

REICHSPATENTAMT
PATENTSCHRIFT

№ 491 156

KLASSE 46f GRUPPE 4

W 70740 I/46f

*Tag der Bekanntmachung über die Erteilung des Patents: 23. Januar 1930***Hellmuth Walter in Berlin-Johannisthal****Verfahren zur Durchführung eines Kreisprozesses, insbesondere für Gasturbinen,
mit isothermischer Verdichtung der Gase****Patentiert im Deutschen Reiche vom 18. Oktober 1925 ab**

Vom Standpunkt des bei Gasturbinen angewandten Kreisprozesses ist es üblich, dieselben einzuteilen in solche, bei denen die Wärmezufuhr bei gleichbleibendem Raum und in solche, bei denen dieselbe bei gleichbleibendem Druck erfolgt. Man unterscheidet dementsprechend Verpuffungs- und Gleichdruckgasturbinen. Isothermische Wärmezufuhr ist zwar vorgeschlagen worden, hat aber bislang keine Bedeutung erlangen können.

Die Wärmeabfuhr erfolgt bei der Gasturbine nach den bisherigen Vorschlägen und Ausführungen bei gleichbleibendem Druck im Gegensatz zu den Kolbenbrennkraftmaschinen, bei denen wegen des im allgemeinen beschränkten Ausdehnungsraumes die Wärmeabfuhr bei gleichbleibendem Raum erfolgt.

Bei der Wärmeabfuhr, sowohl bei gleichbleibendem Raum als auch bei gleichbleibendem Druck, ist die Endtemperatur der Ausdehnung hoch und beträgt je nach dem Grade der Ausdehnung etwa 400 bis 800° C. Es sind also in den Abgasen noch große Wärmemengen enthalten, die ungenutzt bleiben.

Wenn trotzdem bei der Kolbenbrennkraftmaschine ein im Verhältnis zu anderen Wärmekraftmaschinen hoher thermischer Wirkungsgrad erreicht wird, so liegt es daran, daß die obere Temperatur, bei welcher die Wärmezufuhr erfolgt, sehr hoch liegt.

Es ist aber bei den Gasturbinen bisher nicht möglich gewesen, eine gleich hohe Temperatur anzuwenden und somit wenigstens theoretisch einen gleich guten thermischen Wirkungsgrad zu erreichen. Das liegt daran, daß es nicht möglich ist, die Gasturbinen mit Gasen von Temperaturen von 1000 bis 1500° C zu beaufschlagen, ohne die Beschau felung zu zerstören oder durch Kühlung, teilweise und periodisch wechselnde Beaufschla gung und hohes Stufengefälle den Turbinen wirkungsgrad herabzusetzen. Schließlich ist eine so wirtschaftliche Verdichtung, wie sie sich in der Kolbenmaschine ohne weiteres durchführen läßt, bei Gasturbinen auf den bisher beschrittenen Wegen nicht zu erzielen gewesen. Dementsprechend sind auch alle bisherigen Versuche, Gasturbinen zu bauen, fehlgeschlagen. Daraus ergibt sich, daß, solange noch kein genügend feuerfester Schaufel- und Turbinenbaustoff zur Verfügung steht, man sich mit niedrigeren Temperaturen begnügen muß.

Es ist also zweckmäßig, den Kreisprozeß für Gasturbinen derart zu gestalten, daß die Anfangstemperatur so hoch liegt, wie es sich mit Rücksicht auf den Bau der Turbine und den guten Wirkungsgrad derselben erreichen läßt, daß dagegen die Wärmeabfuhr bei möglichst niedriger, im wesentlichen gleichblei-

bender Temperatur erfolgt. Um dies zu erreichen, muß die adiabatische Ausdehnung der Gase bis weit unter den Atmosphärendruck getrieben werden, worauf die Gase dann isothermisch bis auf den Anfangsdruck des Kreisprozesses verdichtet werden.

Auf diesem Wege läßt sich für eine Gasturbine bei erträglicher Anfangstemperatur ein hoher thermischer Wirkungsgrad erreichen, trotz der verhältnismäßig niedrigen Anfangstemperatur. Ferner lassen sich die Kühlverluste größtenteils vermeiden und auch der thermodynamische Wirkungsgrad der Turbine selbst wird gut wegen der durch den niedrigen Anfangsdruck bedingten kleinen Spalt- und Lüfterverluste und wegen der anwendbaren kleinen Stufengefälle. Eine solche Gasturbine wird sich von den bisherigen Dampfturbinen nur geringfügig unterscheiden, so daß die vorliegenden Erfahrungen in weitgehendem Maße ausgenutzt werden können. Man müßte lediglich mit der Anfangstemperatur bis an die höchstmögliche Grenze gehen. Gegenüber der Dampfturbine dürfte wohl noch eine Temperatursteigerung zu erreichen sein, da der Anfangsdruck wesentlich niedriger sein kann als bei denselben und damit auch die Beanspruchung des Baustoffes.

Ein solcher Kreisprozeß für Gasturbinen, bei dem die Wärmeabfuhr isothermisch erfolgt, ist bekannt; infolge der weit unter den Atmosphärendruck getriebenen, adiabatischen Ausdehnung ergeben sich aber Gasräume, die wegen der erforderlichen Abmessungen der Verdichter dies Verfahren praktisch undurchführbar machen. Durch die Erfindung soll diese Schwierigkeit überwunden werden. Die Erfindung besteht darin, daß die adiabatische Ausdehnung der Gase nach erfolgter Wärmezufuhr und vor Erreichen der Isotherme abgebrochen wird und darauf durch Kühlung die Gase auf die Temperatur der Isotherme gebracht werden, worauf dann die weitere Wärmeabfuhr während der Verdichtung der Gase bei gleichbleibender Temperatur erfolgt. Damit ist allerdings ein geringer Arbeitsverlust verbunden; aber die zu verdichtende Gasmenge wird dabei so erheblich verringert, daß der Kreisprozeß infolge der auf diesem Wege erzielten Verringerung der Verdichterabmessungen wirtschaftlich durchführbar wird. Der geschilderte bekannte Kreisprozeß wird also abgekürzt und durch Kühlung der Gase an einer Stelle geschlossen, an der die Menge der adiabatisch ausgedehnten Gase eine wirtschaftliche Verdichtung zuläßt.

Da die isothermische Verdichtung bei niedrigem Druck vor sich geht, und besonders der Anfangsraum der Verdichtung im Zustand g (s. Abbildung) groß sein würde, so

müßte entsprechend der Verdichter, besonders ein Kolbenverdichter, große Abmessungen annehmen. Das läßt sich dadurch einschränken, daß man, wie dargestellt, durch einfache Kühlung die Wärmeabfuhr zunächst bei gleichbleibendem, beliebig hohem Druck von gg' bis g'' vor sich gehen läßt so lange, bis die Temperatur erreicht ist, bei der die weitere isothermische Wärmeabfuhr vor sich gehen soll. Es braucht dann der Verdichter statt für das Volumen g nur für das Volumen g'' bemessen werden. Der durch diese Maßnahme verursachte Arbeitsverlust entspricht der Fläche g', gg'' und ist verhältnismäßig gering.

So hat z. B. eine Gleichdruck-Gasturbine von 1000 PS Leistung mit einem theoretischen Vakuum von 95 % und einem theoretischen thermischen Wirkungsgrad von 57,5 % einen theoretischen Luftverbrauch von etwa 2 kg/sek. Das entspricht einer Menge von etwa 36 m³, welche in jeder Sekunde verdichtet werden müßte. Würde man nun die Ausdehnung bereits bei einem Vakuum von 85 % abbrechen, so würde zwar der theoretische Wirkungsgrad auf 55 % sinken; die zu verdichtende Menge würde in diesem Falle dagegen nur 12 m³ betragen, so daß der Verdichter nur ein Drittel so groß gemacht zu werden braucht wie in ersterem Falle bei vollständiger Ausdehnung auf die Temperatur der isothermischen Verdichtung. Dieses theoretische Verhältnis dürfte auch für praktische Fälle zutreffen.

In ähnlicher Weise, wie oben geschildert, kann auch die Wärmeabfuhr zunächst bei gleichbleibendem Raum vorgenommen werden. Es ergibt sich dann zunächst die Linie $g'''-g''$. In diesem Falle entsteht ein etwas größerer Wärmeverlust als im erstgenannten Fall; die Vorteile sind jedoch im übrigen die gleichen. Ob man das eine oder andere Verfahren wählt, ist eine Frage, bei der bauliche Gesichtspunkte mitzusprechen haben.

Schließlich kann man noch beide Verfahren miteinander verbinden, indem man die Wärme zunächst bei gleichbleibendem Raum, dann bei gleichbleibendem Druck und schließlich wieder isothermisch abführt. Dadurch wird der Wärmeverlust etwas geringer, als wenn man die Wärme nur bei gleichbleibendem Raum und isothermisch abführt.

PATENTANSPRÜCHE:

I. Verfahren zur Durchführung eines Kreisprozesses, insbesondere für Gasturbinen, bei welchem die Gase nach adiabatischer Ausdehnung isothermisch verdicht-

5 tet werden, dadurch gekennzeichnet, daß
nach erfolgter Wärmezufuhr die adiabati-
sche Ausdehnung vor Erreichung der Tem-
peratur der Isotherme zum Zwecke der
Verringerung der Verdichterabmessungen
abgebrochen wird und darauf die Gase
durch Kühlung auf die Temperatur der
Isotherme gebracht werden, wonach bei
isothermischer Verdichtung die weitere
10 Wärmeabfuhr erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß die Wärmeabfuhr zu-
erst bei gleichbleibendem Druck und dar-

auf während isothermischer Verdichtung
erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch
gekennzeichnet, daß die Wärmeabfuhr zu-
erst bei gleichbleibendem Raum und dar-
auf während isothermischer Verdichtung
erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch
gekennzeichnet, daß die Wärmeabfuhr zu-
erst bei gleichbleibendem Druck, dann bei
gleichbleibendem Raum oder umgekehrt
und zuletzt während isothermischer Ver-
25 dichtung erfolgt.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

