



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 299 268 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1963
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 / 328 609 4	(22)	16.05.89	(44)	09.04.92
(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 Regelung von Destillationsprozessen				

(55) Rektifikation; Regelung; Regelgüte; Qualitätsregelung; Energieeinsparung; Mehrgrößenregelung; Temperatursumme

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung von Rektifikationsprozessen zur Trennung von Stoffen mit eng benachbarten Siedepunkten vorzugsweise des Stoffsystems Styren/Ethylbenzen in Vakuumkolonnen, wobei an Kopf und Sumpf hohe Reinheitsforderungen zu erfüllen sind. Zur Regelung wird eine Mehrgrößenregelung nach dem Stand der Technik eingesetzt, deren Stellgrößen Heizleistung und Rücklauf sind, wobei erfindungsgemäß eine Regelgröße die Summe einer Temperatur aus der Obersäule und einer Temperatur aus der Untersäule bildet, als zweite Regelgröße die Konzentrationsdifferenz von Sumpfprodukt im Kopf und Kopfprodukt im Sumpf verwendet und der Sollwert der ersten Regelgröße fortlaufend Zulaufänderungen gemäß einem einmal ermittelten Zusammenhang nachgeführt wird.

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 sowohl bezüglich der Leicht- als auch der Hochsieder zu erfüllen haben unter niedrigem Druck, der durch Heizleistungsänderungen in nicht vernachlässigbarer Weise beeinflusst wird, mittels einer bekannten Mehrgrößenregelung für die Stellgrößen Heizleistung und Rücklauf, **gekennzeichnet dadurch**, daß als erste Regelgröße die Summe je einer Temperatur aus der Ober- und einer Temperatur aus der Untersäule der Kolonne und als zweite Regelgröße die Differenz der Konzentration des Sumpfproduktes im Kopf und die des Kopfproduktes im Sumpf verwendet und der Soll-Wert für die Temperatursumme in Abhängigkeit von der Zulaufmengenänderung mit Hilfe einer einmal in bekannter Weise ermittelten Beziehung, die quantitativ den Zusammenhang zwischen Zulaufänderung und damit verbundener Änderung der Temperatursumme beschreibt, fortlaufend korrigiert wird.

Anwendungsgebiet

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 sowohl bezüglich der Leicht- als auch der Hochsieder zu erfüllen haben unter niedrigem Druck, der durch Heizleistungsänderungen in nicht vernachlässigbarer Weise beeinflusst wird.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Üblicherweise werden Destillationskolonnen mit Hilfe voneinander unabhängiger einschleifiger Regelkreise betrieben (siehe u. a. P. B. Desphande „Distillation Dynamics and Control“, Instrument Society of America 1985 und L. M. Rose „Distillation Design in Practice“ Elsevier 1985). Da es sich oft um räumlich sehr ausgedehnte Apparate handelt, führt die Verwendung einschleifiger Regelkreise zu relativ langen Übergangsvorgängen bei Störungen. Damit verbunden sind größere Toleranzen für die Qualitäten auf längere Zeit. Eine wesentliche Verkürzung dieser Zeiten ist möglich durch den Einsatz von Mehrgrößenregelungen, die beim Auftreten von Störungen durch gleichzeitige koordinierte Nutzung aller Stellgrößen in optimaler Weise reagieren. Ein sehr praktikables Verfahren für Mehrgrößenregelungen mit tuning-Eigenschaften ist bereits mehrfach praktisch eingesetzt worden (msr, Berlin 28 [1985], S. 302–305). Es beruht auf der Auswertung von Sprungantwortfunktionen, d. h., man verstellt sprunghaft eine Stellgröße und registriert die resultierenden Regelgrößenänderungen. Bei der simulativen Erprobung des Konzeptes für die Regelung einer Kolonne zur Trennung von Styren und Ethylbenzen ergeben sich jedoch ernsthafte Probleme. Die Regelgrößenänderungen hängen in diesem Fall stark asymmetrisch von der Stellgrößenänderung ab, d. h., eine Reglerauslegung auf Basis positiver Stellgrößenänderungen führt zu einem völlig anderen Regler als wenn man negative Stellgrößenänderungen zugrunde legt. Theoretisch hängt das damit zusammen, daß Auslegungsverfahren für Mehrgrößenregler lineare Systeme voraussetzen und gegen Abweichungen von dieser Voraussetzung nicht sehr robust sind. Für Trennprobleme, die sich durch eng benachbarte Siedepunkte und gleichzeitig niedrigen Druck auszeichnen, ist jedoch diese Linearität nicht einmal näherungsweise gegeben.

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 sowohl bezüglich der Leichtsieder als auch der Hochsieder zu erfüllen haben unter niedrigem Druck, der durch Heizleistungsänderungen in nicht vernachlässigbarer Weise beeinflusst wird. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem als erste Regelgröße die Summe je einer Temperatur aus der Ober- und einer Temperatur aus der Untersäule und als zweite Regelgröße die Differenz der Konzentration des Sumpfproduktes im Kopf und die des Kopfproduktes im Sumpf verwendet und der Soll-Wert der Temperatursumme in Abhängigkeit von der Zulaufmengenänderung mit Hilfe einer spezifischen, einmal ermittelten Beziehung, die quantitativ den Zusammenhang zwischen Zulaufänderung und damit verbundener Änderung der Temperatursumme beschreibt, fortlaufend korrigiert wird.

Ausführungsbeispiele

1. Vergleichsbeispiel

Betrachtet wird die Regelung einer Kolonne zur Trennung von Styren und Ethylbenzen nach dem fortgeschrittenen Stand der Technik (Differenz der Verunreinigungen in Kopf und Sumpf regeln Rücklauf!). Die Kolonne hat 80 Böden, einen Zulauf von ca. 7 m³/h eines Gemisches von etwa 42 % Styren und 58 % Ethylbenzen. Die Reinheitsforderungen sind: Ethylbenzen im Kopf größer als 99 %, im Sumpf kleiner als 0,8 %. Diese Forderungen liegen an der Auslegungsgrenze der betrachteten Kolonne. Das Rücklaufverhältnis liegt darin bei 6. Der Kopfdruck wird separat konstant gehalten. Die folgenden Aussagen über die Regelung beruhen auf Simulationsrechnungen mit dem dynamischen Modell einer existierenden Kolonne. Die Sumpfheizleistung wird stabilisiert, jedoch verzögert Änderungen im Zulauf nachgeführt, so daß im stationären Fall ein vorgegebenes Rücklaufverhältnis eingehalten wird. Bei geringen und langsamen Änderungen des Zulaufs arbeitet diese Regelung zur Zufriedenheit. Bei schnellen Änderungen ergeben sich dagegen relativ breite Toleranzbänder für Kopf- und Sumpfkonzentrationen. Bleibende Soll-Wert-Abweichungen gibt es bei diesen Konzentrationen, wenn der Zulauf stark gestört ist.

2. Die Kolonne des 1. Beispiels wird erfindungsgemäß geregelt. Basierend auf dynamischen Simulationsrechnungen für sprungförmige Stellgrößenänderungen wurde eine Mehrgrößenregelung nach Jumar (msr, Berlin 28 [1985], S.302–305) eingesetzt. Mit Hilfe eines stationären Kolonnenberechnungsprogrammes wurde einmalig in Form einer Regressionsgleichung der Zusammenhang zwischen der Summe der Temperaturen der Böden 18 und 46 und dem Zulauf ermittelt, wenn sowohl Kopf- als auch Sumpfkonzentration ihren geforderten Werten entsprechen: $dT_s = f(dF)$. Dieser Zusammenhang zwischen der Änderung der Temperatursumme dT_s und der verursachenden Zulaufänderung dF läßt sich mit ausreichender Genauigkeit durch die Beziehung

$$dT_s = f(dF) = a \cdot dF + b \cdot (dF)^2$$

beschreiben.

Stellgrößen des Mehrgrößenreglers sind Rücklauf und Heizleistung, als erste Regelgröße wird die Summe der Temperaturen von Boden 18 bzw. 46 verwendet, als zweite Regelgröße die Differenz der Konzentrationen der Verunreinigung in Kopf und Sumpf. Während der Soll-Wert der zweiten Regelgröße konstant bleibt, wird der Soll-Wert der ersten Größe kontinuierlich gemäß der einmal ermittelten Beziehung $f(dF)$ dem aktuellen Zulauf nachgeführt.

Durch simultane Verstellung beider Stellgrößen lassen sich Zulaufstörungen deutlich besser ausregeln, sonst übliche bleibende Regelabweichungen bei großen Änderungen des Zulaufs treten praktisch nicht mehr auf.