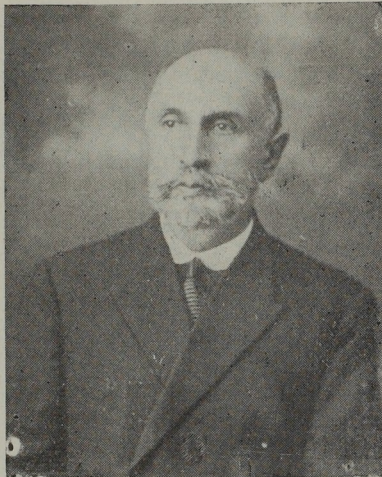


Die Arbeiten Nikola Teslas auf dem Gebiete der angewandten Mechanik

In verschiedenen Ländern deutet man den Begriff „Genie“ verschieden, aber allen Deutungen ist gemeinsam, dass man darunter jemanden versteht, der ein erhöhtes geistiges Leben führt und dessen Tätigkeit nicht nur für seine Persönlichkeit, sondern für sein ganzes Volk, ja sogar für die ganze Welt von Bedeutung ist. Eine besondere Eigenschaft des Genies ist die ausnahmsweise grosse Konzentrationsfähigkeit, sozusagen, die Fähigkeit, seine geistigen Kräfte bei der Betrachtung der Umgebung gesammelt auf einen Gegenstand zu richten. Diese Definition des Begriffes „Genie“ passt, wie es besser nicht sein könnte, auf die Persönlichkeit Nikola Teslas. Seine Entdeckungen haben Weltbedeutung, in keinem Falle geringere als die des berühmten Faraday. Seine Forschung begrenzt sich nicht auf ein Wissensgebiet und sein entdeckender und analysierender Geist sucht Nahrung in allem, was um ihn herum sich befindet. Häufig gibt er sich nicht mit den bestehenden Lösungen verschiedener wissenschaftlicher und technischer Probleme zufrieden, sondern sucht und findet neue Wege zu zeitgemässeren Lösungen dieser Probleme.



G. N. Plo-Ulsky

Ueber die genialen Entdeckungen Nikola Teslas auf dem Gebiete der Elektrizität, die sich bereits die ganze technische Welt zunutze macht, wird dieser Tage zur Geburtstagsfeier des grossen Weltgelehrten sehr viel geschrieben; dieser Aufsatz nun gibt eine Ueber-

sicht über die Arbeiten, die, der breiten Oeffentlichkeit weniger bekannt, in das Gebiet der angewandten Mechanik gehören. Von diesen Arbeiten verdient vor allem besondere Beachtung die Idee des Systems der Rotationsmaschinen, die auf einem neuen, in der Technik noch nicht ausgenützten Prinzip beruht. Da die Arbeitsmaschinen im Prinzip umgekehrte Antriebsmaschinen sind, so ist der wesentliche Gedanke Nikola Teslas hinsichtlich der einen und der anderen der gleiche und besteht in der Ausnützung bestimmter Eigenschaften der Flüssigkeiten, besonders der Kohäsion und der Viskosität, als aktiver Elemente, die im Falle der Antriebsmaschinen d. i. der Turbinen, die Energie der Arbeitsflüssigkeit auf den Rotor, der mit ihr in Verbindung steht, übertragen sollen, und bei den Arbeitsmaschinen (Pumpen, Kompressoren etc) die Energie, welche der Rotorwelle mitgeteilt ist, auf die Flüssigkeit, die sich fortbewegt, übertragen sollen. Da die innere und äussere Reibung der Flüssigkeit von ihren Eigenschaften, der Kohäsion und der Viskosität, bestimmt werden, so wird der Widerstand der Bewegung des Körpers, der von diesen Eigenschaften abhängt, häufig Reibungswiderstand genannt, ebenso könnten genannte Maschinen der Einfachheit halber auch als Reibungsmaschinen bezeichnet werden. Der leitende Gedanke hiebei steht zum Teil in Widerspruch mit den bestehenden Auffassungen der Aufgabe der Reibungskräfte in den Maschinen, nach welchen diese als der Bewegung hinderliche Widerstände gelten, die man immer auf ein Minimum zu reduzieren trachtet, aber der Gedanke, welcher Tesla leitete, war auf die Vernichtung jener bestehenden veralteten Arbeitsmethoden der Rotationsmaschinen gerichtet, die untrennbar an die Art und Weise der Energieübertragung der Arbeitsflüssigkeit an das ausführende Organ der Maschine gebunden sind. Allen ist bekannt, dass bei den bestehenden Rotationsmaschinen die Arbeitsflüssigkeit zwangsläufig durch bewegliche und unbewegliche Kanäle fliesst und dass diese Bewegung durch verschiedene hydraulische Widerstände beeinflusst wird, welche in den verschiedenen Veränderungen des Querschnittes der Kanäle, in der Veränderung der Richtung und der Geschwindigkeit, in den Randschlägen beim Einströmen in die einzelnen Kanalteile, in den Strömungswirbeln etc. ihren Ursprung haben. Diese Widerstände vermindern bedeutend den Wirkungsgrad der Maschinen und gerade diese Widerstände bemühte sich Tesla dadurch zu vernichten, dass er für die Rotationsmaschinen eine andere Art der Energieübertragung vorsah, bei der sich die Arbeitsflüssigkeit nicht zwangsläufig, sondern auf ihrem natürlichen Weg ohne die genannten Widerstände bewegt.

Von den Tesla — Rotationsmaschinen ist das interessanteste Beispiel seiner angewandten Idee die Reibungsturbine, weil bei deren Verwirklichung sich neue Möglichkeiten eröffnen zur Herstellung

eines ökonomischen Motors mit innerer Heizstoffverbrennung, welchen die Technik längst sucht.

Das Prinzip der Einrichtung der Rotationsmaschinen im allgemeinen patentierte Tesla schon im Jahre 1909 und im Jahre 1911 separierte er das Patent der Reibungsturbine. Die Originalität und die Neuheit dieses Gedankens sowie der weltberühmte Name Teslas veranlasste die Ingenieure jener Zeit, diese Konstruktion besonders zu beachten und in den technischen Zeitschriften wissenschaftliche Diskussionen darüber zu führen. Das Schema der Reibungsturbine wurde in folgender Form veröffentlicht: Im Gehäuse 19 (Fig. 1) befindet

N. TESLA.
TURBINE.

APPLICATION FILED JAN. 17, 1911.

1,061.206.

Patented May 6, 1913.

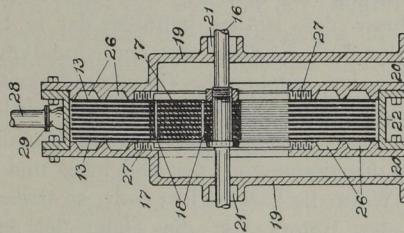


Fig. 2

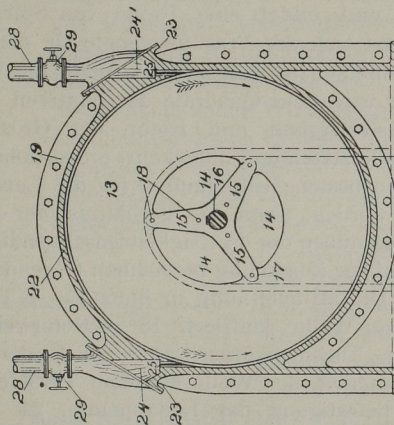


Fig. 1

Witnesses:
A. D. Mag. G. G. G.
W. W. W.

Nikola Tesla, Inventor
By his Attorneys
New, Page, Cooper & Hayward

Fig. 1.

sich der Rotor, der in den Lagern läuft und aus einer Reihe runder Stahlplatten besteht, welche zueinander parallel, sehr eng aneinandergerückt stehen. In den mittleren Teilen dieser Platten sind Oeffnungen 14, so, dass auf diese Weise in der Mitte des Rotors ein Kanal entsteht, welcher in Verbindung mit dem Auspuffraum und mit den Austrittsstutzen 20 steht. Wenn als Arbeitsmaterie irgend eine elastische Flüssigkeit verwendet wird, z. B. Dampf oder Gas, was der interessanteste Fall ist, so wird diese durch einen der Injektoren 24 oder 24' eingeblasen, je nachdem, ob die Drehung nach der einen oder der anderen Seite gewünscht wird. In diesen Injektoren wird die potentielle Energie des Dampf — oder Gasdruckes in Geschwindigkeitsenergie umgewandelt und der Strahl der Arbeitsflüssigkeit tritt mit der lebendigen Kraft, die er auf diese Weise erhält, in den Raum zwischen den Rotorscheiben und zieht diese durch seine Bewegung mit sich. Da nun die Arbeitsflüssigkeit sich unter dem Einflusse des Rotors befindet, der in Bewegung ist, so vollführt sie unter dem Einfluss der Zentrifugalkraft eine spiralenförmige Bewegung, bei welcher die Geschwindigkeit allmählich um soviel abnimmt, als sich die Flüssigkeit dem mittleren Auslass im Rotor nähert. Nachdem die Flüssigkeit diesen Kanal durchlaufen hat, tritt sie in den Eingangsraum des Gehäuses und von hier in die Austrittsstutzen. Wenn die Turbine leer läuft, so erreicht die Umfangsgeschwindigkeit des Rotors fast die Höhe der Anfangsgeschwindigkeit des Strahls der Arbeitsflüssigkeit, der Weg der Flüssigkeit verlängert sich und bildet eine Reihe von Spiralwindungen. Bei Belastung verkürzt sich der Weg umsomehr, je mehr die Belastung wächst. Im allgemeinen ist festzustellen, dass die Umdrehungskraft proportional sein wird dem Quadrate der relativen Geschwindigkeit zwischen Arbeitsflüssigkeit und Rotor, der Grösse der aktiven Oberfläche dieses letzteren und umgekehrt proportional der Entfernung der Scheiben. Die besten Bedingungen für die Leistung der Turbine müssen erreicht werden, wenn das Verhältnis der Rotorumfangsgeschwindigkeit gegenüber der Flüssigkeitgeschwindigkeit ein zu zwei ist. Die Zahlen auf der Zeichnung bezeichnen folgende Teile: 13-Rotorscheiben, 14 — Die Mittelöffnung in ihnen, 15 — Tragstern, welcher den Rotor auf die Welle zentriert, 16 — Rotorwelle, 18 — Schraubenbolzen, 19 — Turbinenkörper, 20 — Auslasskanal, 21 — Dichtungen beim Ausgang der Welle aus dem Turbinengehäuse, 23 — Flanschen zur Befestigung der Leitapparate, 24 — Leitapparate, 25 — engster Querschnitt der Leitungsapparate, 26 — ringförmiger Kanal, welcher zusammen mit den Dichtungen 27 — den Einlass des Gehäuses vom Auslass abtrennt, 28 — Einlassrohre, 29 — Auslassventile.

Wenn man nun die praktischen Möglichkeiten, bei der Tesla-

Turbine günstige Umstände zur Umwandlung kinetischer Energie der Arbeitsflüssigkeit in mechanische Leistung auf der Rotorwelle zu erreichen, beiseite lässt und diese Maschine nur vom konstruktiven Gesichtspunkt aus betrachtet, so kann man zur Auffassung kommen, dass diese Turbine zufolge der Einheitlichkeit ihrer Konstruktion und des Mangels empfindlicher Teile, wie der Arbeitsschaufeln, welche nicht nur entsprechende Festigkeit, sondern auch entsprechend ausgewähltes Material erfordern, das hohe Temperaturen verträgt, das nicht empfindlich ist gegenüber chemischen Einflüssen möglicher Bestandteile der Arbeitsflüssigkeit, — eine sehr einheitliche und interessante Maschine darstellt, welche jedenfalls minimale Bedienung erfordert, am wenigsten Beschädigungen ausgesetzt ist und billig ist.

Was nun die praktische Frage der Erzielung eines hohen Wirkungsgrades betrifft, so stellt die theoretische Behandlung dieser Frage eine günstige Prognose, während ein endgültiges Urteil allein auf Grund der Untersuchung des Prüfmodelles im Betriebe erfolgen kann, welches ausserdem auch die vielleicht unbedeutenden Abweichungen vom Schema Teslas, die zur Erzielung der günstigsten Resultate sich als unumgänglich notwendig erweisen können, auf-

zeigt. Der französische Professor an der Ecole Nationale des Mines de St. Etienne, E. Merigeault, hielt es für sehr lehrreich, die Konstruktion der Tesla-Turbine in seine Vorträge einzureihen, und auch in der bekannten Zeitschrift „Revue Mécanique“ veröffentlichte er eine Reihe theoretischer Betrachtungen, aus welchen gewisse Folgerungen hinsichtlich der Frage der Möglichkeit hoher Wirkungsgrade hervorgehen. Da die theoretische Erforschung zwecks Festlegung der Wirkungsgrade an der Turbine selbst durchgeführt wird und mit grossen theoretischen Schwierigkeiten verbunden ist, so ersetzt Prof.

E. Merigeault*) die Turbine mit einem Modell eigener Konstruktion, mit welchem dennoch das Prinzip der Erzielung mechanischer Arbeit wie in der Tesla-Turbine

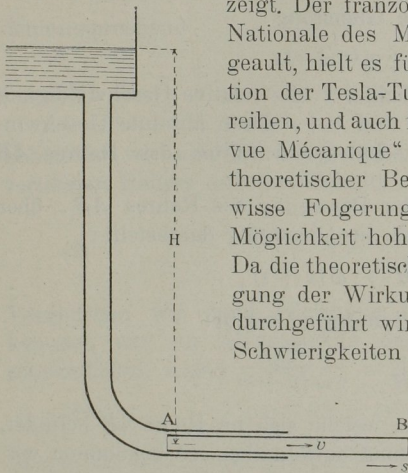


Fig. 2.

durchgeführt ist. Dieses Ideen-Modell stellt Prof. E. Merigeault wie folgt dar (Fig. 2):

Aus dem Reservoir fliesst unter dem Drucke, der der Flüssigkeit und der Höhendifferenz entspricht, durch das Rohr irgendeine

*) Revue Mécanique, 30 Juin 1914 p. 538.

nicht komprimierbare Flüssigkeit, z. B. Wasser, wobei in das horizontale Ende dieses Rohres das Rohr AB eingeführt ist, das im ersten Rohr ohne Reibung gleitet. Das Wasser, das aus dem Reservoir durch das erste Rohr fließt, muss auch durch das Rohr AB hindurch. Die Reibung des Wassers an den Rändern des Rohres AB wird mit dem Wasser, welches aus der Oeffnung B herausfließt, das Rohr AB selbst mit sich ziehen. Die Art und der Anlass der Bewegung des Rohres AB ist vollständig analog der Bewegung des Rotors in der Tesla-Turbine. In diesem Modell stellt der horizontale Teil des Rohres zusammen mit dem Rohr AB den schematischen Motor dar, dessen Nutzleistung ausgedrückt wird durch die Gleichung:

$$\mathcal{T}_u = F \cdot s.$$

wobei F die horizontale Komponente des Wasserdruckes auf den Rand des Rohres AB und s die Geschwindigkeit des Rohres AB bezeichnet.

Um den Wirkungsgrad dieses schematischen Motors festzustellen, muss man die Nutzleistung \mathcal{T}_u durch die Leistung teilen, über welche man verfügen kann und welche der potentiellen Energie der Flüssigkeit gemäss Höhendifferenz entspricht. Die Flüssigkeitsmenge, welche in einer Sekunde durch Ausgangsöffnung des Rohres AB fließt, wird bestimmt durch die Gleichung:

$$G = \gamma \cdot \omega (v + s),$$

in welcher γ die Flüssigkeitsdichte, v die relative Geschwindigkeit des Wassers im Rohre AB , und $v + s$ deren absolute Geschwindigkeit und ω die Oberfläche des Querschnittes des Rohres AB darstellt.

Die sekundäre Leistung der Bewegung des Rohres AB , über welche verfügt wird, wird durch die Gleichung dargestellt:

$$G \cdot H = H \cdot \gamma \cdot \omega (v + s),$$

aus welcher sich folgender Wirkungsgrad ergibt:

$$(A) \quad \eta = \frac{\mathcal{T}_u}{G \cdot H} = \frac{F \cdot s}{\gamma \omega (v + s)}$$

Wenn wir für die Wassermasse, welche sich im Rohre AB befindet, das Gesetz der Mengenbewegung aufschreiben, so bekommen wir:

$$(B) \quad d \sum mv = (p_1 - p_0) \omega dt - F dt$$

wobei p_1 und p_0 den Druck auf die Einheit der Oberfläche ω in den Schnitten A und B darstellen. Wenn wir uns vorstellen, dass die Bewegung wieder eingesetzt hat, so erhalten wir die Gleichung (B) in folgender Form:

$$0 = (p_1 - p_2) \omega dt - F \cdot dt$$

oder

$$F dt = (p_1 - p_2) \omega dt$$

daher ist

$$F = (p - p_0) \omega.$$

Wenn wir in der Gleichung (A) die entsprechenden Aenderungen durchföhren, so erhalten wir:

$$Q = \frac{(p_1 - p_0) s}{H \cdot \gamma (v + s)}$$

Um aus dieser Gleichung den Druckunterschied auszuschneiden, verwenden wir die Gleichung Bernoulli's für die Flüssigkeitsmasse, welche sich zwischen dem Schnitt A und B befindet. Wenn wir den Energieverlust im Rohr AB mit $k \frac{v^2}{2g}$ bezeichnen, so haben wir:

$$(1) \quad \frac{p_1}{\gamma} = \frac{p_0}{\gamma} + k \frac{v^2}{2g}$$

daher ist

$$\frac{p_1 - p_0}{\gamma} = k \frac{v^2}{2g}$$

dementsprechend

$$(M) \quad Q = \frac{k \cdot v^2 \cdot s}{2g H \cdot \gamma (v + s)}$$

Schreiben wir nun die Formel Bernoulli's für obigen Schnitt des vertikalen Rohres und den Schnitt A, so erhalten wir:

$$(2) \quad \frac{p_0}{\gamma} + H = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{(v + s)^2}{2g}$$

Vergleichen wir diese Gleichung (2) mit der Gleichung (1), so kommen wir zur Abhängigkeit des Koeffizienten k von der Geschwindigkeit v und s , also:

$$(N) \quad (v + s)^2 + kv^2 = 2g H$$

Wenn wir aus der Gleichung (M) und (N) die Geschwindigkeit s des Rohres AB eliminieren, erhalten wir die Abhängigkeit

$$(3) \quad k^2 u^2 + (ku - 2g H) (ku - 2g H) = 0$$

wobei $u = v^2$
ist.

Dieses ist eine Gleichung dritten Grades, welche man konstruieren kann, wenn man als k irgend eine bestimmte Zahl annimmt. So

bekommt man eine dreiastrige Kurve, (Fig. 3) bei welcher uns nür der dick ausgezogene Ast interessiert. Aus diesem Ast sehen wir, dass bei gegebenem k die Menge ϱ das Maximum beim ausgeführten Wert $u=u_1$ erreicht. Die Gleichung (3) können wir ebenfalls als eine Funktion von ϱ annehmen, welche von den beiden veränderlichen k und u abhängt und wir bekommen dann bei der bekannten analytischen Feststellung des Maximums zwei Gleichungen:

$$(4) \quad 4k(1 - \varrho_1)^3 - 27\varrho_1 = 0$$

$$(5) \quad u_1(ku_1 - 3gH)^5 + (ku_1 - 2gH)^3 = 0$$

Die Gleichung (3) ist ebenfalls eine Gleichung dritten Grades und drückt die Abhängigkeit des Wertes d. i. des Nutzeffektes

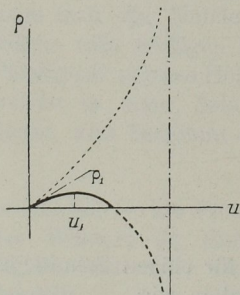


Fig. 3

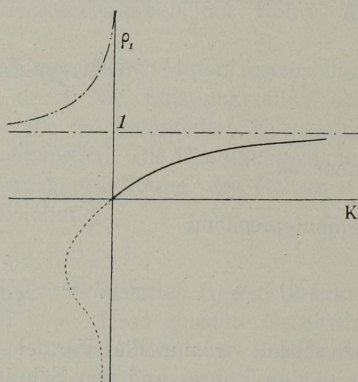


Fig. 4

bei $u = u_1$ vom Wert des Koeffizienten k aus. Konstruieren wir die Funktion $\varrho_1 = f(k)$ (Bild 4), so bekommen wir ebenfalls drei Aeste und da k immer einen positiven Wert darstellt, so bräuchen wir nur den stärker ausgezogenen Ast in Betracht zu ziehen. Aus der letzten Konstruktion ersehen wir, dass die Kurve ϱ sich asymptotisch der Geraden nähert, welche parallel zur Abszissenachse beim Wert $\varrho = 1$ gezogen wird, was bedeutet, dass der Nutzeffekt ϱ sich der Einheit bei unbestimmt grossem Wert k nähert. Auf Grund dieses letzten Schlusses stellt Prof. E. Merigeault fest, dass die Ansichten einiger Fachleute, welche behaupten, dass der Nutzeffekt der Reibungsturbine 50% nicht übersteigen kann, falsch sind. Berücksichtigt man nun die Gleichung, (5) kann man leicht ersehen, dass bei unendlicher Vergrößerung von k der entsprechende Wert u_1 sich ebenfalls Null nähern muss. Auf diese Weise erhält man $F = 0$ und $B_u = 0$, während $G = 0$ entspricht.

Auf diese Weise haben wir den Idealfall bei unendlich grossem Widerstand des Rohres AB d. i. wenn das Rohr sich in Ruhe befindet. Dabei wird selbstverständlich auch die Kraft des Systemes gleich Null sein. Daraus kann man den Schluss ableiten, dass die Prüfmaschine einen umso grösseren Wirkungsgrad hat, je kleiner ihre Kraft ist. Wenn auch die theoretischen Betrachtungen einiges Licht bringen in die Idee der Uebertragung der Kraft durch Reibung, wie dies in der Tesla-Turbine ausgeführt ist, so können doch diese Betrachtungen nicht in vollem Ausmasse auf diese letztere angewandt werden, was ja auch der Autor dieser theoretischen Studie selbst zugibt.

In der englischen Zeitschrift „Electrical Experimenter“ erschien im Juli 1920 ein Aufsatz von Joseph Kraus unter dem Titel: „The Tesla Gasoline Turbine“. In diesem Aufsatz beschreibt er die Ein-

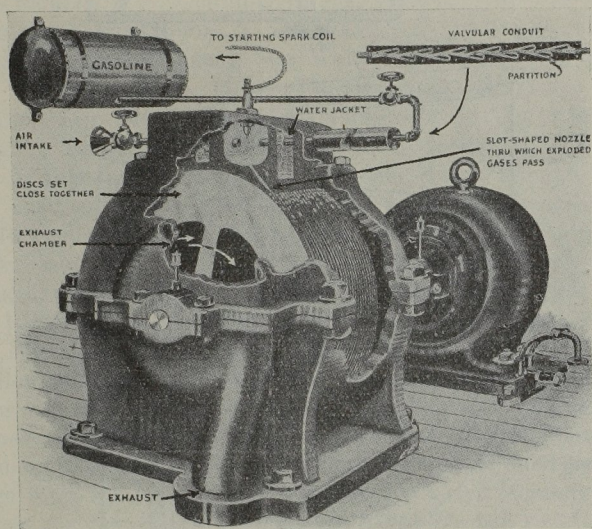


Fig. 5

richtung der Gasturbine nach dem Plane Teslas, wobei auch ein Bild dieser Gasturbine gegeben wird, welches zeigt, wie die zukünftige Turbine ausschauen wird. Auf diesem Bild ist auch ein zweites Patent Teslas verwertet, welches ein Rohr mit einer bestimmten inneren Einrichtung darstellt, das die Ventile ersetzen soll und dem Tesla deswegen die Bezeichnung „valvular conduit“ gegeben hat. Auf dieses Patent werden wir später zurückkommen. Auf diesem Bilde (Fig. 5), welches wir hier bringen, stehen gewisse Bezeichnungen,

deren Uebersetzung lauten würde: 1 — Air intake — Lufteintritt, 2 — Slof shaped nozzle through which exploded gases pass — In Form eines Einschnittes, durch welchen die Verbrennungsprodukte hindurchgehen, 3 Exhaust chamber — Austrittskammer, 4 — Exhaust — Austritt, 5 — To starting spark coil — zur Entzündungsmuffe, 6 —

N. TESLA.
 FLUID PROPULSION.
 APPLICATION FILED OCT. 21, 1909

1,061,142.

Patented May 6, 1913.

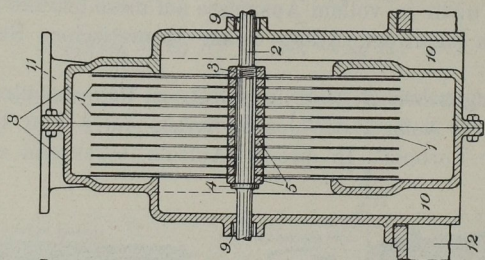


Fig. 2

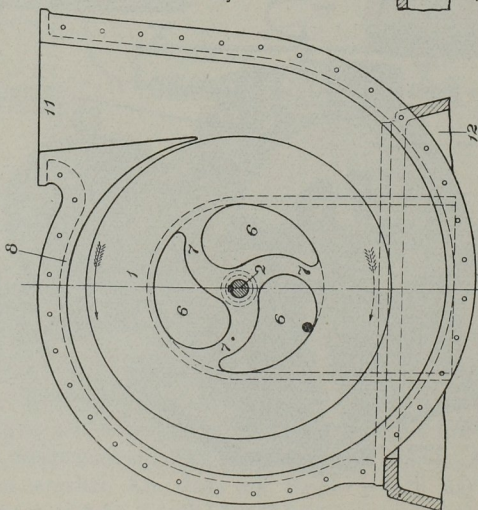


Fig. 1

Witnesses:
A. Ding Smith
J. J. Dunham

Nikola Tesla,
 Inventor
 By *Wm. H. Rorer*
 Attorneys
Wm. H. Rorer & Howard

Fig. 6

Water jacket — Wassermantel, 7 — Discs set close together — Satz eng nebeneinander gefügter Rotorscheiben, 8 — Valvular conduit — Rohr, welches die Ventile ersetzt, 9 — Partition —

Vorbau, 10 — Gazoline — Benzin. In konstruktiver Hinsicht stellt diese Gasturbine die günstigste Type einer Gasturbine dar, weil infolge der Einfachheit der Konstruktion die Turbinenteile ohne irgendwelche Gefahr hinreichend hohe Temperaturen aushalten können.

Als Beispiel der Anwendung der Idee der Rotationsreibungsmaschinen auf Arbeitsmaschinen, welche zur Förderung von Flüssigkeiten dienen, führen wir hier das Schema einer Pumpe an, welches Tesla der Beschreibung seines im Jahre 1909 in Amerika angemeldeten Patentbesitzes beilegte (Fig. 6). Da die Einrichtung dieser Pumpe ganz ähnlich der Turbineneinrichtung ist, so werden wir statt jeder Beschreibung nur die Bedeutung der Ziffern anführen, mit welchen die einzelnen Teile bezeichnet sind.

1 — Rotor, 2 — Welle, 3 — Spannschrauben, 4 — Wellenansatz, 5 — Trennungsscheiben, welche den Abstand zwischen den Rotorscheiben fixieren, 6 — Oeffnungen, zum Strömen der Flüssigkeit in den Zentralteil des Rotors, 7 — Arme, 8 — Pumpenkörper, 9 — Dichtungen beim Durchgang der Welle durch das Gehäuse, 10 — Eintritt der Flüssigkeit, 11 — Flüssigkeitsauslass, 12 — Fundamentplatte. Der Motor bewegt die Pumpe in der mit vollem Pfeil angezeigten Richtung, die Flüssigkeit nun, welche durch die Durchlässe 10 geht und in Berührung mit dem Rotor, der sich bewegt, kommt, steht unter dem Einfluss zweier Kräfte; einer tangentialen in der Bewegungsrichtung und einer radialen in der Richtung zum Flüssigkeitsauslass. Die Wirkung dieser Kräfte zusammen mit den Zentrifugalkräften gibt der Flüssigkeit Bewegung in einer gewundenen Richtung zum Auslass (11) hin, wobei sich die Geschwindigkeit ständig vergrößert. Durch Kanal 11 tritt die Flüssigkeit aus. Diese Bewegung, welche vollständig frei von Strömungswirbeln ist und nur von den Eigenschaften der Flüssigkeit abhängt, kann man für einen natürlichen Strahl halten, welcher nach Meinung Teslas selbst diese Rotationspumpen charakterisiert woraus auch die grossen Vorzüge ihrer Arbeitsweise hervorgehen. Nach der Meinung Teslas entspricht die Menge der Durchgangsflüssigkeit, bei sonst gleichen übrigen Verhältnissen, ungefähr der aktiven Oberfläche der Rotorscheiben und deren tatsächlicher Umfangsgeschwindigkeit. Die Leistung dieser Pumpen wird bedeutend erhöht durch Vergrößerung der Rotordimensionen und durch Erhöhung der Umdrehungszahl. Die Rotordimensionen und die Abstände dazwischen müssen natürlich für jeden einzelnen Fall selbständig berechnet sein.

Ueberhaupt muss der Raum zwischen den Scheiben, durch welche die Flüssigkeit strömt, so angeordnet sein, dass die gesamte Flüssigkeitsmenge, bevor sie aus dem Pumpengehäuse ausströmt, eine gleichmässige Geschwindigkeit erhält, etwas geringer als die

Umfangsgeschwindigkeit der Scheiben und ihr fast gleich, wenn der Auslass geschlossen ist und die Flüssigkeit in fast konzentrischen Kreisen zu strömen beginnt.

Es ist zu erwähnen, dass Pumpen auch ohne Zentralöffnung konstruiert werden können; dies ist von besonderer Bedeutung, wenn die Pumpen zur Förderung von Flüssigkeiten bestimmt sind, in welchen sich auch harte Körper befinden können, deren Bewegung die Arme der Zentralöffnung hinderlich sein könnten, z. B. bei Pumpen für Flüssigkeit aus Kanalisationsanlagen, bei Baggerpumpen etc. In diesem Falle erhält jede Pumpe einen Rotor mit nur einer Scheibe.

Im Jahre 1916 meldete Tesla das Patent auf eine Labyrinth-einrichtung an, welche Ein- und Auslassventile ersetzen sollte. Diese Labyrinth-einrichtung nannte Tesla „Valvular conduit“. Diese Einrichtung (Fig. 5) hat die Form eines kurzen Rohrs, in welchem mit Hilfe eines Vorbaues ein Labyrinth so ausgeführt ist, dass die Strömung der Flüssigkeit in der einen Richtung fast vollständig frei ist, während bei Strömung der Flüssigkeit in der entgegengesetzten Richtung eine Reihe von hydraulischen Oeffnungen bestehen. Hier vollzieht sich von Element zu Element das, was wir in der Labyrinthdichtung haben, nämlich, dass sich die Druckenergie des Arbeitsmaterialies in Geschwindigkeitsenergie umwandelt und die letztere in Wärme verwandelt, die Druckenergie von neuem in Bewegungsenergie etc., bis im letzten Element die Druckdifferenz auf einen Minimalwert gebracht ist, weswegen auch Geschwindigkeit und Arbeitsmaterialverbrauch beim Auslassquerschnitt zu einem Minimalwert, ja geradezu auf Null gebracht werden können. Diese Entdeckung ist sehr originell und scharfsinnig aber den Wert ihrer praktischen Verwendbarkeit kann erst die Zukunft zeigen, wenn ähnliche Einrichtungen bei jenen Maschinen in Verwendung sein werden, bei denen sich deren Anwendung als möglich erweisen wird. Hier jedoch kann man sagen, dass das freie Strömen der Arbeitsmaterie durch die auf dem Bilde gezeigte Einrichtung zuweilen eingeschränkt sein wird im Vergleich mit dem Strömen durch ein Zylinderrohr und Ventil, und dass diese Einrichtung nicht in allen Fällen angewandt werden kann, z. B. bei Kolbenmaschinen, welche Ventile mit zwangsläufiger Bewegung haben, die sich bei den toten Punkten öffnen. Was die Empfindsamkeit dieser Einrichtung bezüglich Defekte und Betriebsstörungen anbelangt, so sind deren Vorzüge vor den Ventilen augenscheinlich.

G. J. Pio-Ulsky

Universitätsprofessor in
Beograd