

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PATENTCHRIFT



(12) Ausschließungspatent

(11) **DD 299 517 A5**

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) B 01 D 3/42

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD B 01 D / 328 608 6	(22)	16.05.89	(44)	23.04.92
(71)	siehe (73)				
(72)	Damert, Klaus, Dr. Dipl.-Phys.; Voigt, Ronald, Dr. Dipl.-Ing., DE				
(73)	Buna AG, O - 4212 Schkopau, DE				
(54)	Verfahren zur automatischen Aktualisierung des Sollwertes für die Regelung von Destillationsprozessen				

(55) Destillation; Regelung; Regelgüte; Qualitätsregelung; Energieeinsparung; Zweistoffsystem; Siedepunkt; Rücklauf; Heizleistung; Kopftemperatur; Styren; Ethylbenzen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung von Destillationsprozessen zur Trennung von Styren und Ethylbenzen mit hoher Reinheitsforderung für den Leichtsieder und niedriger Reinheitsforderung für den Hochsieder unter niedrigem Druck, der durch Heizleistungsänderungen in nicht vernachlässigbarer Weise beeinflusst wird, bei automatisch dem Zulauf nachgeführtem Rücklauf. Erfindungsgemäß wird der Regelung der Heizleistung die Differenz zwischen einer zeitverzögerten Temperatur in der Untersäule und der Kopftemperatur zugrunde gelegt, wobei der Sollwert laufend in Abhängigkeit von Zulaufänderungen aktualisiert wird.

ISSN 0433-6461

3 Seiten

Patentanspruch:

Verfahren zur automatischen Aktualisierung des Soll-Wertes für die Regelung von Destillationsprozessen zur Trennung von Styren und Ethylbenzen, die in bekannten Kolonnen durchgeführt werden und hohe Reinheitsforderungen bezüglich des Leichtsieders und niedrige bezüglich des Hochsieders zu erfüllen haben, unter niedrigem Druck, der durch Heizleistungsänderungen in nicht vernachlässigbarer Weise beeinflusst wird, und der Rücklauf dem Zulauf nachgeführt wird, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Soll-Wert in Abhängigkeit von der Zulaufmengenänderung ΔF mit Hilfe einer spezifischen, einmal ermittelten Beziehung, die quantitativ den Zusammenhang zwischen Zulaufänderung und damit verbundener Temperaturänderung in der Kolonne beschreibt, um $\Delta T_k = f(\Delta F)$ fortlaufend korrigiert und als Regelgröße für die Heizleistung die Differenz $T_u(t) - T^*_k$ verwendet wird, wobei $T^*_k = T^*_k(t) = \alpha T_k(t) + (1 - \alpha)T_k(t - \Delta t)$ gilt, $T_k(t)$ bzw. $T_u(t)$ die aktuell zur Zeit t gemessenen Temperaturen am Kopf bzw. in der Untersäule sind und der Parameter α ($0 < \alpha < 1$) die Zeitverzögerung vom Kopf der Kolonne bis zur Meßstelle T_u beinhaltet.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Aktualisierung des Soll-Wertes für die Regelung von Destillationsprozessen zur Trennung von Styren und Ethylbenzen, die in bekannten Kolonnen durchgeführt werden und hohe Reinheitsforderungen bezüglich des Leichtsieders und niedrige bezüglich des Hochsieders zu erfüllen haben, unter niedrigem Druck, der durch Heizleistungsänderungen in nicht vernachlässigbarer Weise beeinflusst wird und der Rücklauf dem Zulauf nachgeführt wird.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist bekannt (z. B. Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, Bd. 2, S. 534 ff.), daß in einem solchen Fall ein einschleifiger Regelkreis verwendet werden kann, wobei als Stellgröße sinnvollerweise die Heizleistung und als Regelgröße eine Temperatur im unteren Teil der Kolonne genutzt wird. Ein solches Vorgehen hat sich in vielen Jahren bewährt, ist aber im energetischen Sinn noch nicht optimal.

Das betrifft insbesondere den Druckeinfluß. Wird der Soll-Wert für die Regelgröße nicht entsprechend den tatsächlichen Druckverhältnissen nachgeführt, kommt es zu Qualitätsabweichungen in Kopf und Sumpf.

Es ist bekannt (Rose, L. M. „Distillation Design in Practice“ Elsevier, 1985, S. 176), daß die Druckabhängigkeit durch Verwendung einer Temperaturdifferenz eliminiert werden kann. Die damit leider verbundene Problematik („inverse response“) ist dort diskutiert, die Wirkungsrichtung der Regelung kann sich umkehren.

In der Praxis verfährt man so, daß der Soll-Wert so hoch angesetzt wird, daß die Kolonne fast an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit betrieben wird. Die hohen Qualitätsanforderungen an die Leichtsieder werden so meist übertroffen, mit Sicherheit aber eingehalten. Für die Hochsieder ergibt sich jedoch eine relativ stark schwankende Qualität, im Mittel wird mehr Energie als notwendig für die Trennung aufgewendet.

Der wesentliche Nachteil der bisherigen Regelung ist, daß nicht jederzeit für die Regelgröße der Soll-Wert zur Verfügung steht, mit dessen Hilfe sich die Qualitätsanforderungen mit geringstem Energieaufwand realisieren lassen.

Ziel der Erfindung

Es ist das Ziel der Erfindung, die Destillation von Zweistoffgemischen mit eng benachbarten Siedepunkten in energetischer Hinsicht zu verbessern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur automatischen Aktualisierung des Soll-Wertes für die Regelung von Destillationsprozessen zur Trennung von Styren und Ethylbenzen zu entwickeln, die in bekannten Kolonnen durchgeführt werden und hohe Reinheitsforderungen bezüglich des Leichtsieders und niedrige bezüglich des Hochsieders zu erfüllen haben, unter niedrigem Druck, der durch Heizleistungsänderungen in nicht vernachlässigbarer Weise beeinflusst wird, und der Rücklauf dem Zulauf nachgeführt wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem der Soll-Wert in Abhängigkeit von der Zulaufmengenänderung ΔF mit Hilfe einer spezifischen, einmal ermittelten Beziehung, die quantitativ den Zusammenhang zwischen Zulaufänderung und damit verbundener Temperaturänderung in der Kolonne beschreibt, um $\Delta T_k = f(\Delta F)$ fortlaufend korrigiert und als Regelgröße für die Heizleistung die Differenz $T_u(t) - T^*_k$ verwendet wird, wobei $T^*_k = T^*_k(t) = \alpha T_k(t) + (1 - \alpha)T_k(t - \Delta t)$ gilt, $T_k(t)$ bzw. $T_u(t)$ die aktuell zur Zeit t gemessenen Temperaturen am Kopf bzw. in der Untersäule sind und der Parameter α ($0 < \alpha < 1$) die Zeitverzögerung vom Kopf der Kolonne bis zur Meßstelle T_u beinhaltet.

Bei großer Zeitverzögerung (experimentell oder über Modell ermittelbar) ist α eine kleine Zahl nahe Null, bei geringer Zeitverzögerung dagegen eine Zahl nahe 1.

Ausführungsbeispiele

1. Vergleichsbeispiel

Betrachtet wird die Trennung eines Ethylbenzen/Styremisches in einer Kolonne mit 52 Böden. Die Einlaufkonzentration von Ethylbenzen ist 60%, im Sumpf soll sie 25%, im Kopf mindestens 98% betragen. Nach dem Stand der Technik erfolgt eine unregelmäßige Fahrweise der Kolonne: die Heizleistung wird vorgegeben, der Rücklauf wird von Hand verstellt, wenn Konzentrationsmessungen an Kopf oder Sumpf zu große Abweichungen ergeben. Auf diese sehr robuste Art läßt sich die Kopfkonzentration im gewünschten Bereich halten, für die Sumpfkonzentration ergeben sich allerdings beträchtliche Schwankungen.

2. Die Kolonne nach Beispiel 1 wird erfindungsgemäß geregelt. Der Rückstand wird verzögert dem Zulauf nachgeführt, sodaß im Mittel das Rücklaufverhältnis konstant bleibt. Mit Hilfe eines speziellen Rechenprogramms zur stationären Durchrechnung einer Kolonne, wobei die Änderung des Druckverlustes jedes Bodens in Abhängigkeit von der Gasbelastung explizit berücksichtigt wird, wird für unterschiedliche Zulaufe F bei konstantem Rücklaufverhältnis die Temperatur an der unteren Meßstelle $T_u(F)$ (hier Boden 5 von unten gezählt) berechnet. Im allgemeinen ist für die Abhängigkeit von F die Beschreibung durch ein einfaches Polynom ausreichend. Steht ein solches Programm nicht zur Verfügung, lassen sich die $T_u(F)$ auch experimentell direkt an der Kolonne bestimmen: für vorgegebenen Zulauf gewünschtes Rücklaufverhältnis einstellen und Heizleistung so lange variieren, bis an den Kopf und Sumpf die gewünschten Qualitäten erreicht sind.

Bezogen auf den mittleren Zulauf F_0 stellt man die gewünschte Soll-Temperatur $T_s(F)$ in der Form

$$T_s(F) = T(F_0) + b_1 \cdot \Delta F + b_2 \cdot \Delta F \cdot \Delta F$$

dar. Als Regelgröße für die Heizwertregelung wird nun $T_u(t) - T^*_k$ verwendet, wobei $T^*_k = T^*_k(t) = \alpha T_k(t) + (1 - \alpha)T_k(t - \Delta t)$ gilt, $T_k(t)$ die aktuelle Kopftemperatur, $T_u(t)$ die aktuelle Temperatur auf Boden 5 ist und der Soll-Wert der Regelung $T_s(F)$ gemäß obiger Vorschrift fortlaufend der gemessenen Abweichung $\Delta F(t)$ des Zulaufs von seinem stationären Wert nachgeführt wird. Der Wert von α hängt von der Kolonnengröße und der Abtastzeit Δt ab, im konkreten Fall wurde für $\Delta t = 2 \text{ s}$ $\alpha = 0,001$ gewählt. Mit dieser Regelung wird die Kopfreinheit mit nur geringer Toleranz eingehalten, auch die Sumpfkonzentration weist nur noch geringfügige Schwankungen auf, was von besonderem Vorteil ist, da das Sumpfprodukt gleichzeitig Einlauf einer anderen Kolonne ist. Der Heizdampfeinsatz wird auf das unbedingt notwendige Maß reduziert.