



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

 Anmeldenummer: 89103134.6

 Int. Cl.4: **F04D 27/02**

 Anmeldetag: 23.02.89

 Priorität: 02.04.88 DE 3811232

 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.10.89 Patentblatt 89/41

 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE GB IT LI NL

 Anmelder: **MAN Gutehoffnungshütte
Aktiengesellschaft**
Bahnhofstrasse, 66 Postfach 11 02 40
D-4200 Oberhausen 11(DE)

 Erfinder: **Blotenberg, Wilfried, Dr.-Ing.**
Irkensbusch 28
D-4220 Dinslaken(DE)

 **Regelverfahren zum Vermeiden des Pumpens eines Turboverdichters mittels bedarfsweisen Abblasens.**

 Bei bekannten Verfahren der genannten Art ist die normale Regelung in ihrer Reaktionsgeschwindigkeit bewußt beschränkt. Zum Schutz des Verdichters bei großen und/oder plötzlichen Störungen wird eine Sicherheitssteuerung vorgehalten, die im Ansprechfall durch Betätigen eines Schaltventils eine durch Federkraft bewirkte, vollständige Schnellöffnung des Abblaseventils auslöst. Nachteilig ist hier, daß das Auslösen der Sicherheitssteuerung zu einem starken Druckabfall auf der Druckseite des Verdichters führt. Das neue Verfahren soll diesen Nachteil vermeiden.

Das neue Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite, die Erfordernis einer Schnellöffnung des Abblaseventils gegebenenfalls anzeigende Regeldifferenz (x') aus den Meßwerten bzw. der ersten Regeldifferenz (x) und vorgebbaren Sollwerten berechnet und einer Grenzwertstufe zugeführt wird und daß diese Grenzwertstufe (54) bei Überschreiten eines darin vorgebbaren Grenzwertes durch die zweite Regeldifferenz (x') ausgangsseitig eine Schnellöffnungsgröße (z) ausgibt, die auf den Regler (4) aufgeschaltet wird und in diesem durch additive Überlagerung eine Ventilbetätigung in Öffnungsrichtung bewirkende Veränderung der Ventilstellgröße (y) mit einer erhöhten Änderungsgeschwindigkeit erzeugt. Das neue Verfahren bietet den Vorteil, daß es im Bedarfsfall die Reaktionsgeschwindigkeit der Regelung so erhöht, daß auch bei großen und/oder schnellen Störungen eine rechtzeitige Öffnung des

Abblaseventils sichergestellt ist, die außerdem nur so weit und so lange wie nötig erfolgt.

Das neue Verfahren eignet sich für die Regelung von Turboverdichtern in beliebigen Anwendungsbereichen, insbesondere zur Nachrüstung von bereits vorhandenen Regelungen.

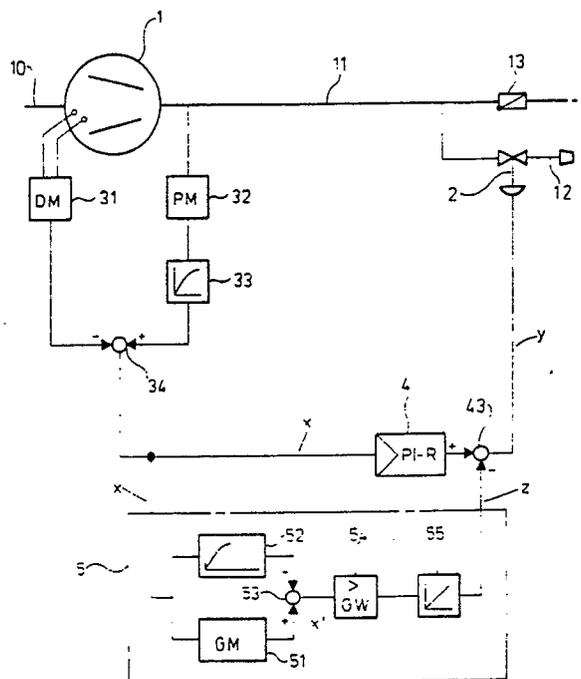


Fig.1

EP 0 336 095 A2

Regelverfahren zum Vermeiden des Pumpens eines Turboverdichters mittels bedarfsweisen Abblases

Die Erfindung betrifft ein Regelverfahren zum Vermeiden des Pumpens eines Turboverdichters mittels bedarfsweisen Abblases, wobei der Durchfluß zum Verdichter sowie der Verdichterenddruck stetig erfaßt und zur Berechnung einer ersten Regeldifferenz verwendet werden, welche als Eingangsgröße auf einen Regler gegeben wird, der als Ausgangsgröße eine Stellgröße für eine geregelte Verstellung des Abblaseventils an dieses liefert, und wobei eine Sicherheitssteuerung beim Auftreten von großen und/oder schnellen, die begrenzte Reaktionsgeschwindigkeit des Reglers überfordern den Störungen eine Schnellöffnung des Abblaseventils auslöst.

Bei üblichen, bekannten Regelverfahren der genannten Art ist die normale Regelung durch den Regler bewußt in der Reaktionsgeschwindigkeit bzw. Veränderungsgeschwindigkeit der Stellgröße für das Abblaseventil begrenzt, um eine stabile, schwingungsfreie Regelung zu erhalten und ein ständiges Hin- und Herbewegen des Abblaseventils zu vermeiden. Diese Auslegung der Regelung macht es erforderlich, daß zusätzlich die erwähnte Sicherheitssteuerung vorgehalten wird, die im Notfall beim Auftreten von schnellen und/oder großen Störungen das Abblaseventil rasch öffnet. Hierzu wird anhand der Meßwerte beobachtet, ob der Arbeitspunkt des Verdichters im Verdichterkennfeld eine parallel zur Pumpgrenze verlaufende Sicherheitslinie überschreitet. Ist dies der Fall, wird durch Betätigen eines Schaltventils eine durch Federkraft bewirkte, vollständige Schnellöffnung des Abblaseventils ausgelöst.

Nachteilig ist bei diesem Regelverfahren, daß es bei der Auslösung der Sicherheitssteuerung zu einem starken Druckabfall in dem dem Verdichter nachgeschalteten Prozeß kommt. Außerdem benötigt das Verfahren zu seiner Durchführung einen relativ hohen technischen Aufwand, der insbesondere darauf beruht, daß ein zusätzliches Schaltventil sowie ein Federkraftspeicher für die Schnellöffnung des Abblaseventils erforderlich sind.

Es stellt sich daher die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das die aufgeführten Nachteile vermeidet und das insbesondere auch beim Auftreten von großen und/oder schnellen Störungen einen annähernd konstanten Druck in dem dem Verdichter nachgeschalteten Prozeß gewährleistet und das für seine Durchführung einen geringen technischen Aufwand erfordert.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt erfindungsgemäß durch ein Verfahren der eingangs genannten Art, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß

eine zweite, die Erfordernis einer Schnellöffnung des Abblaseventils gegebenenfalls anzeigende Regeldifferenz (x') aus den Meßwerten bzw. der ersten Regeldifferenz (x) und vorgebbaren Sollwerten berechnet und einer Grenzwertstufe zugeführt wird und daß diese Grenzwertstufe bei Überschreiten eines darin vorgebbaren Grenzwertes durch die zweite Regeldifferenz (x') ausgangsseitig eine Schnellöffnungsgröße (z) ausgibt, die auf den Regler (4) aufgeschaltet wird und in diesem durch additive Überlagerung eine Ventilbetätigung in Öffnungsrichtung bewirkende Veränderung der Ventilstellgröße (y) mit einer erhöhten Änderungsgeschwindigkeit erzeugt.

Das neue Verfahren bietet den Vorteil, daß es ergänzend zu bekannten Regelverfahren zusammen mit diesem anwendbar ist und dabei die diesen anhaftende begrenzte Reaktionsgeschwindigkeit bei der Verstellung des Abblaseventils im Bedarfsfall so erhöht, daß auch bei großen und/oder schnellen Störungen eine rechtzeitige Öffnung des Abblaseventils sichergestellt ist. Da zudem die Schnellöffnungsgröße nur so lange ansteht, wie die zweite Regeldifferenz den zugehörigen Grenzwert überschreitet, wird nach dem Wiederabsinken der zweiten Regeldifferenz unter den Grenzwert die Schnellöffnungsgröße nicht mehr ausgegeben. Dies hat zur Folge, daß umgehend die Verstellung des Abblaseventils wieder allein unter dem Einfluß der langsameren normalen Regelung erfolgt. Eine Schnellöffnungsbewegung des Abblaseventils erfolgt also nur gerade soweit und so lange wie nötig, um ein Pumpen des Verdichters zu vermeiden. Vorteilhaft werden für die Durchführung des Verfahrens keine besonderen technischen Zusatzeinrichtungen benötigt, da es sich der vorhandenen Mittel für die Verstellung des Abblaseventils bedient. In bevorzugter Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, daß aus der den Ort des Verdichter-Arbeitspunktes im Verdichterkennfeld darstellenden Regeldifferenz (x) die Ist-Bewegungsgeschwindigkeit des Arbeitspunktes im Kennfeld berechnet wird und daß aus dieser Ist-Geschwindigkeit und einer dieser ortsabhängig zugeordneten Soll-Geschwindigkeit gemäß einer vorgebbaren Orts-Geschwindigkeits-Funktion, bei deren Erreichen durch den Arbeitspunkt ein Pumpen gerade noch verhindert werden kann, die Differenz gebildet wird und daß diese Differenz als zweite Regeldifferenz (x') verwendet wird. Hierdurch wird erreicht, daß außer dem Abstand des Verdichter-Arbeitspunktes von der Pumpgrenze auch dessen Annäherungsgeschwindigkeit an die Pumpgrenze im Verdichterkennfeld für die Entscheidung über die

Vornahme einer Schnellöffnung des Abblaseventils herangezogen wird. Die vorgebbare Orts-Geschwindigkeits-Funktion stellt eine Kurve dar, deren Verlauf so zu wählen ist, daß es bei einem geringen Überschreiten dieser Kurve noch nicht zu einem Pumpen des Verdichters kommt. Zwar wird bei Erreichen dieser Kurve sofort die Schnellöffnung des Abblaseventils ausgelöst, doch bis das Abblaseventil reagiert und seine Öffnung einen Einfluß auf die Lage des Arbeitspunktes hat, wird der Arbeitspunkt die Kurve noch um einen gewissen Betrag überschreiten. Zur Berücksichtigung dieses Effekts wird bei der Vorgabe der Kurve eine ausreichende Sicherheitsspanne zur Pumpgrenze eingehalten, die jedoch relativ klein sein kann.

Damit kann der Verdichter näher an der Pumpgrenze noch sicher betrieben werden, ohne daß hierfür ein wesentlich höherer Verfahrensaufwand, abgesehen von einigen einfachen Rechenoperationen, erforderlich ist.

Weiterhin sieht das Verfahren vor, daß die Schnellöffnungsgröße in Form einer zeitabhängig steigenden oder fallenden Rampenfunktion, Stufenfunktion, Sprungfunktion oder Impulsfolgefunktion ausgegeben wird. Die Auswahl der Funktion richtet sich im Einzelfall nach den vorliegenden Erfordernissen, insbesondere nach der Arbeitsweise des Abblaseventils und seiner zugehörigen Betätigungseinrichtung. Dabei ist zweckmäßig die Steilheit der Funktion an die durch technische Eigenschaften festgelegte maximale Stellgeschwindigkeit des Abblaseventils, die immer größer ist als die maximale Veränderungsgeschwindigkeit des Reglers hinsichtlich der Ventilstellgröße, angepaßt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildung des Verfahrens sind in den Unteransprüchen 4 bis 9 angegeben.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand einer Zeichnung erläutert. Die Figuren 1 bis 3 der Zeichnung zeigen drei Ausführungen des Verfahrens in Form von Regelschemata.

Figur 1 zeigt eine Turboverdichter 1 mit einer Ansaugleitung 10 und einer Abgabelung 11, in welche eine Rückschlagklappe 13 eingebaut ist. Von der Abgabelung 11 zweigt vor der Rückschlagklappe 13 eine Abblaseleitung 12 ab, in welche ein Abblaseventil 2 eingeschaltet ist. Ansaugseitig wird an dem Verdichter 1 mittels eines Durchflußmessers 31 kontinuierlich der zum Verdichter 1 strömende Durchfluß des zu verdichtenden Mediums, z. B. Luft, erfaßt. Hinter dem Verdichter 1 wird durch einen mit der Abgabelung 11 verbundenen Druckmesser 32 stetig der Verdichterenddruck erfaßt. Mittels eines dem Druckmesser nachgeschalteten Funktionsgebers 33 wird in Abhängigkeit von dem ermittelten Druck jeweils der für diesen gerade noch zulässige Minimal-

durchflußwert ermittelt. Dieser Minimaldurchflußwert, der vom Funktionsgeber 33 ausgegeben wird, dient als Sollwert, während der von dem Durchflußmesser 31 ermittelte Durchflußwert als Istwert dient. Dieser Istwert wird mit einem negativen Vorzeichen einem Addierer 34 zugeführt, in welchem eine erste Regeldifferenz x definitionsgemäß als Differenz zwischen Sollwert und Istwert gebildet wird. Die Regeldifferenz x wird dem Eingang eines Proportional-Integral-Reglers (PI-Regler) 4 zugeführt, welcher seinerseits an seinem Ausgang eine Stellgröße y abgibt, die dem Abblaseventil 2 zugeführt wird und dessen geregelte Verstellung bewirkt. Soweit wie bisher beschrieben, entspricht das Regelverfahren dem bekannten Stand der Technik.

Neu ist bei dem in Figur 1 beschriebenen Verfahrensbeispiel, daß die erste Regeldifferenz x zusätzlich noch einer Sicherheitssteuerung 5 zugeführt wird. In diese Sicherheitssteuerung 5 wird zunächst in einem Geschwindigkeitsmesser 51 die Änderungsgeschwindigkeit der Regeldifferenz x , d. h. die Bewegungsgeschwindigkeit des Arbeitspunktes des Verdichters 1 in dessen Kennfeld berechnet. Parallel hierzu wird die Regeldifferenz x einem weiteren Funktionsgeber 52 zugeführt, in welchem eine vorgegebene Ortsgeschwindigkeits-Funktion gespeichert ist. Diese Funktion stellt eine Kurve dar, bei deren Erreichen durch den Arbeitspunkt des Verdichters 1 ein Pumpen gerade noch verhindert werden kann. Dies bedeutet zugleich, daß, solange der Arbeitspunkt die Kurve noch nicht erreicht hat, ein Eingreifen der Sicherheitssteuerung zum Schutz des Verdichters 1 noch nicht nötig ist. Die Kurve selbst bezeichnet die Punkte, an denen eine Ventilöffnung spätestens beginnen muß, um ein Erreichen der Pumpgrenze soeben noch verhindern zu können. Die Form dieser Kurve und ihr Abstand von der Pumpgrenze werden maßgeblich von den Eigenschaften des Abblaseventils, wie Stellverhalten, Nichtlinearitäten und dergleichen, bestimmt. Ausgangsseitig gibt der Funktionsgeber 52 jeweils den zu der aufgegebenen Regeldifferenz x gehörenden Geschwindigkeits-Sollwert ab. In einem weiteren Addierer 53 wird aus der vom Geschwindigkeitsmesser 51 abgegebenen Ist-Geschwindigkeit und der vom Funktionsgeber 52 abgegebenen, mit einem negativen Vorzeichen versehenen Soll-Geschwindigkeitsdifferenz gebildet. Diese wird als zweite Regeldifferenz x' einer Grenzwertstufe 54 zugeführt. Diese Grenzwertstufe 54 vergleicht die aufgegebenen zweite Regeldifferenz x' mit einem in der Grenzwertstufe 54 gespeicherten, vorgebbaren Grenzwert, der der zuvor erwähnten Sicherheitsspanne entspricht. Überschreitet die zweite Regeldifferenz x' diesen Grenzwert, gibt die Grenzwertstufe 54 ausgangsseitig eine sogenannte Schnellöffnungsgröße z ab. In dem in

Figur 1 dargestellten Beispiel wird die Schnellöffnungsgröße z durch einen Funktionsgeber 55 erzeugt, der hier eine zeitabhängig stetig ansteigende Rampenfunktion abgibt. Bei Abblaseventilen 2 mit nichtlinearer Stellgeschwindigkeit kann der Funktionsgeber 55 so ausgestaltet sein, daß sich die Steigung der abgegebenen Funktion zeitabhängig genau so ändert, daß das Abblaseventil 2 jeweils mit seiner maximalen Verstellgeschwindigkeit verstellt wird. Zusätzlich kann hier die Stellung des Abblaseventils 2 als Rückkopplungsgröße auf den Funktionsgeber 55 gegeben werden, wodurch sichergestellt wird, daß die Stellgeschwindigkeit des Abblaseventils stets an die aktuelle Ventilstellung angepaßt wird.

Diese Schnellöffnungsgröße z wird, mit einem negativen Vorzeichen versehen, dem Ausgang des PI-Reglers 4 aufgegeben und dort in einem Addierer 43 zu der vom PI-Regler 4 erzeugten Stellgröße y zur Bildung einer geänderten Stellgröße y' addiert. Da definitionsgemäß bei dem vorliegenden Beispiel (und auch bei den im folgenden noch zu beschreibenden Beispielen) das Abblaseventil 2 bei kleiner werdender Stellgröße y öffnet, wird durch das Aufaddieren der Schnellöffnungsgröße z auf die Stellgröße y eine rasche Verstellung des Abblaseventils 2 in Öffnungsrichtung bewirkt. Die Steilheit der Rampenfunktion des Funktionsgebers 55 ist dabei an die maximal mögliche Stellgeschwindigkeit des Abblaseventils 2 angepaßt. Die so erreichte Änderungsgeschwindigkeit für die Stellgröße y ist dabei größer als die von dem PI-Regler 4 allein erzeugbare Änderungsgeschwindigkeit für die Stellgröße y . Alternativ kann der Ausgang der Grenzwertstufe 54 auch unmittelbar auf den Addierer 43 gegeben werden, d. h. der Funktionsgeber 55 kann hier entfallen. Die Größe des Ausgangssignals der Grenzwertstufe 54 muß dabei so bemessen sein, daß es bei der Addition im Addierer 43 eine so große Änderung der Stellgröße y bewirkt, daß das Abblaseventil 2 einen Befehl zur vollständigen Öffnung erhält. Dabei läuft das Abblaseventil 2 so schnell wie möglich der Stellgröße y nach. Diese Verfahrensvariante ist damit besonders einfach, jedoch kann es hier zu einem zeitweisen Differieren von Stellgröße y und aktueller Ventilstellung kommen.

Auch die Figur 2 der Zeichnung zeigt den Turboverdichter 1 mit Ansaugleitung 10 und Abgabeleitung 11, in die wieder die Rückschlagklappe 13 eingesetzt ist. Auch hier zweigt wieder die Abblaseleitung 12 mit dem eingeschalteten Abblaseventil 2 von der Abgabeleitung 11 ab. Auch die Bestimmung der ersten Regeldifferenz x erfolgt hier in der bereits anhand von Figur 1 beschriebenen Weise mittels Meßwerten und Sollwerten, die anhand eines Durchflußmessers 31, eines Druckmessers 32 und eines Funktionsgebers 33 mit

nachgeschaltetem Addierer 34 ermittelt wird. Weiterhin ist auch der hier verwendete Regler ein PI-Regler 4.

Neu ist bei dem hier dargestellten Beispiel, daß dem PI-Regler 4 eingangsseitig nicht nur die Regeldifferenz x zugeführt wird, sondern auch die von der Sicherheitssteuerung 5 berechnete Schnellöffnungsgröße z . Hierbei wird dem Proportionalteil 41 des PI-Reglers 4 lediglich die erste Regeldifferenz x eingangsseitig zugeführt, während dem Integralteil 42 des PI-Reglers 4 die Summe aus der ersten Regeldifferenz x und der Schnellöffnungsgröße z eingangsseitig zugeführt wird. Die Summe aus der Regeldifferenz x und der Schnellöffnungsgröße z wird in einem Addierer 45 gebildet, der dem Integralteil 42 des PI-Reglers 4 vorgeschaltet ist. Zwischen dem Addierer 45 und dem Eingang des Integralteils 42 ist hier noch ein Begrenzer 44 geschaltet, der dafür sorgt, daß auch bei maximalem Eingangssignal die Zeitkonstante des Integralteils nicht kürzer wird als die Stellzeit des Abblaseventils.

Die Berechnung der zweiten Regeldifferenz x' erfolgt bei dem Beispiel nach Figur 2 in der bereits in Figur 1 beschriebenen Art und Weise. Auch hier wird die zweite Regeldifferenz x' auf die Grenzwertstufe 54 gegeben, die bei Überschreiten eines darin gespeicherten Grenzwertes durch die zweite Regeldifferenz x' als Ausgangssignal die Schnellöffnungsgröße z an den Addierer 45 abgibt.

Ausgangsseitig ist dem Proportionalteil 41 und dem Integralteil 42 des PI-Reglers 4 ein Addierer 43 nachgeschaltet, in welchem die Ausgänge des Proportionalteils 41 und des Integralteils 42 zur Bildung der Stellgröße y für die Verstellung des Abblaseventils 2 addiert werden.

Figur 3 zeigt eine dritte vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens, wobei auch hier wieder in der Darstellung der Verdichter 1 mit Ansaugleitung 10 und Abgabeleitung 11 sowie darin eingesetzter Rückschlagklappe 13 und vor dieser von der Leitung 11 abzweigender Abblaseleitung 12 mit eingeschaltetem Abblaseventil 2 dargestellt ist. Die Bestimmung der ersten Regeldifferenz x erfolgt hier in der gleichen Weise wie zuvor anhand der Figur 1 und 2 beschrieben. Auch die Bestimmung der Schnellöffnungsgröße z durch die Sicherheitssteuerung 5 erfolgt hier genau in der anhand von Figur 2 beschriebenen Art und Weise.

Als Regler wird auch hier wieder ein PI-Regler 4 verwendet, der einen Proportionalteil 41 und einen Integralteil 42 besitzt. Dem Proportionalteil 41 wird wieder nur die erste Regeldifferenz x zugeführt, während dem Integralteil 42 sowohl die Regeldifferenz x als auch die Schnellöffnungsgröße z eingangsseitig zugeführt werden. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 besitzt hier jedoch der Integralteil 42 des PI-Reglers 4 zwei getrennte Integratoreingänge $42'$ und $42''$.

Dem ersten Eingang $42'$ ist die erste Regeldifferenz x zugeordnet, während dem zweiten Eingang $42''$ die Schnellöffnungsgröße z aufgeschaltet wird. Diese Ausführung bietet den Vorteil, daß den beiden Eingängen $42'$ und $42''$ unterschiedliche Integrationsverhalten, z. B. unterschiedliche Integrationszeitkonstanten, zugeordnet werden können. Hierdurch kann der Ausgang des Integralteils 42 in Abhängigkeit von der Schnellöffnungsgröße z ohne Beeinflussung durch die erste Regeldifferenz x in effektiver Art und Weise beeinflusst werden.

Die Ausgänge des Proportionalteils 41 und des Integralteils 42 des PI-Reglers 4 werden auch hier wieder in einem Addierer 43 zur Bildung der Stellgröße y für die Verstellung des Abblaseventils 2 zueinander addiert.

Vorteilhaft bei den beiden zuletzt beschriebenen Verfahrensvarianten gemäß den Figuren 2 und 3 ist u. a., daß die Schnellöffnungsgröße z über den Integralteil 42 des Reglers 4 wirkt, da dadurch sichergestellt wird, daß während einer Schnellöffnung des Abblaseventils 2 der Ausgang des PI-Reglers 4 der Stellgrößenänderung folgt.

Allen beschriebenen Verfahrensvarianten ist gemeinsam, daß im Normalfall die Regelung allein durch die normale Regelung, hier durch einen PI-Regler 4, vorgenommen wird. Lediglich beim Auftreten von Störungen tritt die Sicherheitssteuerung 5 in Aktion, die die Stellgröße y für die Verstellung des Abblaseventils 2 durch additive Überlagerung so verändert, daß sich eine Ventilverstellung mit einer erhöhten Stellgeschwindigkeit in Öffnungsrichtung ergibt.

Ansprüche

1. Regelverfahren zum Vermeiden des Pumpens eines Turboverdichters mittels bedarfsweisen Abblasens, wobei der Durchfluß zum Verdichter sowie der Verdichterenddruck stetig erfaßt und zur Berechnung einer ersten Regeldifferenz verwendet werden, welche als Eingangsgröße auf einen Regler gegeben wird, der als Ausgangsgröße eine Stellgröße für eine geregelte Verstellung des Abblaseventils an dieses liefert, und wobei eine Sicherheitssteuerung beim Auftreten von großen und/oder schnellen, die begrenzte Reaktionsgeschwindigkeit des Reglers überfordernden Störungen eine Schnellöffnung des Abblaseventils auslöst, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite, die Erfordernis einer Schnellöffnung des Abblaseventils gegebenenfalls anzeigende Regeldifferenz (x') aus den Meßwerten bzw. der ersten Regeldifferenz (x) und vorgebbaren Sollwerten berechnet und einer Grenzwertstufe zugeführt wird und daß diese Grenzwertstufe (54) bei Überschreiten eines darin

vorgebbaren Grenzwertes durch die zweite Regeldifferenz (x') ausgangsseitig eine Schnellöffnungsgröße (z) ausgibt, die auf den Regler (4) aufgeschaltet wird und in diesem durch additive Überlagerung eine Ventilbetätigung in Öffnungsrichtung bewirkende Veränderung der Ventilstellgröße (y) mit einer erhöhten Änderungsgeschwindigkeit erzeugt.

2. Regelverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus der den Ort des Verdichter-Arbeitspunktes im Verdichterkennfeld darstellenden Regeldifferenz (x) die Ist-Bewegungsgeschwindigkeit des Arbeitspunktes im Kennfeld berechnet wird und daß aus dieser Ist-Geschwindigkeit und einer dieser ortsabhängig zugeordneten Soll-Geschwindigkeit gemäß einer vorgebbaren Orts-Geschwindigkeits-Funktion, bei deren Erreichen durch den Arbeitspunkt ein Pumpen gerade noch verhindert werden kann, die Differenz gebildet wird und daß diese Differenz als zweite Regeldifferenz (x') verwendet wird.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnellöffnungsgröße (z) in Form einer zeitabhängig steigenden oder fallenden Rampenfunktion, Stufenfunktion, Sprungfunktion oder Impulsfolgefunktion ausgegeben wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnellöffnungsgröße (z) auf den Reglerausgang aufgegeben und mit angepaßtem Vorzeichen zu der vom Regler (4) ausgegebenen Ventilstellgröße (y) addiert wird.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang des Reglers (4) während der Ausgabe der Schnellöffnungsgröße (z) auf einen der aktuellen Stellung des Abblaseventils (2) entsprechenden Wert nachgeführt wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, wobei als Regler ein Proportional-Integral-Regler verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, daß dem Proportionalteil (41) des Reglers (4) nur die erste Regeldifferenz (x) zugeführt wird und daß dem Integralteil (42) des Reglers (4) die Summe aus der ersten Regeldifferenz (x) und der Schnellöffnungsgröße (z) zugeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe aus der ersten Regeldifferenz (x) und der Schnellöffnungsgröße (z) vor Eingang in den Integralteil (42) des Reglers (4) über einen Begrenzer (44) geführt wird.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, wobei als Regler ein Proportional-Integral-Regler verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, daß für den Integralteil (42) des Reglers (4) ein Integrierer mit einem zweiten Integriereingang ($42''$) verwendet wird, dessen Integrierverhalten von dem ersten Integriereingang ($42'$), dem die erste Regeldiffe-

renz (x) zugeführt wird, unabhängig ist, und daß die Schnellöffnungsgröße (z) diesem zweiten Integratoreingang (42'') zugeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß den beiden Integratoreingängen (42', 42'') des Integrierers (42) unterschiedliche Integrierzeitkonstanten zugeordnet werden.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

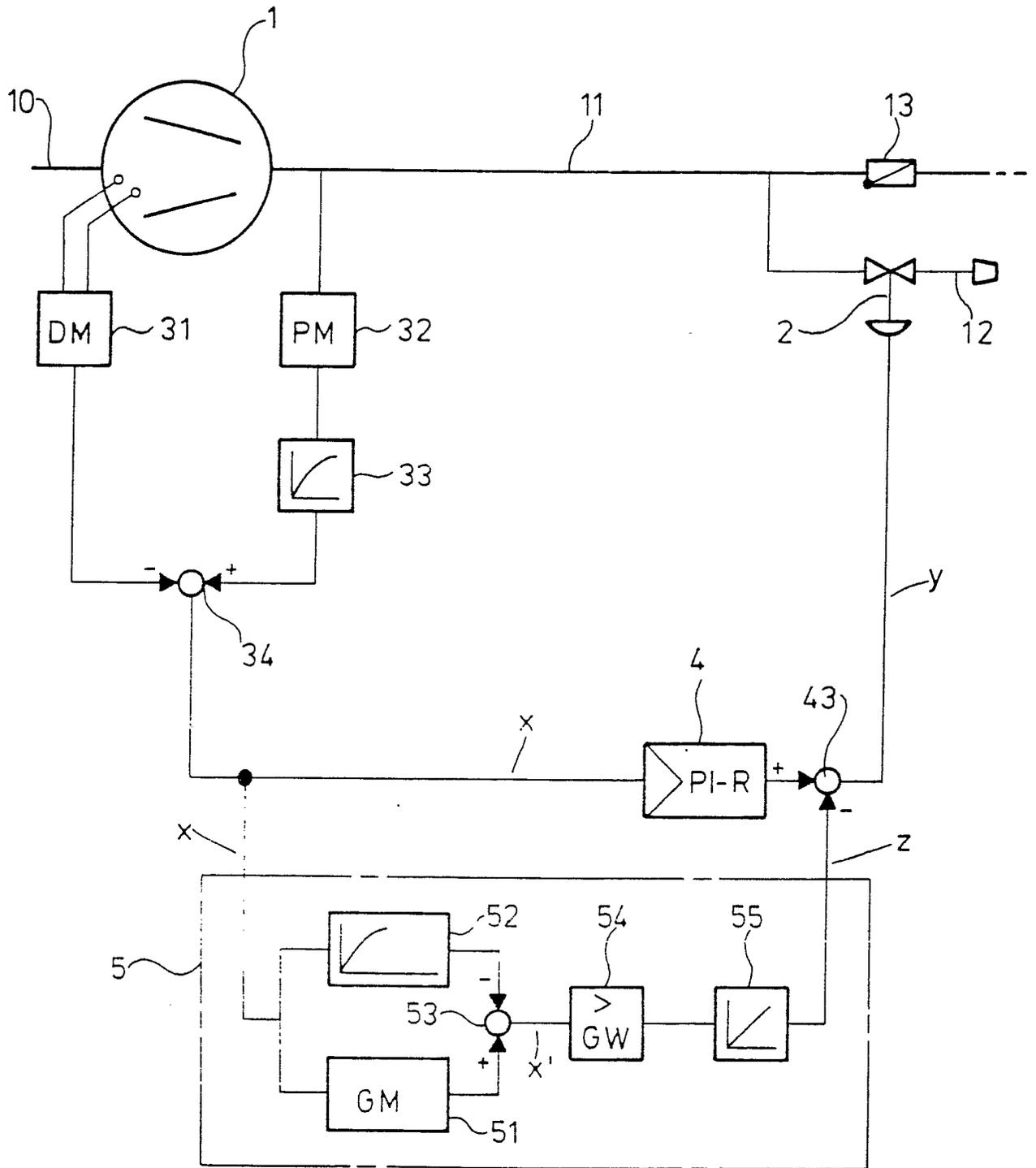


Fig.1

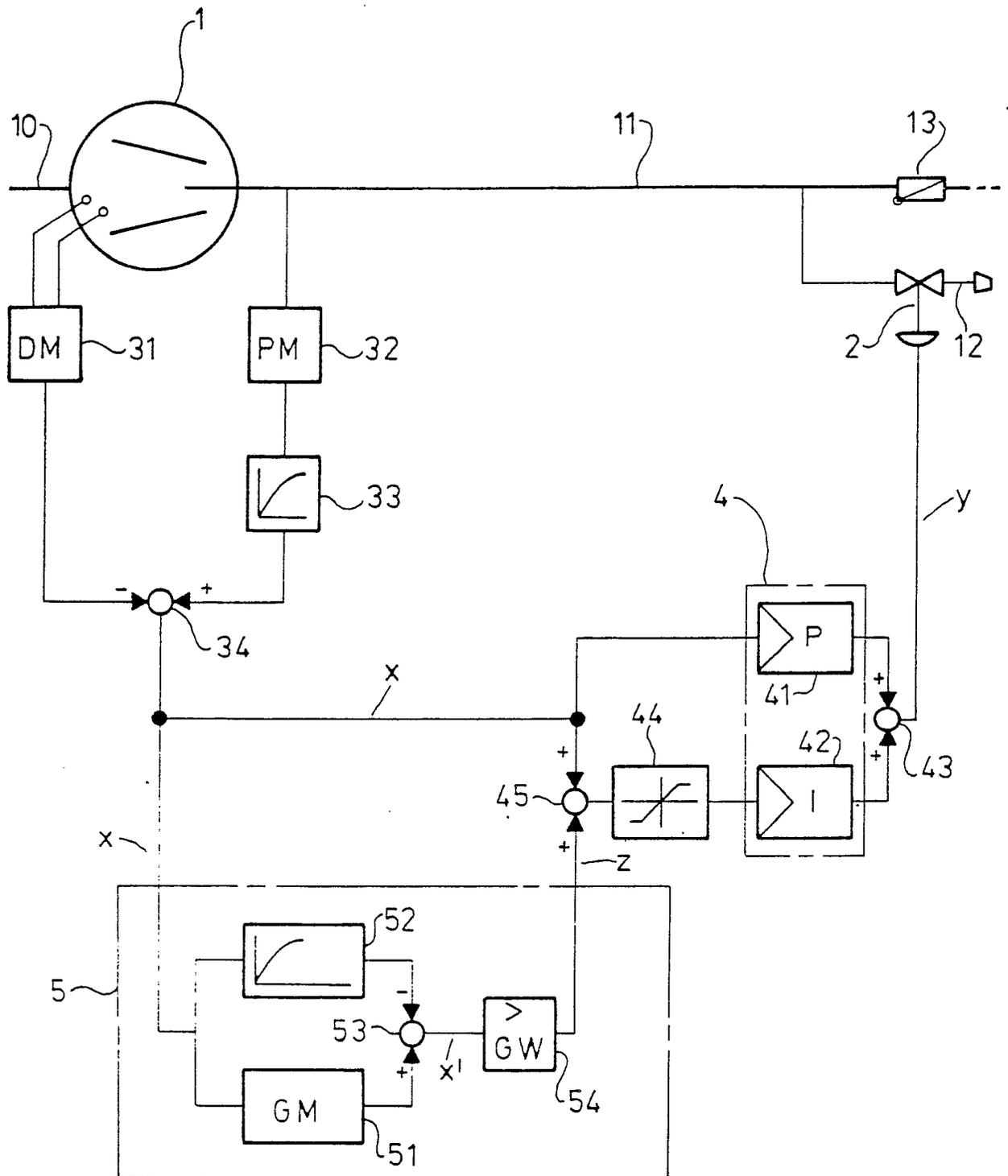


Fig. 2

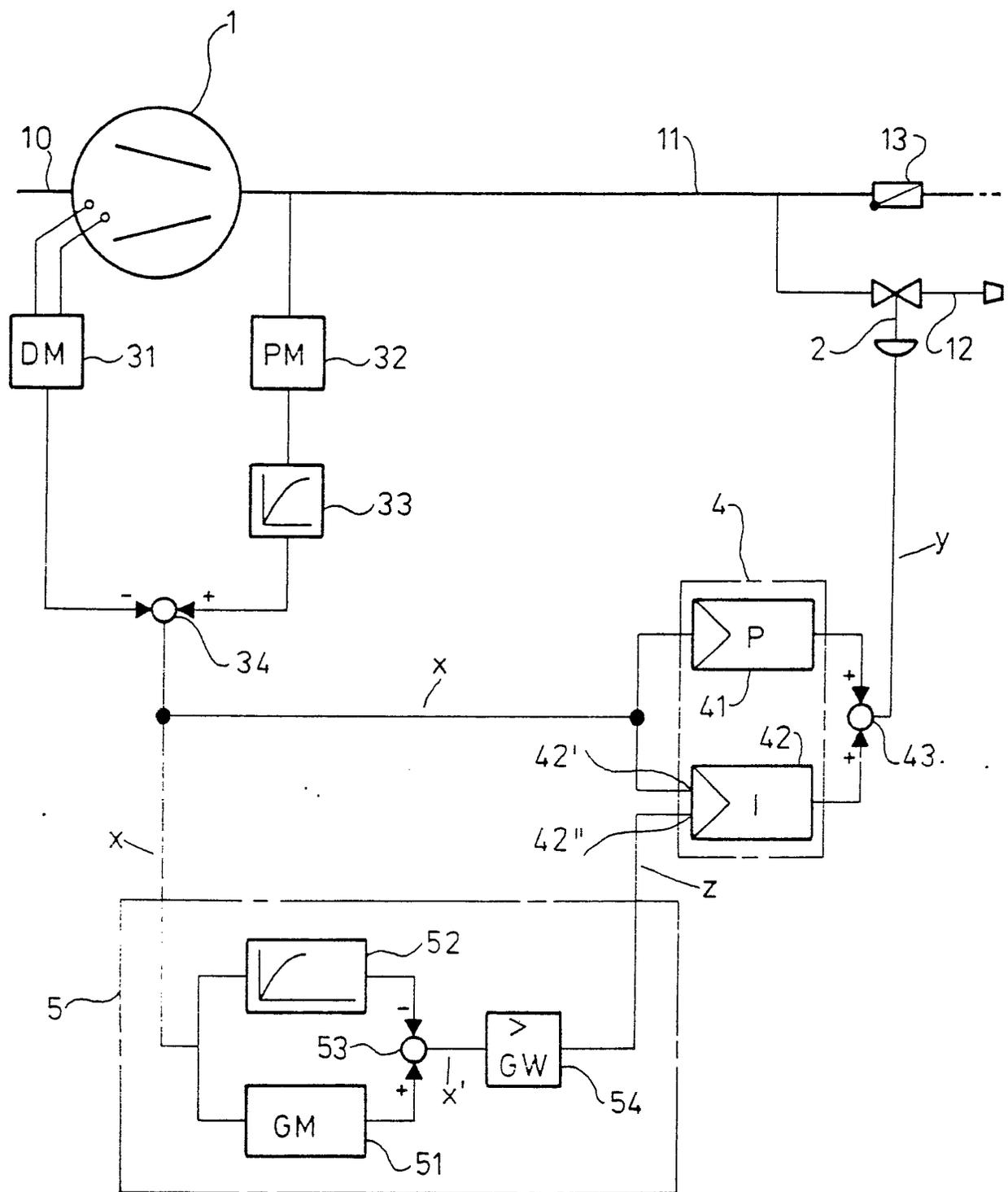


Fig.3