



(11) **EP 2 096 157 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.09.2009 Patentblatt 2009/36

(51) Int Cl.:
C10G 9/20 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09001991.0**

(22) Anmeldetag: **12.02.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(30) Priorität: **22.02.2008 DE 102008010654**

(71) Anmelder: **Linde AG
80331 München (DE)**

(72) Erfinder: **Meier, Herbert
82152 Martinsried (DE)**

(74) Vertreter: **Zahn, Christoph
Linde AG
Legal Services Intellectual Property
Dr.-Carl-von-Linde-Strasse 6-14
82049 Pullach (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Umschaltung von Absperrorganen an Spaltöfen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie ein Vorrichtung zur Umschaltung eines Spaltofens zwischen Produktionsmodus und Entkokungsmodus, wobei ein in der Transferleitung angeordnetes, mit einem ersten Stellantrieb ausgestattetes erstes Absperrorgan (TLV) und ein in der Entkokungsleitung angeordnetes, mit einem zweiten Stellantrieb ausgestattetes zweites Absperrorgan (EGV) gleichzeitig verfahren werden und wobei der Differenzdruck DP über das Absperrorgan TLV kontinu-

ierlich gemessen und überwacht wird. Das Verfahren der Absperrorgane TLV und EGV wird automatisiert durchgeführt, wobei TLV monoton zwischen seinen Endlagen bewegt wird, während der zweite Stellantrieb über das Stellsignal einer Regeleinrichtung angesteuert und EGV dadurch so verfahren wird, dass DP stets einem vorgegebene Sollwert (DP-soll) angenähert wird.

EP 2 096 157 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Umschaltung eines Spaltofens zwischen Produktionsmodus und Entkokungsmodus, wobei ein in der Transferleitung angeordnetes, mit einem ersten Stellantrieb ausgestattetes erstes Absperrorgan (TLV) und ein in der Entkokungsleitung angeordnetes, mit einem zweiten Stellantrieb ausgestattetes zweites Absperrorgan (EGV) gleichzeitig verfahren werden und wobei der Differenzdruck DP über das Absperrorgan TLV kontinuierlich gemessen und überwacht wird.

[0002] Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0003] Der Begriff "Transferleitung" bezeichnet eine Rohrleitung, über die das während des Produktionsmodus in einem Spaltofen erzeugte Spaltgas abgeführt und einer Weiterbehandlung, beispielsweise in einer Gaszerlegungseinrichtung, zugeführt wird. Stromaufwärts von TLV zweigt von der Transferleitung eine als "Entkokungsleitung" bezeichnete Rohrleitung ab, über die während des Entkokungsmodus das im Spaltofen gebildete Entkokungsgas abgeführt wird. Während des Produktionsmodus ist die Entkokungsleitung durch EGV abgesperrt, während TLV vollständig geöffnet ist. Im Entkokungsmodus ist EGV vollständig geöffnet und TLV vollständig geschlossen.

[0004] Spaltöfen, von außen befeuerte Rohrreaktoren, sind dem Fachmann seit vielen Jahren bekannt und werden in der Industrie zu unterschiedlichen Zwecken eingesetzt. So werden sie beispielsweise dazu verwendet, um aus höher siedenden Kohlenwasserstoffen und Wasserdampf durch thermische Spaltung Olefine zu erzeugen.

[0005] Die Kohlenwasserstoffe werden dabei gemeinsam mit dem Wasserdampf in der Konvektionszone des Spaltofens bis auf eine Temperatur erhitzt, bei der die Spaltung der Kohlenwasserstoffe gerade einsetzt (500-680°C, abhängig von der Art der Kohlenwasserstoffe). Anschließend werden die Kohlenwasserstoffe in sog. Strahlungsrohren durch die Strahlungszone des Spaltofens geführt, wobei sie unter kontrollierten Bedingungen (Verweilzeit, Temperaturprofil, Partialdrücke) in kleinere Moleküle gespalten werden. Neben den angestrebten Hauptprodukten (beispielsweise Ethylen und Propylen), entstehen hierbei auch andere Olefine sowie weitere Substanzen. Um einen Abbau der Reaktionsprodukte in Sekundärreaktionen zu unterbinden, werden sie im Anschluss an die Strahlungszone, die sie mit Temperaturen zwischen 800 und 850°C verlassen, in 0,02-0,1s auf 550-650°C abgekühlt. Das auf diese Weise erzeugte Spaltgas wird über die Transferleitung weitergeführt, um in komplexen physikalischen und chemischen Zerlegungsschritten in die gewünschten Produkte aufgespalten zu werden.

[0006] Bei der thermischen Spaltung der Kohlenwasserstoffe wird unvermeidlich Kohlenstoff erzeugt, der als Koks an den Innenseiten der Strahlungsrohre abge-

schieden wird und dort eine Schicht bildet. Die Koks-schicht behindert den Wärmetransport von den Strahlungsrohren auf das durch sie strömende Prozessgas, erhöht die Rohrwandtemperatur und verkleinert den freien Strömungsquerschnitt in den Strahlungsrohren, wodurch sich der Druckverlust über die Rohre erhöht. Als Folge hiervon steigen die Betriebskosten und gleichzeitig sinkt die Ausbeute an erwünschten Olefinen. Von Zeit zu Zeit ist es daher erforderlich, den Produktionsmodus eines derartigen Spaltofens zu unterbrechen und im sog. Entkokungsmodus die Koksablagerungen aus den Strahlungsrohren zu entfernen.

[0007] Da mechanische Verfahren zur Beseitigung der Koks-schicht nicht angewendet werden können, werden die Strahlungsrohre normalerweise mit einem Gemisch aus Luft und Wasserdampf durchspült, wobei der Koks abgebrannt und so aus dem Spaltofen transportiert wird.

[0008] Um den Spaltofen vom Produktionsmodus in den Entkokungsmodus umzuschalten, ist es erforderlich, ein in die Transferleitung eingebautes Absperrorgan (TLV) zu schließen und gleichzeitig ein in die Entkokungsleitung eingebautes Absperrorgan (EGV) zu öffnen. Anschließend wird ein Wasserdampf/Luft-Gemisch durch die Strahlungsrohre geleitet und das dabei entstehende Stoffgemisch über die Entkokungsleitung abgeführt.

[0009] Die Umschaltung zwischen Produktionsmodus und Entkokungsmodus muss so durchgeführt werden, dass ein Rückströmen von Kohlenwasserstoffen über das TLV unterbleibt und der Druck am Ausgang des Spaltofens einen Höchstwert nicht überschreitet. Diese Bedingungen werden dadurch eingehalten, dass die beiden Absperrorgane TLV und EGV aufeinander abgestimmt gleichzeitig geöffnet bzw. geschlossen werden. Während eines Umschaltvorgangs wird der Differenzdruck über das TLV ständig überwacht. Dabei soll der Differenzdruck in Normalströmungsrichtung in Phasen des Umschaltvorgangs, in denen beide Absperrorgane nicht geschlossen sind, stets nahe eines sicheren Wertes von ca. 1,00 bar gehalten werden. Nach dem Stand der Technik, wird der Umschaltvorgang von zwei bis drei Operatoren durchgeführt, die beide Absperrorgane von Hand oder über vor Ort zu bedienende Stellantriebe betätigen und gleichzeitig den Differenzdruck über TLV überwachen. Da menschliches Versagen nie ausgeschlossen werden kann, wird nach dem Stand der Technik zur Erhöhung der Sicherheit stromab des TLV oftmals eine Rückschlagklappe und stromauf ein Sicherheitsabblasventil in die Transferleitung eingebaut.

[0010] Um die Gefahr von Bedienungsfehlern zu verringern, sind aus der Praxis auch Lösungen bekannt, bei denen TLV und EGV mechanisch derart miteinander verbunden sind, dass beide gemeinsam betätigt werden können. Diese Lösungen weisen jedoch einige gravierende Nachteile auf:

- Zum Einhalten des notwendigen Differenzdruckes ist der Durchflussmengenbereich stark einge-

schränkt, da die mechanische Verbindung Mengenabweichungen im Durchfluss zur Herstellung eines sicheren Betriebs nur sehr begrenzt ausgleichen kann.

- Aufgrund eines unterschiedlichen Temperaturanges in Transfer- und Entkokungsleitung, treten hohe Schwankungen der auf die Absperrorgane wirkenden Kräfte und Momente auf, die zum Verklemmen der mechanischen Antriebe und Dichtelemente der Absperrorgane führen können.
- TLV und EGV müssen unmittelbar nebeneinander installiert werden, wodurch es schwierig ist die Verrohrung für den Prozess optimal und mit geringen Kosten zu realisieren.
- Eine unabhängige Betätigung von TLV und EGV ist nur schwer möglich.
- Die beiden Absperrorgane müssen vom selben Lieferanten bezogen werden, was die Wahlfreiheit einschränkt.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art sowie eine Vorrichtung zu dessen Durchführung anzugeben, durch welche die Nachteile des Standes der Technik überwunden werden.

[0012] Die gestellte Aufgabe wird verfahrensseitig erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Verfahren der Absperrorgane TLV und EGV automatisiert durchgeführt wird, wobei TLV monoton zwischen seinen Endlagen bewegt wird, während der zweite Stellantrieb über das Stellsignal einer Regeleinrichtung angesteuert und EGV dadurch so verfahren wird, dass DP stets einem vorgegebene Sollwert (DP-soll) angenähert wird.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich zum Einsatz an allen Spaltöfen, die über eine Transfer- und eine Abgasleitung verfügen. Vorzugsweise wird es jedoch an Spaltöfen eingesetzt, die zur Herstellung von Olefinen aus Kohlenwasserstoffe enthaltenden Einsätzen verwendet werden.

[0014] Eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass der Messwert für DP in ein elektrisches Signal umgewandelt und als Istwert (DP-ist) der, vorzugsweise als elektrischer PID-Regler ausgeführten Regeleinrichtung zugeführt wird, die auf Grundlage des Vergleichs von DP-ist mit DP-soll ein kontinuierliches elektrisches Stellsignal an den Stellantrieb von EGV ausgibt.

[0015] Eine andere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass DP mittels zweier Druckschalter überwacht und geregelt wird, wobei der eine Druckschalter bei Überschreiten einer Obergrenze (DPO) und der andere Druckschalter bei Unterschreiten einer Untergrenze (DPU) von DP ein diskretes elektrisches Stellsignal an den Stellantrieb von EGV ausgibt.

Bei Überschreiten von DPO wird EGV geöffnet, während es bei Unterschreiten der Untergrenze von DP geschlossen wird.

[0016] Zweckmäßiger Weise erlauben es die beiden Druckschalter, sich überlappende Schaltbereiche einzustellen, die sich nach unten an DPO bzw. nach oben an DPU anschließen und in deren Überlapp DP-soll liegt. Sinnvoller Weise werden beide Schaltbereiche auf einen Wert eingestellt, der kleiner ist als der Abstand zwischen DPO und DPU. Wird beispielsweise DPO überschritten, so wird solange ein Stellsignal zum Öffnen von EGV ausgegeben, bis DP auf einen Wert außerhalb des Schaltbereiches gesunken ist. Die Einstellung von Schaltbereichen ermöglicht es, die Anzahl von Schaltzyklen zu reduzieren und somit die Stabilität der Regelung zu erhöhen.

[0017] In der Praxis sind TLV und EGV als Absperrklappen oder -schieber ausgeführt, die beide eine nicht lineare Durchflusscharakteristik aufweisen, was ihren Einsatz in einem Regelkreis problematisch macht. Veränderungen der Stellung eines derartigen Absperrorgans wirken sich umso stärker auf den Durchfluss aus, je weiter das Absperrorgan geschlossen ist. Damit beide Absperrorgane ihre Aufgabe als Teile eines Regelkreises dennoch zuverlässig erfüllen können, sieht eine sinnvolle Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens vor, dass die beiden Absperrorgane TLV und EGV jeweils mit wenigstens zwei unterschiedlichen Geschwindigkeiten verfahren werden, wobei die Größe der Verfahrgeschwindigkeit abhängig von der momentanen Stellung des Absperrorgans ist. Zweckmäßiger Weise können jede der Stellungen eines Absperrorgans, bei der eine Änderung der Verfahrgeschwindigkeit eintritt (Umschaltpunkte), sowie die Verfahrgeschwindigkeiten verändert und der Regelcharakteristik des Regelkreises angepasst werden.

[0018] Moderne Stellantriebe bieten bereits in ihrer Standardversion die Möglichkeit ein Absperrorgan zwischen den Positionen Offen und Geschlossen mit mehr als einer Geschwindigkeit zu verfahren. Wird ein Absperrorgan geschlossen, so wird es zu Beginn des Schließvorgangs mit der normalen Verfahrgeschwindigkeit verfahren, wobei es ca. 25 bis 50% des gesamten Fahrweges je Minute zurücklegt. Ab einem vorgegebenen Umschaltpunkt wird der Schließvorgang mit einer wesentlich kleineren zweiten Verfahrgeschwindigkeit bis zur Schließstellung fortgesetzt. Typischer Weise beträgt die zweite Verfahrgeschwindigkeit lediglich 5 bis 10% der normalen Verfahrgeschwindigkeit. Der Wechsel in der Verfahrgeschwindigkeit kann durch den Einsatz eines Stellantriebs mit variabler Geschwindigkeit erreicht werden. Eine andere Möglichkeit besteht im Einsatz eines Stellantriebs mit konstanter Geschwindigkeit, der zur Erzielung einer reduzierten Verfahrgeschwindigkeit in kurzen zeitlichen Intervallen betrieben wird, denen sich jeweils eine wesentlich längere Stillstandszeit anschließt. Durch dieses Vorgehen stellt sich eine durchschnittliche Verfahrgeschwindigkeit ein, die deutlich kleiner sein

kann, als die normale Verfahrensgeschwindigkeit.

[0019] Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Umschaltung eines Spaltofens zwischen Produktionsmodus und Entkokungsmodus, umfassend ein erstes, in der Transferleitung angeordnetes Absperrorgan (TLV) und ein zweites, in der Entkokungsleitung angeordnetes Absperrorgan (EGV) sowie eine Differenzdruckmesseinrichtung, mit der der Differenzdruck DP über das Absperrorgan TLV kontinuierlich mess- und überwachbar ist, wobei die beiden Absperrorgane jeweils einen Stellantrieb aufweisen, über den sie gleichzeitig verfahrbar sind.

[0020] Die gestellte Aufgabe wird vorrichtungsseitig erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass sie eine Regelung umfasst, über die EGV so verfahrbar ist, dass DP stets einem vorgegebene Sollwert (DP-soll) angenähert wird, während TLV sich monoton zwischen seinen Endlagen bewegt.

[0021] Erfindungsgemäß handelt es sich bei dem Spaltofen um einen beliebigen Spaltofen, vorzugsweise jedoch um einen Spaltofen, der zur Erzeugung von Olefinen aus Kohlenwasserstoffe enthaltenden Einsätzen einsetzbar ist.

[0022] Eine bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass es sich bei der Regeleinrichtung um einen elektrischen Regler handelt, der vorzugsweise als PID-Regler ausgeführt ist. Der elektrische Regler, dem der in ein elektrisches Signal umgewandelte Messwert für DP als Ist-Wert (DP-ist) zuführbar ist, gibt auf Grundlage des Vergleichs von DP-ist mit DP-soll ein kontinuierliches elektrisches Stellsignal an den Stellantrieb von EGV aus.

[0023] Eine andere bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass die Regeleinrichtung mit zwei Druckschaltern realisiert ist, wobei der eine Druckschalter bei Überschreiten einer Obergrenze (DPO) und der andere Druckschalter bei Unterschreiten einer Untergrenze (DPU) von DP ein diskretes elektrisches Stellsignal an den Stellantrieb von EGV ausgibt. Zweckmäßiger Weise handelt es sich bei den beiden Druckschaltern um solche Druckschalter, die die Einstellung von Schaltbereichen zulassen, wobei sich ein Schaltbereich nach unten an DPO und ein anderer Schaltbereich nach oben an DPU anschließt.

[0024] Vorteilhafter Weise sind die Stellantriebe an den Absperrorganen TLV und EGV mit externen Endschaltern ausgestattet, die vorzugsweise als Näherungsschalter ausgeführt sind. Gegenüber internen Endschaltern bieten sie den Vorteil, dass sie nach Wartungsarbeiten an den Stellantrieben nicht neu justiert zu werden brauchen.

[0025] Zumindest wenn als Regeleinrichtung ein kontinuierlich arbeitender Regler eingesetzt wird, ist es notwendig, die Absperrorgane TLV und EGV jeweils mit einem analogen Stellungsrückmelder auszustatten, der ein zur momentanen Stellung des Absperrorgans proportionales Signal ausgibt. Wird die Regeleinrichtung mit zwei Druckschaltern realisiert, so sind analoge Stellungs-

rückmelder zwar nicht zwingend notwendig, aber doch empfehlenswert.

[0026] Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass die Absperrorgane TLV und EGV jeweils als Hochleistungsabsperrklappen mit einem Doppelblockabdichtsystem mit Spüldampfableitung zur sicheren Prozessseite, wie es seit Jahren Stand der Technik und dem Fachmann bekannt ist, ausgeführt sind. Durch das Einbringen von Dampf, der als Spermedium wirkt, in das Doppelblockabdichtsystem, ist es möglich, bei geschlossenem Absperrorgan auf das Setzen von Steckscheiben zu verzichten, da ein unbeabsichtigtes Überströmen von Stoffen über Undichtigkeiten im Absperrorgan sicher vermeidbar ist. Die Einbringung des Dampfes erfolgt differenzdruckgeregelt, wobei der Unterschied zwischen den Drücken im Absperrorgan und in der sich stromabwärts an das Absperrorgan anschließenden Rohrleitung die Regelgröße darstellt.

[0027] Die Erfindung erlaubt es, das Umschalten zwischen Produktionsmodus und Entkokungsmodus eines Spaltofens mit weniger Personal und mit einem wesentlich geringeren Fehlbedienungsrisiko durchzuführen, als dies nach dem Stand der Technik möglich ist. Ein hohes Maß an Sicherheit kann auch ohne teure Rückschlagklappen und/oder Sicherheitsabblasventile erreicht werden. Darüber hinaus bietet es die Möglichkeit, die beiden Absperrorgane TLV und EGV so anzuordnen, dass die Verrohrung in verfahrenstechnischer Hinsicht optimiert und gleichzeitig kostengünstig ausgeführt werden kann.

[0028] Im Folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden, in dem die wichtigsten Prozessschritte beschrieben werden, die bei der automatischen Schaltung der Absperrorgane TLV und EGV eines Spaltofens ablaufen, wenn dieser zwischen Produktionsmodus und Entkokungsmodus umgeschaltet wird.

[0029] Wird der Spaltofen vom Produktionsmodus in den Entkokungsmodus umgeschaltet, ist TLV zunächst vollständig geöffnet und EGV vollständig geschlossen. Der automatische Schaltvorgang der beiden Absperrventile TLV und EGV wird über ein elektrisches, von einem Operator oder der elektronischen Steuerung des Spaltofens gegebenes Startsignal ausgelöst.

[0030] Wird zur Regelung des Druckverlusts über TLV ein kontinuierlich arbeitender Regler, wie z. B. ein elektrischer PID-Regler eingesetzt, so wird dieser im folgenden Prozessschritt mit einem voreingestellten Differenzdrucksollwert DP-soll aktiviert. Nachfolgend beginnt das Absperrorgan TLV sich mit seiner normalen Verfahrensgeschwindigkeit zu schließen. Bei Erreichen eines voreingestellten Umschaltpunktes, wird die Verfahrensgeschwindigkeit deutlich auf ca. 10% der normalen Verfahrensgeschwindigkeit reduziert. Überschreitet der Differenzdruck DP, der mit Fortschreiten des Schließvorgangs von TLV ansteigt, den am PID-Regler voreingestellten Sollwert DP-soll, gibt der PID-Regler ein Stellsignal an den Stellantrieb von EGV aus, wodurch EGV mit langsamer Verfahrensgeschwindigkeit beginnt, sich zu öffnen. Je nach

der Größe und dem Vorzeichen der durch den PID-Regler berechneten Regelabweichung, gibt der PID-Regler Stellsignale zum Öffnen oder Schließen an den Stellantrieb von EGV. Sobald TLV vollständig geschlossen ist, gibt ein extern angebrachter Endschalter ein Signal zur Deaktivierung des PID-Reglers aus. Nachdem EGV vollständig geöffnet ist, wird der automatische Schaltvorgang beendet.

[0031] Werden zur Regelung des Druckverlusts über TLV zwei Differenzdruckschalter eingesetzt, beginnt nach dem Sart des automatischen Schaltvorgangs das Absperrorgan TLV sich mit seiner normalen Verfahrensgeschwindigkeit zu schließen. Bei Erreichen eines voreingestellten Umschaltpunktes, wird die Verfahrensgeschwindigkeit deutlich auf ca. 10% der normalen Verfahrensgeschwindigkeit reduziert. Überschreitet der Differenzdruck DP, der mit Fortschreiten des Schließvorgangs ansteigt, die an einem der beiden Differenzdruckschalter eingestellte Obergrenze DPO (z. B. 1,1 bar), gibt der Differenzdruckschalter ein Stellsignal an den Stellantrieb von EGV aus, durch das EGV mit langsamer Verfahrensgeschwindigkeit beginnt sich zu öffnen. Das Stellsignal zum Öffnen von EGV wird solange ausgegeben, bis DP auf einen Wert gesunken ist, der kleiner ist als DPO abzüglich eines eingestellten ersten Schaltbereiches (z. B. 60mbar). Da TLV sich immer weiter schließt, steigt DP wieder an. Sobald DP die Obergrenze DPO wieder überschreitet, wird durch den Differenzdruckschalter erneut ein Stellsignal zum Öffnen von EGV ausgegeben. Sollte DP eine am zweiten Differenzdruckschalter eingestellte Untergrenze DPU (z. B. 0,9bar) unterschreiten, so wird von diesem Differenzdruckschalter ein Stellsignal an den Stellantrieb von EGV ausgegeben, durch das EGV in Schließrichtung verfahren wird. Der Schließvorgang wird solange fortgesetzt, bis DP auf einen Wert gestiegen ist, der größer ist als DPU zuzüglich eines am zweiten Differenzdruckschalter eingestellten zweiten Schaltbereiches (z. B. 60mbar). Sobald TLV vollständig geschlossen ist, wird EGV ohne weitere Unterbrechung vollständig geöffnet und der Schaltvorgang beendet.

[0032] Wird der Spaltofen vom Entkokungsmodus in den Produktionsmodus umgeschaltet, ist TLV zunächst vollständig geschlossen und EGV vollständig geöffnet. Der automatische Schaltvorgang der beiden Absperrventile TLV und EGV wird über ein elektrisches, von einem Operators oder der elektronischen Steuerung des Spaltofens gegebenes Startsignal ausgelöst.

[0033] Wird zur Regelung des Druckverlusts über TLV ein kontinuierlich arbeitender Regler, wie z. B. ein elektrischer PID-Regler eingesetzt, so wird dieser im folgenden Prozessschritt mit einem voreingestellten Differenzdrucksollwert DP-soll aktiviert. Nachfolgend beginnt das Absperrorgan EGV sich mit seiner normalen Verfahrensgeschwindigkeit zu schließen. Bei Erreichen eines voreingestellten Umschaltpunktes, wird die Verfahrensgeschwindigkeit deutlich auf ca. 10% der normalen Verfahrensgeschwindigkeit reduziert. Mit Fortschreiten des Schließvorgangs von EGV steigt der Differenzdruck DP

an. Erreicht DP einen Grenzwert, der z. B. 50mbar kleiner ist als der am PID-Regler voreingestellte Sollwert DP-soll, beginnt TLV sich mit langsamer Verfahrensgeschwindigkeit zu öffnen. Solange DP kleiner ist als DP-soll, wird EGV immer weiter geschlossen. Der unterhalb DP-soll gelegene Grenzwert wird durch einen Differenzdruckschalter überwacht, der bei unterschreiten des Grenzwertes ein Stoppsignal an den Stellantrieb von TLV ausgibt, das solange ansteht, bis DP den Grenzwert wieder überschreitet. Je nach der Größe und dem Vorzeichen der durch den PID-Regler berechneten Regelabweichung, gibt der PID-Regler Stellsignale zum Öffnen oder Schließen an den Stellantrieb von EGV. Sobald EGV vollständig geschlossen ist, gibt ein extern angebrachter Endschalter ein Signal zur Deaktivierung des PID-Reglers aus. Nachdem TLV vollständig geöffnet ist, wird der automatische Schaltvorgang beendet.

[0034] Werden zur Regelung des Druckverlusts über TLV zwei Differenzdruckschalter eingesetzt, beginnt nach dem Sart des automatischen Schaltvorgangs das Absperrorgan EGV sich mit seiner normalen Verfahrensgeschwindigkeit zu schließen. Bei Erreichen eines voreingestellten Umschaltpunktes, wird die Verfahrensgeschwindigkeit deutlich auf ca. 10% der normalen Verfahrensgeschwindigkeit reduziert. Überschreitet der Differenzdruck DP, der mit Fortschreiten des Schließvorgangs ansteigt, die an einem der beiden Differenzdruckschalter eingestellte Untergrenze DPU (z. B. 0,9bar), gibt der Differenzdruckschalter ein Stellsignal an den Stellantrieb von TLV aus, durch das TLV mit langsamer Verfahrensgeschwindigkeit beginnt sich zu öffnen. Das Stellsignal zum Schließen von EGV wird solange ausgegeben, bis DP auf einen Wert gestiegen ist, der größer ist als DPU zuzüglich eines eingestellten ersten Schaltbereiches (z. B. 60 mbar). Da TLV sich immer weiter öffnet, fällt DP wieder ab. Sobald DP die Untergrenze DPU wieder unterschreitet, wird durch den Differenzdruckschalter erneut ein Stellsignal zum Schließen von EGV ausgegeben. Sollte DP eine am ersten Differenzdruckschalter eingestellte Obergrenze DPO (z. B. 1,1 bar) überschreiten, so wird von diesem Differenzdruckschalter ein Stellsignal an den Stellantrieb von EGV ausgegeben, durch das EGV geöffnet wird. Das Öffnen wird solange fortgesetzt, bis DP auf einen Wert gefallen ist, der kleiner ist als DPO abzüglich eines eingestellten zweiten Schaltbereiches (z. B. 60mbar). Sobald EGV vollständig geschlossen ist, wird TLV ohne weitere Unterbrechung vollständig geöffnet und der Schaltvorgang beendet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Umschaltung eines Spaltofens zwischen Produktionsmodus und Entkokungsmodus, wobei ein in der Transferleitung angeordnetes, mit einem ersten Stellantrieb ausgestattetes erstes Absperrorgan (TLV) und ein in der Entkokungsleitung angeordnetes, mit einem zweiten Stellantrieb aus-

- gestattetes zweites Absperrorgan (EGV) gleichzeitig verfahren werden und wobei der Differenzdruck DP über das Absperrorgan TLV kontinuierlich gemessen und überwacht wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren der Absperrorgane TLV und EGV automatisiert durchgeführt wird, wobei TLV monoton zwischen seinen Endlagen bewegt wird, während der zweite Stellantrieb über das Stell-signal einer Regeleinrichtung angesteuert und EGV dadurch so verfahren wird, dass DP stets einem vorgegebene Sollwert (DP-soll) angenähert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messwert für DP in ein elektrisches Signal umgewandelt und als Istwert (DP-ist) der Regeleinrichtung zugeführt wird, die auf Grundlage des Vergleichs von DP-ist mit DP-soll ein kontinuierliches elektrisches Stellsignal an den Stellantrieb von EGV ausgibt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** DP mittels zweier Druckschalter überwacht und geregelt wird, wobei der eine Druckschalter bei Überschreiten einer Obergrenze (DPO) und der andere Druckschalter bei Unterschreiten einer Untergrenze (DPU) von DP ein diskretes elektrisches Stellsignal an den Stellantrieb von EGV ausgibt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Absperrorgane TLV und EGV jeweils mit wenigstens zwei unterschiedlichen Geschwindigkeiten verfahren werden, wobei die Größe der Verfahrgeschwindigkeit abhängig von der momentanen Position des Absperrorgans ist.
5. Vorrichtung zur Umschaltung eines Spaltofens zwischen Produktionsmodus und Entkokungsmodus, umfassend ein erstes, in der Transferleitung angeordnetes Absperrorgan (TLV) und ein zweites, in der Entkokungsleitung angeordnetes Absperrorgan (EGV) sowie eine Differenzdruckmesseinrichtung, mit der der Differenzdruck DP über das Absperrorgan TLV kontinuierlich mess- und überwachbar ist, wobei die beiden Absperrorgane jeweils einen Stellantrieb aufweisen, über den sie gleichzeitig verfahrbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Regeleinrichtung umfasst, über die EGV so verfahrbar ist, dass DP stets einem vorgegebene Sollwert (DP-soll) angenähert wird, während TLV sich monoton zwischen seinen Endlagen bewegt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei der Regeleinrichtung um einen elektrischen PID-Regler handelt, dem der in ein elektrisches Signal umgewandelte Messwert für DP als Ist-Wert (DP-ist) zuführbar ist und der auf Grundlage des Vergleichs von DP-ist mit DP-soll ein kontinuierliches elektrisches Stellsignal an den Stellantrieb von EGV ausgibt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung mit zwei Druckschaltern realisiert ist, wobei der eine Druckschalter bei Überschreiten einer Obergrenze (DPO) und der andere Druckschalter bei Unterschreiten einer Untergrenze (DPU) von DP ein diskretes elektrisches Stellsignal an den Stellantrieb von EGV ausgibt.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Absperrorgane TLV und EGV jeweils mit Endschaltern und analogen Stellungsrückmeldern ausgestattet sind.