

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 42 01 424 C 2

51 Int. Cl.⁸:
C 10 M 175/00
H 01 F 27/14

21 Aktenzeichen: P 42 01 424.7-43
22 Anmeldetag: 21. 1. 92
43 Offenlegungstag: 22. 7. 93
66 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 3. 4. 97

DE 42 01 424 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Hoschex GmbH, Mrakov, CS

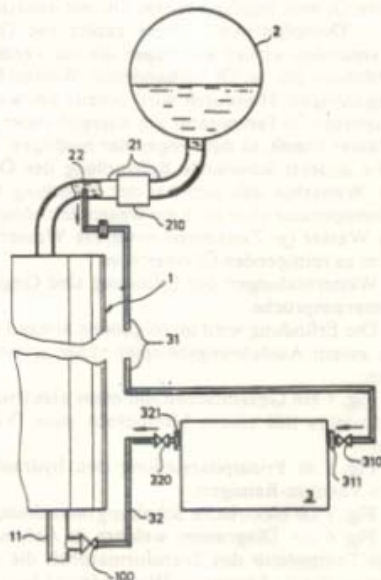
74 Vertreter:
Wasmeier, A., Dipl.-Ing.; Graf, H., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 93055 Regensburg

72 Erfinder:
Altmann, Josef, Domazlice, CS

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DE-OS 36 07 829

54 Vorrichtung für ein kontinuierliches Vakuum-Reinigen von Öl

57 Vorrichtung für ein kontinuierliches Vakuum-Reinigen von Öl eines dieses Öl aufweisenden Systems, insbesondere eines Transformators, bestehend aus einem Vakuumreiniger mit hydrodynamischen Mitteln (Kavitator) zur Erzeugung eines Unterdrucks, einem Vorseider, einer Hauptkammer (4) sowie einer Hilfskammer (40) zum Entgasen des Öles unter Vakuum und zum Komprimieren des beim Entgasen enthaltenen Gas- bzw. Dampfanteils, mit einem der Hauptkammer zugeordneten Akkumulator zum Sammeln und Abführen der beim Entgasen bzw. beim Komprimieren erhaltenen flüssigen und/oder gasförmigen Anteile, mit einer Sammelkammer zur Aufnahme dieser flüssigen und/oder gasförmigen Anteile, mit Mitteln zum Rückführen der flüssigen Ölanteile aus der Sammelkammer (8) an die Hilfskammer (40), mit Mitteln zum Abführen von kondensierten Wasserbestandteilen, sowie mit einer Pumpe zum Abführen des gereinigten Öles aus dem Vakuum-Reiniger, gekennzeichnet durch wenigstens eine innerhalb der Sammelkammer (8) über dem dortigen Niveau des Flüssigkeitsspiegels angeordnete Düse (831), die über eine ein Steuer-ventil (832) aufweisende Leitung (830) an den Ausgang des Vakuumreinigers für das gereinigte Öl bzw. an den Ausgang einer dortigen Pumpe (5) angeschlossen ist, um zumindest einen Teil des der Hilfskammer (40) zugeführten Öles mit Gas- bzw. Dampf-Partikeln aus dem Gasraum der Sammelkammer (8) gesteuert zu impfen.



DE 42 01 424 C 2

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung für ein kontinuierliches Vakuum-Reinigen von Öl eines dieses Öl aufweisenden Systems, insbesondere eines Transformators, entsprechend Oberbegriff Patentanspruch 1 oder Patentanspruch 2.

Eine Vorrichtung dieser Art ist bekannt (DE-OS 36 07 829).

Die bekannte Vorrichtung ist bevorzugt dazu bestimmt, Transformator-Öl in einem kontinuierlichen Verfahren, d. h. während des Betriebs eines Transformators ständig zu reinigen, d. h. die Eigenschaften des Transformator-Öles (beispielsweise Spannungsfestigkeit) beeinträchtigende Verunreinigungen zu entfernen. Diese Verunreinigungen sind teilweise feste, teilweise flüssige und teilweise auch gasförmige Bestandteile. Ein nicht unerheblicher Anteil dieser Verunreinigungen bildet Wasser, welches allein schon durch die Luftfeuchtigkeit in das Innere eines Transformators und damit in das Transformator-Öl gelangen kann.

Bei dem bekannten Vakuum-Reiniger erfolgt das Entfernen insbesondere des Wasseranteils durch Entgasen bzw. Verdampfen bei erwärmtem Öl und unter Verwendung von Unterdruck. Nachteilig ist hierbei, daß zur Erzielung eines ausreichenden Austrags an Wasser bzw. Wasserdampf eine relativ hohe Öltemperatur beispielsweise auf einem Temperaturniveau von etwa 100°C oder nur geringfügig niedriger erforderlich ist. Derart hohe Temperaturen können aber zu Beeinträchtigungen der Qualität des Transformatoröles führen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Anordnung der eingangs erwähnten Art dahingehend weiterzubilden, daß eine verbesserte Austragung von Wasser bzw. Wasserdampf beim Reinigen erreicht wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist eine Vorrichtung entsprechend dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 oder 2 ausgebildet.

Bei der erfindungsgemäßen Anordnung erfolgt durch Rückführen eines definierten Anteiles des in der Sammelkammer gesammelten Gases bzw. Dampfes an das in der Hilfskammer oder in der Hauptkammer vorhandene Öl eine Impfung dieses Öls mit zusätzlichen Gas- bzw. Dampfpartikeln. Diese zusätzliche Dampf- bzw. Gaspartikel wirken als Träger, die das Verdampfen und Abführen der im Öl vorhandenen Wasser-Bestandteile begünstigen. Hierdurch wird bereits bei wesentlich reduzierter Öl-Temperatur ein ausreichender Austrag an Wasser erzielt, so daß wegen der niedrigen Temperatur eine äußerst schonende Behandlung des Öles möglich ist. Weiterhin läßt sich bei der Erfindung bei gleicher Öltemperatur aber auch ein wesentlich höherer Austrag an Wasser (je Zeiteinheit entfernte Wassermenge) aus dem zu reinigenden Öl erreichen.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Gesamtschaltbild eines elektrischen Transformators mit einem Monoblock eines Vakuumreinigers;

Fig. 2 in Prinzipdarstellung den hydraulischen Teil des Vakuum-Reinigers;

Fig. 3 die elektrische Schaltungsanordnung;

Fig. 4 ein Diagramm, welches in Abhängigkeit von der Temperatur des Transformatoröls die mit Zeiteinheit entfernte Menge an Wasserdampf bei unterschied-

lichen Konzentrationen an gasförmigen Trägern im Transformatoröl wiedergibt.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 1 einer Anordnung für ein kontinuierliches Vakuumreinigen von Öl enthält eine Verbindungsleitung 21, welche aus dem oberen Teil eines Behälters 1 eines Ölsystems austritt, in diesem Fall eines elektrischen Transformators. Diese Verbindungsrohrleitung 21 mündet in den unteren Teil eines Konservators 2. In dieser Rohrleitung 21 ist ein Gasrelais 210 eingebaut. Ein Abzugsstutzen 22, dessen obere Mündung sich in der Achse der Verbindungsleitung 21 vor dem Gasrelais 210 befindet, ist mit dem oberen Teil einer Speiserrohrleitung 31 verbunden, in deren unterem Teil ein Eintrittsventil 310 eingebaut ist. Die Speiserrohrleitung 31 ist dann an einen Eintrittsflansch 311 angeschlossen, der an der rechten Seite des Vakuumreinigers 3 angeordnet ist. An der linken Seite des Vakuumreinigers 3 ist an einen Austrittsflansch 321 eine Abzugsrohrleitung 32 mit eingebautem Regelventil 320 angeschlossen. Die Abzugsrohrleitung 32 ist in ihrem unteren Teil mit einem Auslaßschieber 100 versehen, der weiter an eine Rohrleitung 11 eines nicht dargestellten Ölkühlers im unteren Teil des Behälters 1 des Ölsystems, in diesem Fall eines elektrischen Transformators, angeschlossen ist.

Der Vakuumreiniger 3, der als Monoblock ausgeführt ist und dessen hydraulisches Schaltbild in Fig. 2 dargestellt ist, besteht aus einer hydrodynamischen Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks bzw. aus einer Kavitationseinrichtung oder einem Kavitator 6, einer Hauptkammer 4, einer Hilfskammer 40 und einer Zahradpumpe 5. Diese Elemente sind derart untereinander geschaltet, daß sie zusammen mit einer Rückumlaufleitung 53 einen geschlossenen hydraulischen Kreis bilden. Der Eintrittsfilter 54 des Vakuumreinigers 3 ist einerseits mittels eines Eintrittsstutzens 312 mit einem Eintrittsflansch 311 mit einer in Fig. 2 nicht dargestellten Speiserrohrleitung 31 (siehe Fig. 1), andererseits mittels einer Rohrleitung 541 des Eintrittsfilters 54 mit eingebautem Rücklaufventil 540 mit dem rechten Teil der Rückumlaufleitung 53 verbunden, der am oberen Teil des hydrodynamischen Kavitators 6 befestigt ist.

Die Eintrittsdüse 600 des hydrodynamischen Kavitators 6 ist in der Eintrittskammer 60 eingebaut und gleichachsig mit einer zylindrischen Kammer 61 angeordnet. Die untere Mündung der zylindrischen Kammer 61 des hydrodynamischen Kavitators 6 bildet dabei durch eine konische Erweiterung einen Diffusor 62, der mittels einer Verbindungsrohrleitung 63 mit dem oberen Teil eines Schneckenabscheiders 7 mit zylindrischem Mantel verbunden ist.

Im zylindrischen Mantel des Schneckenabscheiders 7 ist eine Schnecke 70 eingebaut, die auf einem Tragrohr 700 derart aufgebracht ist, daß aus dem Freiraum vor bzw. nach jeder Windung im oberen Teil des zylindrischen Mantels des Abscheiders 7 ein Überlaufkanal 71 herausgeführt ist, über welche der Schneckenabscheider 7 mit dem oberen Teil der Hilfskammer 40 verbunden ist. Die linke Seite des Schneckenabscheiders 7 ist über einen Verbindungskanal 72, in welchen senkrecht eine Ausgleichsrohrleitung 401 mündet mit dem unteren Teil der Hauptkammer 4 verbunden.

Der Verbindungskanal 72 geht in einen Zentralkanal 44 über, der entlang der Achse der Hauptkammer 4 nach oben führt. Der Zentralkanal 44 mündet dabei im oberen Teil der Hauptkammer 4 in der angedeuteten Höhe des Überlaufniveaus H. Dabei ist die obere Mündung des zentralen Kanals 44, der entlang seiner ganzen

Länge mit senkrecht angeordneten Abscheidetellern 440 versehen ist, derart angeordnet, daß die obere Mündung der Ausgleichsrohrleitung 401 in der Hilfskammer 40 unterhalb des Überlaufniveaus H liegt und daß alle Mündungen der Überlaufkanäle 71 im oberen Teil der Hilfskammer 40 oberhalb dieses Niveaus liegen. Die Hauptkammer 4 des Vakuumreinigers 3 ist dabei in ihrem unteren Teil mittels eines oberen Stützens 411 und einen unteren Stützens 412 mit einem unteren Niveauabnehmer 41 in der Höhe des unteren Schaltniveaus H2 verbunden.

An der höchsten Stelle des oberen konischen Bodens der Hauptkammer 4 des Vakuumreinigers 3 ist ein Rückschlagventil 45 eingebaut, das den Innenraum der Hauptkammer 4 mit dem Innenraum eines Akkumulationsansatzes 42 verbindet, der als direkte Fortsetzung des zylindrischen Mantels der Hauptkammer 4 ausgeführt ist. Aus dem Akkumulationsansatz 42 führt axial ein Siphonverschluß 420, der über eine Gasrohrleitung 421 und einen Gaszähler 422 an den oberen Teil einer Sammelkammer 8 angeschlossen ist. An den linken Teil des Akkumulationsansatzes 42 ist mittels eines oberen Stützens 431 und eines unteren Stützens 432 in der Höhe des oberen Schaltniveaus H1 ein oberer Niveauabnehmer 43 angeschlossen. Von der rechten Seite des Akkumulationsansatzes 42 ist unterhalb der Höhe des Schaltniveaus H1 eine Abfuhrrohrleitung 80 geführt.

Aus der Sammelkammer 8, die mit einem durch einen Schwimmer gesteuerten doppelt wirkenden Verschluß 81 versehen ist, ist von unten eine Rücklaufleitung 82 mit eingebautem Rückschlagventil 820 herausgeführt, die in den unteren Teil der Hilfskammer 40 mündet. Der doppelt wirkende Verschluß 81 mit dem Schwimmer 810 verdeckt in der in Fig. 2 dargestellten unteren Lage die untere Mündung der Rücklaufleitung 82 aus der Sammelkammer 8 und öffnet gleichzeitig voll den Gasauslaß 83, über welchen in diesem Fall der Innenraum der Sammelkammer 8 frei mit der umgebenden Atmosphäre in Verbindung steht.

Die Zahnradpumpe 5, die mittels des Saugstützens 51 mit dem unteren Teil der Hauptkammer 4 verbunden ist, ist mittels des Druckstützens 52 an das Rückschlagventil 50 der Zahnradpumpe 5 angeschlossen. An diesem Ventil 50 beginnt die Rückumlaufleitung 53, die in den hydrodynamischen Kavitationsator 6 mündet. An den linken Zweig der Rückumlaufleitung 53 ist ein hydraulischer Widerstand angeschlossen, der in diesem Fall durch eine Drosselblende 530 wirklicht ist, die zwischen den linken Zweig der Rückumlaufleitung 53 und ein Überführungskniestück 92 eingereiht ist, das im oberen konischen Boden der Retentionskammer 9 mündet.

Die Retentionskammer 9 (Kammer zum Zurückhalten von Verunreinigungen, wie Gas-Dampf-Blasen), die analog wie die Hauptkammer 4 und die Hilfskammer 40 durch einen Behälter mit einem zylindrischen Mantel und einem unteren und oberen Boden gebildet ist, ist mit dem Austrittsflansch 321 des Vakuumreinigers 3 über einen Saugheber 91 verbunden, der oberhalb des unteren konischen Bodens der Retentionskammer 9 mündet. Der untere konische Boden der Retentionskammer 9 ist mit einem Austrittsventil 93 versehen.

Ein Beispiel für den elektrischen Schaltkreis des Vakuumreinigers 3 ist in Fig. 3 schematisch dargestellt. Der elektrische Kreis besteht aus einem Dreiphasen-elektromotor 500, einem Dreiphasenschütz 501, dem Abnehmer 41 des unteren Niveaus, zwei Mikroschaltern 437, 417, einer Apparatesicherung 503 und einem Dreiphasen-Schutzschalter 502, der mit einem Schalter kom-

biniert ist. Der Dreiphasen-elektromotor 500 ist über die drei Kontakte des Dreiphasenschützes 501 über die Schaltleitung 5000 mit dem Dreiphasen-Schutzschalter 502 verbunden, der an eine nicht dargestellte Quelle eines Dreiphasenstromes angeschlossen ist.

Von der Schaltleitung 5000 zwischen dem Dreiphasen-Schutzschalter 502 und dem Dreiphasenschütz 501 zweigt z. B. von der Phase Z eine Speiseleitung 5030 ab, die über die Apparatesicherung 503 den Mikroschalter 517 des unteren Niveauabnehmers 41 speist. Der untere Niveauabnehmer besteht aus einem zylindrischen Mantel, in welchem von oben ein oberer Stutzen 411 und von unten ein unterer Stutzen 412 mündet. Mit einem Teil der Stirnwand des unteren Niveauabnehmers 41 ist ein Faltenbalg 414 fest verbunden, durch dessen rechte geschlossene Wand ein Doppelarmhebel 415 führt, an dessen rechten Arm ein Schwimmer 413 angeschlossen ist. Am linken Arm des Doppelarmhebels 415 ist eine Stellschraube 416 vorgesehen, an welcher ein Steuerschaft eines Mikroschalters 417 des unteren Niveauabnehmers 41 anliegt.

Ganz analog ist auch der obere Niveauabnehmer 43 mit angeschlossenem Mikroschalter 437 ausgeführt. Der Mikroschalter 417 des unteren Niveauabnehmers 41, an dessen linken Kontakt die Speiseleitung 5030 angeschlossen ist, ist mittels dessen rechten Kontaktes mit dem linken Kontakt des zweiten Mikroschalters 437 verbunden und gleichzeitig ist er auch mit der rechten Seite eines Haltekontaktes 501 des Dreiphasenschützes 501 verbunden, wobei von der linken Seite des Haltekontaktes 5011 eine Verbindung einerseits mit der Spule 5012 des Dreiphasenschützes 501 und andererseits mit dem rechten Kontakt des zweiten Mikroschalters 437 steht.

Die Wirkungsweise der Anordnung für ein kontinuierliches Vakuumölsystem ist fortlaufend, findet auch während des Betriebes des Ölsystems des Transformators statt und beruht in einem ununterbrochenen Wechseln eines Kompressions- und Abscheidevorganges des Vakuumreinigers 3. Beim Kompressionsvorgang wird der Vakuumreiniger 3 mit verunreinigtem Öl gefüllt, das über den Abzugsstutzen 22 aus der Verbindungsrohrleitung 21 des Behälters 1 des elektrischen Transformators mit dem Konservator 2 abgenommen und dem Eintritt des Vakuumreinigers 3 zugeführt wird. Während des Abscheidevorganges wird demgegenüber das gereinigte Öl aus dem Vakuumreiniger 3 abgezogen und über die Abfuhrleitung 32 dem unteren Teil des Behälters 1 des Ölsystems bzw. des elektrischen Transformators zugeführt.

Bei der Beschreibung der Wirkungsweise des Vakuumreinigers 3 gehen wir vom Zustand dieser Anordnung aus, die dem Abscheidevorgang entspricht und in Fig. 2 dargestellt ist. Dabei befindet sich das Ölniveau in der Hauptkammer 4 dicht oberhalb des unteren Schaltniveaus H2. Im Raum oberhalb des Niveaus in der Hauptkammer 4 und dem Niveau in der Hilfskammer 40 ist ein nominales Arbeitsvakuum erzielt. Bei einem Sinken des Ölniveaus unterhalb des unteren Schaltniveaus H2 wird der untere Niveauschalter 41 betätigt und der Dreiphasen-elektromotor 500 der Zahnradpumpe abgeschaltet. Durch Abschalten der Zahnradpumpe 5 geht der Vakuumreiniger 3 aus dem Abscheide- in den Kompressionszustand über. Der Druck in der Rückumlaufleitung 53 sinkt auf etwa die Höhe des hydrostatischen Druckes, der der vertikalen Entfernung des Vakuumreinigers 3 vom Ölniveau im Konservator 2 entspricht. Es öffnet sich das Rückschlagventil 540 in der Filterrohrlei-

tung 541 und das verunreinigte Öl strömt aus der Speiserohrleitung 32 über den Eintrittsstutzen 312 in den Eintrittsfilter 54 des Vakuumreinigers 3. Aus dem Eintrittsfilter 54 wird das von groben Unreinigkeiten befreite Öl über die Rohrleitung 541 des Eintrittsfilters 54 in den ersten Zweig der Rückumlaufleitung 53 geführt und von hier strömt es in den hydrodynamischen Kavitationskavitator 6. Der Strahl des aus der Düse 600 in die Eintrittskammer 60 des hydrodynamischen Kavitationskavitators 6 austretenden Ölmediums zerfällt fortlaufend entsprechend der Druckdifferenz zwischen dem Druck in der Rückumlaufleitung 53 und dem dynamisch erzielten Vakuum in der Eintrittskammer 60 und der zylindrischen Kammer 61. Durch Einfluß des hohen dynamisch erzielten Vakuums und der hohen Turbulenz im Strahl selbst werden aus dem übersättigten Öl bisher gelöste Unreinigkeiten in Form von mikroskopischen Dampfblasen abgeschieden.

Durch Zerfall des Ölstrahles und durch Mitreißen der Dampfgasverunreinigungen, welche aus dem Strahl in den Raum der Eintrittskammer 60 entlang der Achse dieser Kammer 60 in die zylindrische Kammer 61 gelangten, wird gleichzeitig im Raum der Eintrittskammer 60 durch diesen Vorgang fortwährend ein hohes Vakuum erhalten. Während des Übergangsvorganges des sog. Ringsprunges, in dem der axiale Strahl des jetzt schon zweiphasigen Mediums in einen Durchfluß im vollen Querschnitt der zylindrischen Kammer 61 übergeht, werden die Blasen der verunreinigenden Beimengungen gleichzeitig zusammengepreßt und zu größeren Blasenaggregationen vereinigt. Nach einem weiteren Zusammenpressen der zweiphasigen Mischung durch den Diffusor 62 zu einem Gegendruck, der etwa dem Betriebsvakuum in der Hauptkammer 4 und der Hilfskammer 40 entspricht, verlassen sie den hydrodynamischen Kavitationskavitator 6. Die Mischung von Blasenaggregationen und Öl strömt über die Verbindungsrohrleitung 63 in die rechte Seite des Schneckenabscheiders 7. Durch den erzwungenen Durchgang der Mischung von Öl und von Blasen durch den Schneckenabscheider 7 wird das zweiphasige Medium in eine langsame Schraubenvorwärtsbewegung versetzt und so ein Abscheidereingangs, dessen Ziel ein genügend schnelles Abscheiden des Öles von verunreinigenden Beimengungen ist, die jetzt in den Blasen konzentriert sind.

Durch Wirkung des Wandeffektes an der Oberfläche der Schnecke 70 und des zylindrischen Mantels des Schneckenabscheiders 7, durch eigene Auftriebskraft und nicht zuletzt auch durch den doppelten Wirbel, der durch Bewegung der Mischung entlang der Schraubenvorwärtsbewegung entsteht, werden die Blasen fortlaufend aus der strömenden Mischung abgeschieden und an der höchsten Stelle des zylindrischen Mantels des Schneckenabscheiders 7 gesammelt. Von dieser Stelle wird die Mischung von Blasen und Öl mit wesentlich höherem Gehalt der Dampf-Gas-Fraktion aus jeder Windung der Schnecke 70 über die Überlaufkanäle 71 in den oberen Teil der Hilfskammer 40 abgeführt.

Während des Kompressionsvorganges wird das so vorgereinigte Öl von der linken Seite des Schneckenabscheiders 7 über den Verbindungskanal 72 dem zentralen Kanal 44 der Hauptkammer 4 zugeführt, über dessen obere Mündung fällt es in Kaskaden, die durch einen gegen die vertikale Achse der Hauptkammer senkrecht angeordneten Satz von Abscheidetellern 440 gebildet sind, in den unteren Teil der Hauptkammer 4. Das Füllen der Hauptkammer 4 durch vorgereinigtes Öl aus dem Schneckenabscheider 7 wird ferner durch Ölzufuhr aus

der Hilfskammer 40 beeinflusst.

Die konzentrierte Mischung von Verunreinigungen und Öl wird aus dem Schneckenabscheider 7 in die Hilfskammer aufgrund der hydrostatischen Differenz zwischen der Ölsäule im zentralen Kanal 44 mit höherer Dichte und den Flüssigkeitssäulen mit geringer Dichte in den Überlaufkanälen 71 überführt. In der Hilfskammer 40 geht ein Abscheiden von Blasenaggregationen aus dem Öl vor sich und die freie Dampf-Gas-Mischung sammelt sich oberhalb des Niveaus in der Hilfskammer 40. Von hier wird sie durch den Kondensator 400 und einen Überführungsstutzen 402 oberhalb des steigenden Ölniveaus in die Hauptkammer 4 geführt. Das abgeschiedene Öl wird aus der Hilfskammer 40 während der ersten Phase des Kompressionsvorganges über die Ausgleichsrohrleitung 401 in den Verbindungskanal 72 und weiter über den Zentralkanal 44 in die Hauptkammer 4 geleitet, während die durch Flotation im Schneckenabscheider 7 freigewordenen Schlämme sich durch ihre Schwerkraft abscheiden und am konischen Boden der Hilfskammer 40 sich ablagern.

Durch Ansteigen des Niveaus in der Hauptkammer 4 werden die abgeschiedenen Verunreinigungen fortlaufend zusammengedrückt. Dieser Vorgang fährt fort bis zu dem Augenblick, in dem die Höhe des Niveaus in der Hauptkammer 4 höher ist als die Höhe des Überfallniveaus H, wo das aus dem Schneckenabscheider 7 abgeführte Öl beginnt, über die Ausgleichsrohrleitung 401 auch die Hilfskammer 40 zu füllen. Durch die fortschreitende Kompression der Dampf-Gas-Mischung oberhalb der Niveaus in beiden erwähnten Kammern beginnt das komprimierte Gas feucht zu werden und der Wasserdampf aus der Dampf-Gas-Mischung beginnt an der kühlen Oberfläche des Kondensators 400 und der Hilfskammer 40 zu kondensieren. Das Kondensat fließt in Form von Tropfen herab und sammelt sich am Boden der Hilfskammer 40, von wo es zusammen mit den Schlämmen über die Entschlammrohrleitung 403 und das Entschlammventil 404 falls nötig, außerhalb des Vakuumreinigers 3 abgezogen wird.

Wegen des senkrechten Ausmündens der Ausgleichsrohrleitung 401 in den Verbindungskanal 72, durch den die größte Ölmenge hindurchfließt, steigt die Oberfläche in der Hilfskammer 40 wesentlich langsamer als in der Hauptkammer 4 an. Durch Wirkung des so entstandenen Venturieffektes und des ungleich schnellen Ansteigens der Niveaus in der Hauptkammer 4 und der Hilfskammer 40 fließt die Dampf-Gas-Mischung aus der Hauptkammer 4 in die Hilfskammer 40. Durch Durchfluß des schon feuchten Gases während dieser Kompressionsphase durch den Kondensator 400 wird aus dem Gas ein Teil der Feuchtigkeit in Form von Tropfen abgeschieden, die wieder in Richtung auf den Boden der Hilfskammer 40 herabfließen. Im Augenblick des Zusammendrückens der Dampf-Gas-Mischung über den atmosphärischen Druck ist schon die Hauptkammer 4 mit Öl fast gefüllt. Nach dem Öffnen des Rückschlagventils 45 der Hauptkammer 4 fließt die Dampf-Gas-Mischung in den Akkumulationsansatz 42.

Die Dampf-Gas-Mischung wird während dieser Phase des Kompressionsvorganges unter dem Rückschlagventil 45 der Hauptkammer 4 über den Ausgleichsstutzen 402 und den Kondensator 400 geführt und durch die erwähnte umgekehrte Zufuhr feuchten Gases wird wieder ein Teil von dessen Wassergehalt an den Wänden des Kondensators 400 abgeschieden. Das Ansteigen des Ölniveaus in der Hauptkammer 4 und der Hilfskammer 40 erfolgt weiter bis zu einem völligen Entfernen von

Gasen und Dämpfen aus den beiden Kammern 4, 40, wenn Öl über das Rückschlagventil 45 der Hauptkammer 4 in den Akkumulationsansatz 42 zu fließen beginnt. Das zusammengedrückte Gas und der Wasserdampf werden dem Siphonverschluß 420 des Akkumulationsansatzes 42 zugeführt und das zusammengedrückte Gas und der Wasserdampf werden über die Gasrohrleitung 421 über den Gaszähler 422 aus dem Akkumulationsansatz 42 in den Sammelbehälter 8 geführt.

Das Füllen des Akkumulationsansatzes 42 mit Öl fährt bis zu dem Augenblick fort, bis das Ölniveau im Akkumulationsansatz 42 die Höhe des oberen Schaltniveaus H1 übersteigt. Durch Überschreiten der Höhe des Schaltniveaus H1 und durch Einschalten der Zahnradpumpe 5 wird der Vakuumreiniger 3 in den Abscheide-Arbeitsvorgang überführt. Durch das Abziehen von Öl aus dem voll gefüllten Raum der Hauptkammer 4 wird vorerst das Rückschlagventil 45 der Hauptkammer 4 geschlossen. Dabei kommt ein schnelles Sinken des Gesamtdruckes oberhalb der so entstandenen Oberfläche der Hauptkammer 4 und der Hilfskammer 40 bis auf das Druckniveau des Betriebsvakuums zustande.

Durch gleichzeitiges Herabsetzen des Gegendruckes und des Speisedruckes des hydrodynamischen Kavitations 6 wird in diesem Element ein Arbeitsvorgang mit erhöhter Intensität der Turbulenzvorgänge und des dynamisch erzeugten Vakuums eingeleitet. Durch Druckanstieg in der Rückumlaufleitung 53, der der hydraulischen Leistung der Zahnradpumpe 5 und den hydraulischen Widerständen der Drosselblende und der Düse 600 des hydrodynamischen Kavitations 6 proportional ist, kommt es auch zu einem Schließen des Rückschlagventils 540 in der Rohrleitung 541 des Eintrittsfilters 54. Dadurch wird während des Abscheidevorganges der Vakuumreiniger 3 von der Zufuhr des verunreinigten Öles aus dem Behälter 1 des Ölsystems bzw. des elektrischen Transformators getrennt.

Während des Abscheidevorganges des Vakuumreinigers 3 fließt in der hydraulischen Schleife nur das durch den vorangegangenen Kompressionsvorgang vorgereinigte Öl. Dieses Öl wird wiederholt nichtstationären und quasistationären Reinigungsvorgängen ausgesetzt. Wegen des höheren Niveaus der Abscheidevorgänge, die sonst in ihrem Verlauf identisch sind mit den schon beschriebenen Kompressionsvorgängen, wird beim Abscheidevorgang der Reinheitsgrad des Ölmediums noch weiter derart erhöht, daß ein Teil des Ölmediums von der linken Seite des Rücklaufes 53 in Einklang mit dem hydraulischen Widerstand der Drosselblende 530 in die Retentionskammer 9 und von hier über den Saugheber 91 in die Abfuhrleitung 32 verdrängt wird, von wo es in den unteren Teil des Behälters 1 des Ölsystems bzw. des elektrischen Transformators eintritt.

Durch Verdrängen des Öles aus dem Vakuumreiniger 3 sinkt das Ölniveau in dessen Hauptkammer 4 bis auf die Höhe des unteren Schaltniveaus H2, wodurch der untere Niveauabnehmer 41 anspricht. Durch Abschalten der Zahnradpumpe 5 wird der Vakuumreiniger 3 wieder in den Kompressionsvorgang überführt.

Der selbsttätige Gang der Anordnung für das kontinuierliche Reinigen des Transformatoröles, der durch eine ununterbrochene Folge eines Abscheide- und Kompressionsvorganges des Vakuumabscheiders 3 erreicht wird, wird durch einen einfachen elektrischen Schaltkreis gemäß Fig. 3 erzielt. Bei vollständigem Überfluten des unteren Niveauabnehmers 41 und bei Anstieg des Ölniveaus am oberen Niveauabnehmer 43 über die Höhe des oberen Schaltniveaus H1, also bei

einem Zustand, der dem Übergang des Vakuumreinigers 3 vom Kompressions- zum Abscheidevorgang entspricht, sind die Schwimmer 431, 433 der beiden Niveauabnehmer 41, 43 in eine Lage gehoben, in welcher es zu einem Schließen der Kontakte der beiden Mikroschalter 417, 437 kommt. Dadurch wird die Spule 5012 des Dreiphasenschützes 501 betätigt, die gleichzeitig die Steuerkontakte und den Haltekontakt 5011 des Dreiphasenschützes 501 schließt.

Durch Einschalten des Dreiphasenmotors 500, der die Zahnradpumpe 5 antreibt, wird so der Vakuumreiniger 3 für den Abscheidevorgang umgestellt. Da der Akkumulationsansatz 42 über die Abfuhrrohrleitung 80 entleert wird, über welche das Öl in die Sammelkammer 8 fließt, sinkt das Niveau im Akkumulationsansatz 42 und in dem mit ihm in Verbindung stehenden oberen Niveauabnehmer 43 bis unter die Höhe des unteren Schaltniveaus H1. Durch Sinken unter dieses Niveau und durch das entsprechende Sinken des Schwimmers 433 des oberen Ölniveauabnehmers 43 kommt es zu einem Unterbrechen des oberen Mikroschalters 437. Der Zustand des beschriebenen elektrischen Schaltkreises ändert sich in diesem Augenblick nicht, da die Spule 5012 des Dreiphasenschützes 501 in diesem Fall über den eingeschalteten Haltekontakt 5011 gespeist wird.

Der Übergang des Vakuumreinigers 3 aus dem Abscheide- zum Kompressionsvorgang wird erst nach Sinken der Ölhöhe in der Hauptkammer 4 und bei einem entsprechenden Sinken der Höhe des Niveaus am unteren Niveauabnehmer 41 unter die Höhe des unteren Schaltniveaus H2 bewerkstelligt. Durch Sinken des Schwimmers 413 des unteren Niveauabnehmers 41 wird der Mikroschalter 437 unterbrochen. Da so der ganze Schaltkreis ohne Speisespannung bleibt, wird auch gleichzeitig mittels des Dreiphasenschützes 501 der Dreiphasenmotor 500 abgeschaltet.

Die selbständige Monoblockausführung des Vakuumreinigers 3, die eine leichte Installation im unteren Teil des elektrischen Transformators 1 ermöglicht und auch einen leichten Zutritt zu dieser Anordnung und eine leichte Reparatur ohne Abstellen des Behälters 1 des Ölsystems bzw. des elektrischen Transformators ermöglicht, wird bei dem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung durch die Sammelkammer 8 gesichert.

Durch Gase und Wasser stärker verunreinigtes Öl, das gegen Ende des Kompressionsvorganges über das Rückschlagventil 45 der Hauptkammer 4 in den Akkumulationsansatz 42 verdrängt wird, wird über die Abfuhrrohrleitung 80 in die Sammelkammer 8 geleitet. Gleichzeitig wird auch in die Sammelkammer 8 die Dampf-Gas-Mischung aus dem Akkumulationsansatz 421 zugeführt, wobei diese Menge durchlaufend durch den Gaszähler 422 gemessen wird, der in der Gasleitung 421 eingebaut ist. Durch Zufluß von Öl und bei entsprechendem Anstieg des Niveaus in der Sammelkammer 8 wird der Schwimmer 810 des doppelt wirkenden Verschlusses 81 in der Sammelkammer 8 gehoben und das Öl wird durch die Rückrohrleitung 82 über das Rücklaufventil 820 zurück in das Vakuum der Hilfskammer 40 angesaugt.

Die nominale mittlere Lage des doppelt wirkenden Verschlusses 81, die dem Ölzufluß aus dem Akkumulationsansatz 42 bei laufendem selbsttätigem Gang des Vakuumreinigers 3 entspricht, ermöglicht dann gleichzeitig ein Absaugen des Öles zurück in den hydraulischen Kreis der Anordnung. Dabei entweichen abgechiedene Verunreinigungen über den geöffneten Gas-

auslaß 83 in die umgebende Atmosphäre. Bei erhöhtem Ölzufluß, der z. B. dem Zustand entsprechen kann, in dem der Vakuumreiniger 3 abgestellt ist und die Anordnung durch Selbstgefälle aus dem Behälter 1 des Ölsystems bzw. des elektrischen Transformators gefüllt wird, ist der doppelt wirkende Verschuß 81, in dessen oberer Lage und durch Schließen des Gasauslasses 83 ist der ganze Vakuumreiniger 3 gegen die Umgebung geschlossen.

Ein wichtiges Element, mit welchem die Verlässlichkeit des Vakuumreinigers 3 gegen allfälliges Mitreißen von Dampf-Gas-Blasen durch den Strom des gereinigten Öles zurück in den Ölbehälter 1 bzw. den elektrischen Transformator verhindert wird, ist die Retentionskammer 9 des Vakuumreinigers 3. Insbesondere während des Anlaufes des Vakuumreinigers 3, wenn die Anordnung mit verunreinigtem Öl aus dem Behälter 1 des Ölsystems bzw. des elektrischen Transformators gefüllt wird, beschränkt die Retentionskammer 9 die Möglichkeit eines Zurückverschleppens von Dampf-Gas-Blasen, soweit ein Lösen der Unreinigkeiten als Folge des Durchflusses durch die Drosselblende 530 oder durch Kavitation in der Zahnpumpe 5 verursacht sein könnte.

Die Retentionskammer 9 dient während des Abscheidvorganges, bei dem in dessen oberem Teil eine Mischung von Blasen und Öl über die Drosselblende 530 zufließen kann, zur Konzentration der Dampf-Gas-Unreinigkeiten an der höchsten Stelle des konischen Bodens. Während des folgenden Kompressionsvorganges werden dann durch Rückzufluß von Öl aus der Abfuhrrohrleitung 32 aus dem elektrischen Transformator 1 die Blasen über die Drosselblende 530 zurück in den Rücklauf 53 verdrängt und während der beschriebenen Abscheidvorgänge außerhalb des Vakuumreinigers 3 abgezogen.

Insoweit entspricht die erfindungsgemäße Vorrichtung zum kontinuierlichen Vakuumreinigen von Ölen der bekannten Anordnung. Die wesentlichen Details der Erfindung werden nachfolgend beschrieben.

In der Fig. 2 ist eine Leitung 830 dargestellt, die mit einem Ende am Ausgang der Pumpe 5 angeschlossen ist und mit ihrem anderen Ende mit einer Düse 831 verbunden ist, die in der Sammelkammer 8 über dem Niveau des dortigen Flüssigkeits- bzw. Ölspiegels angeordnet ist. In der Leitung 830 ist ein Steuerventil 832 vorgesehen, mit welchem die je Zeiteinheit über die Leitung 830 von der Pumpe 5 an die Düse 831 fließende Menge an Öl sehr fein und genau dosiert bzw. geregelt werden kann. Das Steuerventil 832 ist dabei beispielsweise ein Ventil, welches eine proportionale Regelung der Ölmenge gestattet. Als Steuerventil 832 kann auch ein digital arbeitendes Ventil vorgesehen sein, welches lediglich eine geöffnete und eine gesperrte Stellung aufweist und bei welchem die Regelung der Flußmenge durch das Zeitverhältnis zwischen dem geöffneten Zustand und dem geschlossenen Zustand gesteuert wird.

Wie die Fig. 2 auch zeigt und wie vorstehend beschrieben wurde, ist der Sammelraum 8 jeweils teilweise mit dem sich dort sammelnden Öl gefüllt, welches bei Übersteigen eines vorgegebenen Niveaus in der vorbeschriebenen Weise in die Hilfskammer 40 gelangt. Der über dem Ölspiegel liegende Teil der Sammelkammer ist mit der Dampf-Gas-Mischung gefüllt. Durch den aus der Düse 831 austretenden und auf den Ölspiegel auftreffenden Ölstrahl 833 werden Dampf- bzw. Gaspartikel aus dem Gasraum der Sammelkammer 8 mit dem Ölstrahl 833 mitgeführt, d. h. das in der Sammelkammer

8 vorhandene und in die Hilfskammer 40 geleitete Öl wird mit zusätzlichen Dampf- bzw. Gas-Partikeln "geimpft", die das Abscheiden von Wasser insbesondere auch in der Hilfskammer 40, aber auch in der Hauptkammer 4 aus dem zu reinigenden Öl begünstigen, und zwar derart, daß bereits bei einer niedrigen, das Öl schonenden Temperatur weit unter 100°C, beispielsweise bei einer Temperatur von nur 80°C eine hohe Abscheidungsrate von Wasser bzw. Wasserdampf aus dem zu reinigenden Öl erreicht wird.

Voraussetzung hierbei ist eine exakte und reproduzierbare Regelung der Intensität der "Impfung", d. h. der Menge der in das Öl in der Sammelkammer 8 durch den Ölstrahl 833 eingebrachten Gas- bzw. Dampf-Partikel. Da dieses Impfen unter Verwendung des Ölstrahls 833 erfolgt, das hierfür benötigte Öl dem Ausgang der Pumpe 5 entnommen wird, für den Strahl 833 also nicht nur gereinigtes Öl verwendet wird, sondern auch Öl mit einem durch die Pumpe 5 definierten Druck, und da sich außerdem die durch die Leitung 830 fließende Ölmenge sehr exakt und in einer reproduzierbaren Weise durch das Steuerventil 832 regeln läßt, kann auch die Intensität der Impfung reproduzierbar und optimal eingestellt werden.

Die Fig. 4 zeigt in einem Diagramm in schematischer Darstellung die abgeführte Menge an Wasser bzw. Wasserdampf W in Abhängigkeit von der Temperatur T für den Fall ohne Impfung (Kurve I) und den Fall einer optimal eingestellten Impfung (Kurve II). Aus der Darstellung ist zu entnehmen, daß bei gleicher Öl-Temperatur T bei der Impfung eine wesentlich größere Menge W abgeschieden wird. Umgekehrt zeigt die Darstellung in Fig. 4 auch, daß bei gleicher Abscheidungsrate die Temperatur T wesentlich niedriger gehalten werden kann.

Die Erfindung wurde voranstehend an einem Ausführungsbeispiel beschrieben. Es versteht sich, daß Änderungen sowie Abwandlungen möglich sind, ohne daß dadurch der der Erfindung zugrundeliegende Erfindungsgedanke verlassen wird.

So ist es beispielsweise grundsätzlich auch möglich, über eine ein Steuerventil 834 sowie ein Rückschlagventil 835 aufweisende Gasleitung 836 aus dem oberen Teil der Hauptkammer 4 einen Anteil an Dampf bzw. Gas in das Öl im Sammelraum 8 einzuleiten. In diesem Fall befindet sich eine entsprechende Düsenanordnung neben von dem Öl ständig eingenommenen Teil des Innenraumes der Sammelkammer 8. Optimalere Verhältnisse sind aber durch die Impfung mit Hilfe des aus der Düse 831 austretenden Ölstrahles zu erwarten, da sich ein Ölfluß wesentlich exakter und reproduzierbarer regeln läßt als ein Gasfluß.

Patentansprüche

1. Vorrichtung für ein kontinuierliches Vakuumreinigen von Öl eines dieses Öl aufweisenden Systems, insbesondere eines Transformators, bestehend aus einem Vakuumreiniger mit hydrodynamischen Mitteln (Kavitations) zur Erzeugung eines Unterdrucks, einem Vorabscheider, einer Hauptkammer (4) sowie einer Hilfskammer (40) zum Entgasen des Öles unter Vakuum und zum Komprimieren des beim Entgasen enthaltenen Gas- bzw. Dampfanteils, mit einem der Hauptkammer zugeordneten Akkumulator zum Sammeln und Abführen der beim Entgasen bzw. beim Komprimieren erhaltenen flüssigen und/oder gasförmigen Anteile, mit ei-

ner Sammelkammer zur Aufnahme dieser flüssigen und/oder gasförmigen Anteile, mit Mitteln zum Rückführen der flüssigen Ölanteile aus der Sammelkammer (8) an die Hilfskammer (40), mit Mitteln zum Abführen von kondensierten Wasserbestandteilen, sowie mit einer Pumpe zum Abführen des gereinigten Öles aus dem Vakuum-Reiniger, **gekennzeichnet durch** wenigstens eine innerhalb der Sammelkammer (8) über dem dortigen Niveau des Flüssigkeitsspiegels angeordnete Düse (831), die über eine ein Steuerventil (832) aufweisende Leitung (830) an den Ausgang des Vakuumreinigers für das gereinigte Öl bzw. an den Ausgang einer dortigen Pumpe (5) angeschlossen ist, um zumindest einen Teil des der Hilfskammer (40) zugeführten Öles mit Gas- bzw. Dampf-Partikeln aus dem Gasraum der Sammelkammer (8) gesteuert zu impfen.

2. Vorrichtung für ein kontinuierliches Vakuum-Reinigen von Öl eines dieses Öl aufweisenden Systems, insbesondere eines Transformators, bestehend aus einem Vakuumreiniger mit hydrodynamischen Mitteln (Kavitator) zur Erzeugung eines Unterdruckes, einem Vorabscheider, einer Hauptkammer (4) sowie einer Hilfskammer (40) zum Entgasen des Öles unter Vakuum und zum Komprimieren des beim Entgasen erhaltenen Gas- bzw. Dampfanteils, mit einem der Hauptkammer zugeordneten Akkumulator zum Sammeln und Abführen der beim Entgasen bzw. beim Komprimieren erhaltenen flüssigen und/oder gasförmigen Anteile, mit einer Sammelkammer zur Aufnahme dieser flüssigen und/oder gasförmigen Anteile, mit Mitteln zum Rückführen der flüssigen Ölanteile aus der Sammelkammer (8) an die Hilfskammer (40), mit Mitteln zum Abführen von kondensierten Wasserbestandteilen, sowie mit einer Pumpe zum Abführen des gereinigten Öles aus dem Vakuumreiniger, gekennzeichnet durch wenigstens eine Düse, die in der Sammelkammer (8) auf einem Niveau unterhalb des Flüssigkeitsspiegels angeordnet ist und die über eine Gasleitung (836) mit Steuerventil (834) an den Gasraum der Hauptkammer angeschlossen ist, um zumindest einen Teil des der Hilfskammer (40) zugeführten Öles mit Gas- bzw. Dampfpartikeln aus dem Gasraum der Hauptkammer gesteuert zu impfen.

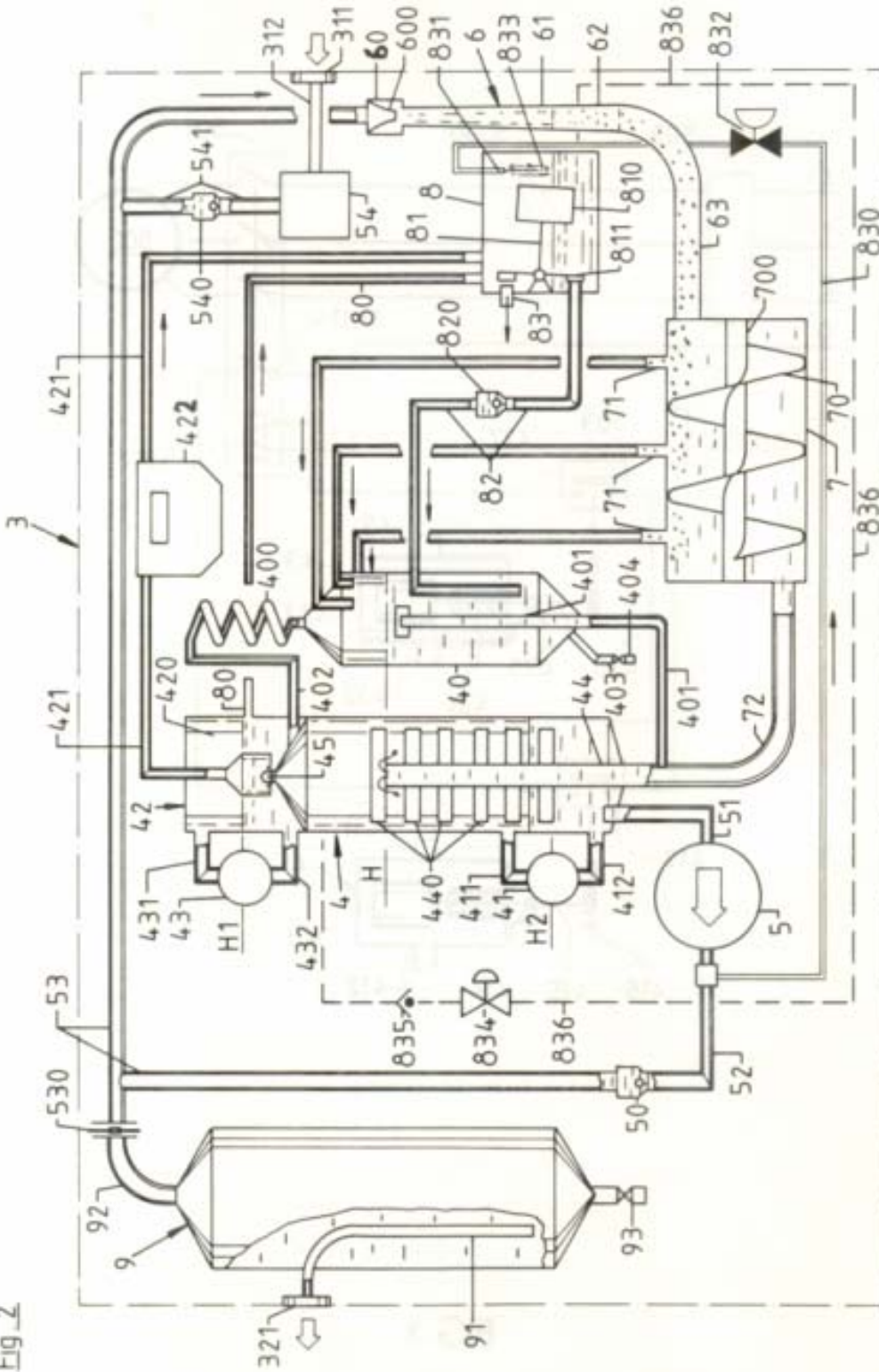


Fig. 2

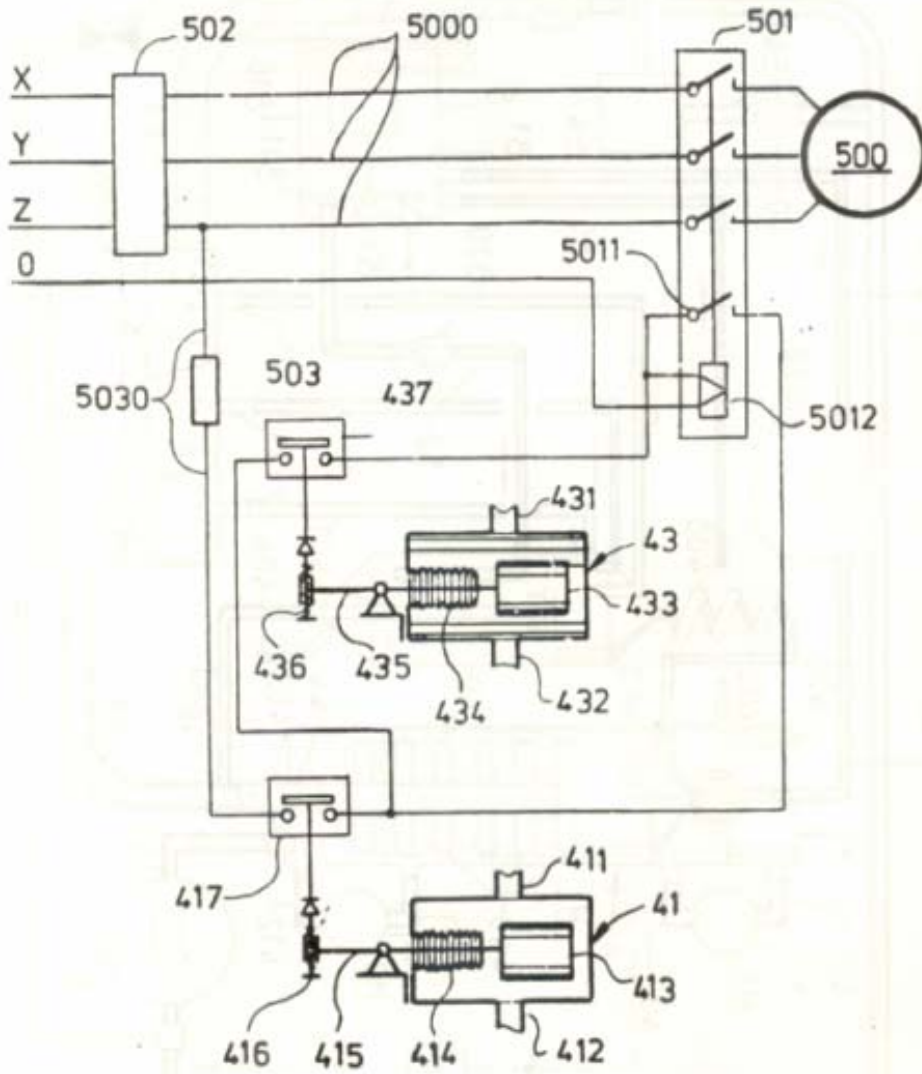
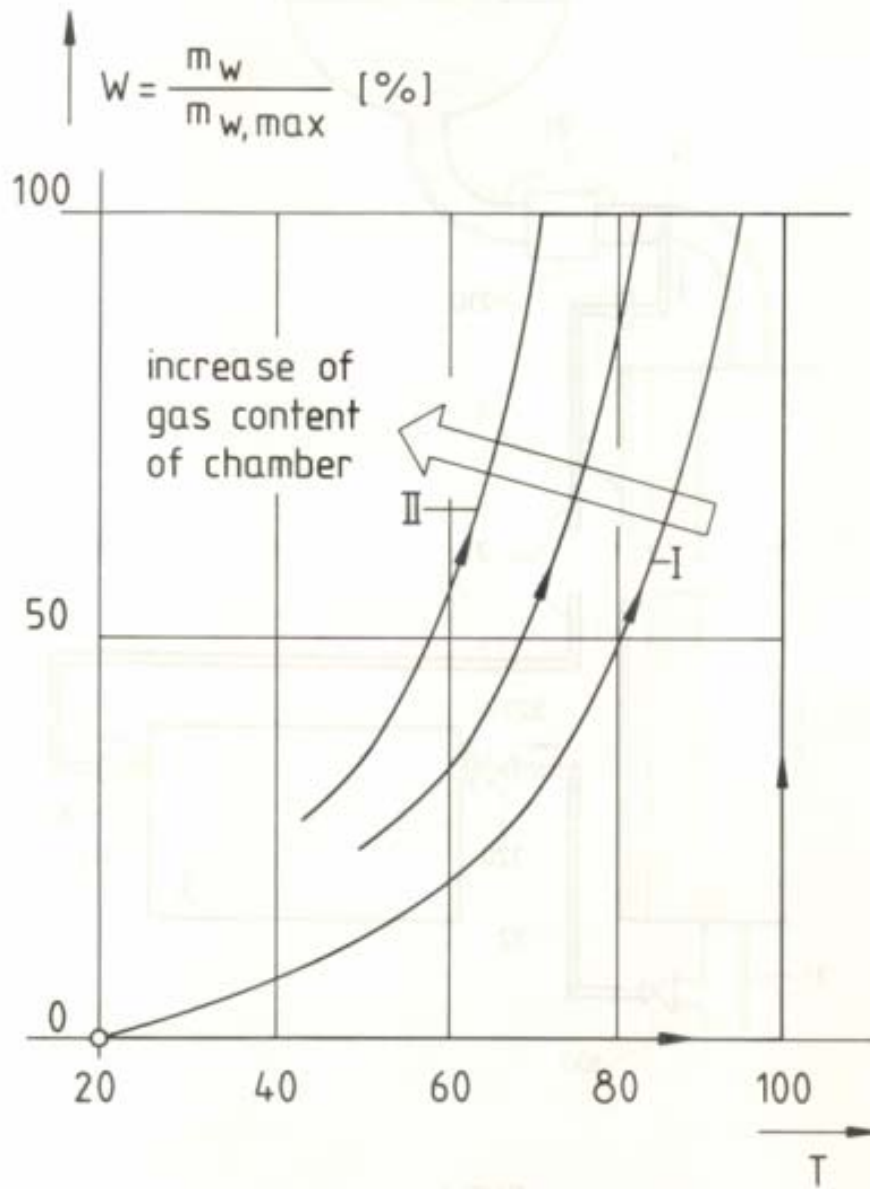


Fig. 4



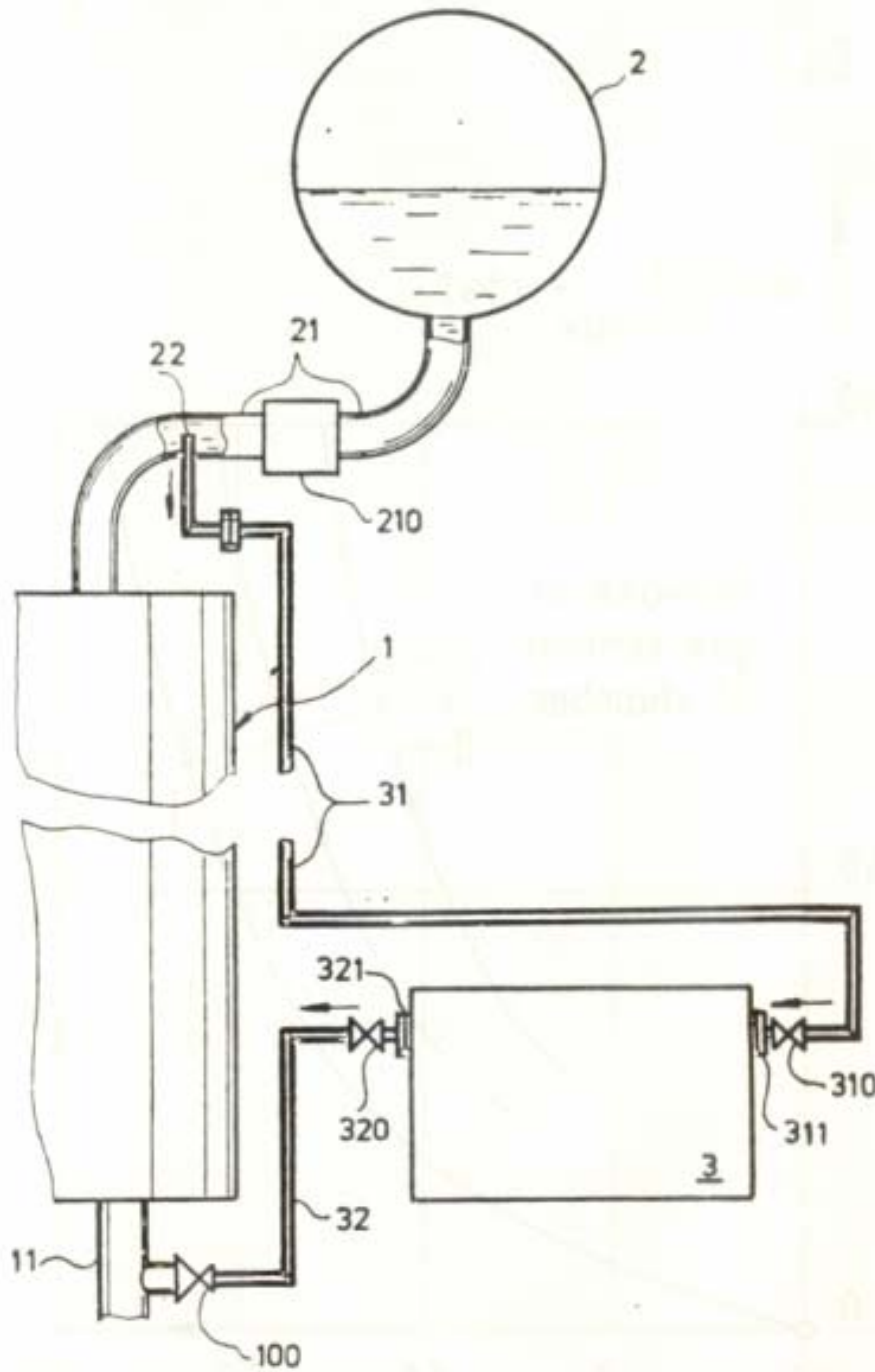


FIG. 1