch die vorzügliche Kühlung wieder abgeführt.

Die Abbildung 5 zeigt einen Querschnitt durch die Maschine. Es ist in derselben den Weg der Kühlluft eingezeichnet. Dieselbe wird durch eine Fussöffnung angesaugt, gelangt alsdann in die beiden seitlichen Kammern B, wo sie die Gehäusewände umspült, tritt alsdann von aussen in die Ankerbüchsen ein, und wird von dem inneren Hohlraum zwischen den beiden Ankerstäben der frei durch die Luft gehenden Läuferstäbe, die direkt als Ventilatorflügel wirken, in die mittlere Kammer A geschleudert, von wo sie durch die andere Fussöffnung wieder ins Freie gelangt. Diese Kühlung ist so vorzüglich, dass die Maschine mit vollkommen geschlossenen Lagergehäusen ausgeführt werden kann, ohne dass hierdurch eine unzulässig hohe Erwärmung entsteht. In staubigen und feuchten Räumen ist man leicht in der Lage an der Ansaugöffnung eines Fusses eine Rohrleitung aus Blech anzubringen, die der Maschine Frischluft aus einem Nachbarraum zuführt.

Die Konstruktion des Doppelgehäuses ist die denkbar einfachste. Die einzelnen Gehäuse werden für sich gewickelt und alsdann in das Hauptgehäuse seitlich eingesetzt. Das Herstellen der einzelnen Schaltungen für den Anlauf geschieht durch einen Controller, der direkt auf dem Motor selbst angebracht ist, und führen die Verbindungsleitungen von der Motorwicklung zum Controller durch den Fuss desselben, sodass eine Beschädigung von aussen her unmöglich gemacht ist.

Die Abbildung 6 zeigt die Verbindungen der Motorwicklungen mit den Controllerfingern, sowie den Anschluss des Leitungsnetzes an den Controller, während die Abbildung 7 ein Lichtbild des Controllers und der Walze allein zeigt.

Die Abbildung (auf der Vorderseite) zeigt die vollständige Maschine, so wie sie zum Versand gelangt. Das einfache schlichte Aeusserer lässt sicherlich auf die Solidität dieser Maschine schliessen, die auch in der Tat durch die nur denkbar einfachste Konstruktion und Bauart gewährleistet ist. Die auf diesem Bild sichtbare Öffnung am Fusse ist die Ansaugöffnung für Frischluft, die sich mit einer Rohrleitung leicht

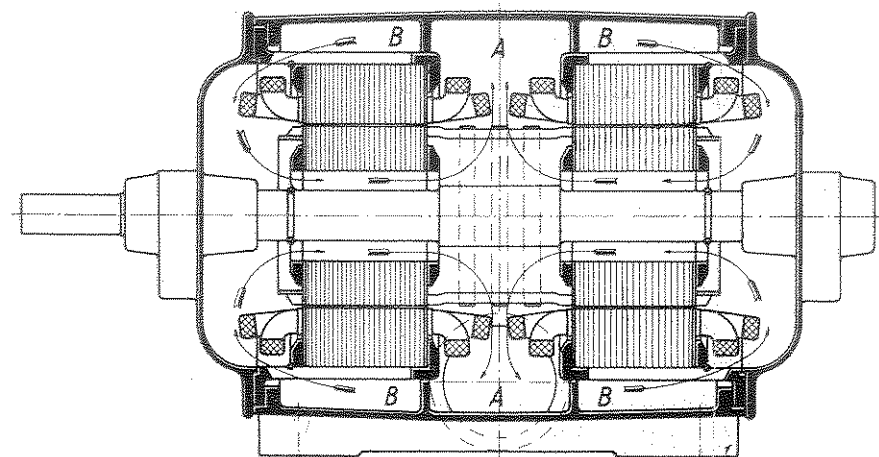


Fig. 5.

verbinden lässt, um in explosionsgefährlichen und staubigen Räumen, diese Frischluft aus einem Nachbarraum dem Motor zuzuführen.

Was nun die Gewichts- und die Preisfrage dieser neuen Motortype anbelangt, so kann etwa folgendes ausgeführt werden:

Die Gewichte sind lediglich aus dem Grunde etwas grösser als wie die der normalen Schleifringmotoren gleicher Leistung, weil erstlichmal der Kontrollor mit der Maschine fest verbunden ist und somit das Gewicht der Maschine erhöht. Ein weiterer Teil des geringen Mehrgewichts steckt jedoch in der etwas reichlicheren Dimensionierung der aktiven Eisenmassen, denn die Ausnutzung der Materialien sollte nicht zu weit getrieben werden, wie es heute bei den offenen Motoren mit künstlicher Kühlung durch Ventilator der Fall ist, auch schon mit Rücksicht auf eine möglichst hohe Überlastungsfähigkeit dieser Maschine. Die Selbstkosten in Bezug auf Löhne decken sich ziemlich genau mit denen der normalen Schleifringmotoren mit Abhebevorrichtung

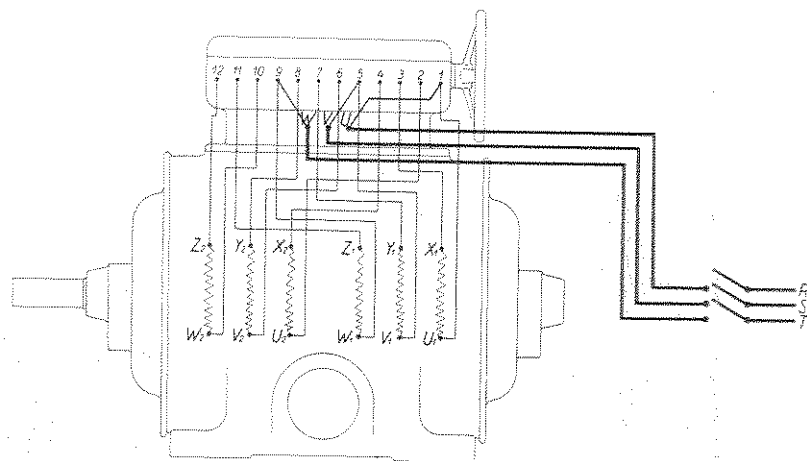


Fig. 6.

und Anlasser, sodass der Preis der Maschine demjenigen des Schleifringankermotors gleich gemacht werden konnte. Berücksichtigt man nun aber, dass der Kunde eine sozusagen gekapselte Maschine bekommt, für die er sonst einen gewissen Mehrpreis hätte zahlen müssen, und berücksichtigt man ferner, dass der Anlasser bei der Montage und die Installation der Leitungen für denselben fortfallen, so stellt sich die Maschine relativ genommen, billiger als der Schleifringankermotor. Die bisherigen Ergebnisse aus der Praxis haben auch in Bezug auf Betriebssicherheit überaus zufriedenstellende Ergebnisse gezeigt, und sind bereits die Konzessionen von den hauptsächlichsten Drehstromzentralen zum Anschluss dieser Maschine als gleichwertig mit dem Schleifringankermotor erteilt. Es seien hier genannt:

Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk, Essen und Reisholz, das Elektrizitätswerk Berggeist, Brühl, die Stadt Köln.

Ferner haben auch bereits mehrere Sächsische Überlandzentralen ihre Zulassung gegeben.

Zum Schlusse sollen noch einmal die ungeheuren Vorteile dieser Maschine dem normalen Schleifringankermotor gegenüber hervorgehoben werden. Sie sind:

1. Die äusserst solide und praktisch unzerstörbare Ankerkonstruktion, denn es fehlen die Isolation, die Schleifringe mit Bürsten, sowie die Kurzschluss- und Bürstenabhebevorrichtung.

2. Die natürliche Ankerkonstruktion ist der gegebene Ventilator. Seine Schaufeln sind die Läuferstäbe, in denen bei Anlauf die Wärme frei wird, und die somit vorzüglich die Wärme abführen.

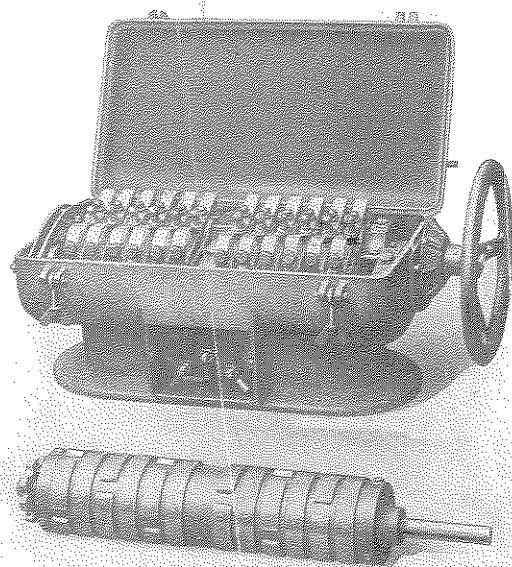


Fig. 7.

3. In staubigen, feuchten oder säurehaltigen Räumen lässt sich in einfacher Weise eine Saugleitung mit dem Motor verbinden, die aus einem Nachbarraum Frischluft dem Motor zuführt. Der Motor selbst benötigt zu diesem Zwecke keine besondere Kapselung.

4. Die höchsten Tourenzahlen sind konstruktiv leicht zu erreichen, da der Anker einen festen Körper bildet.

Als 5 sei noch ein Punkt hervorgehoben, der von unüberblickbarer Tragweite ist, das ist die

Schlagwettersicherheit dieser Maschine, denn an keiner Stelle derselben treten betriebsmässig Funken auf. Der Kontrollor liesse sich hingegen unter Oel setzen, sodass für explosionsgefährliche Räume und Kohlenbergwerke dieser Kurzschlussankermotor ohne irgendwelche empfindliche Teile in doppelter Hinsicht das Gegebene ist.