(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [6]
B01J 8/00

(45) 공고일자 2002년08월08일
(11) 등록번호 10-0304205
(24) 등록일자 2001년07월19일

(21) 출원번호 10-1997-0010527
(22) 출원일자 1997년03월26일

(65) 공개번호 특1997-0064704
(43) 공개일자 1997년10월13일

(30) 우선권주장 08/623,016 1996년03월28일 미국(US)

(73) 특허권자
유니온 카바이드 케미칼즈 앤드 플라스틱스 테크날러지 코포레이션
미합중국 코넥티커트 06817 댄버리 오울드 리즈버리로우드 39

(72) 발명자
란스 릴레 자코브센
미합중국 웨스트 버지니아주 25560 스코트 데포트 스코트 아크레스 100
키우 헤 리
미합중국 웨스트 버지니아주 25560 사우쓰 칼레스톤루슬 링 로 드 1002
존 로버트 패리쉬
미합중국 웨스트 버지니아주 25313 크로스 레인즈 뎀세이 드라이브 5002

(74) 대리인
최덕규

심사관 : 좌승관

(54) 기체상 유동층 중합 반응기의 조절 방법

요약

본 발명은 한 타입의 생성물이 또 다른 생성물로의 변환시 또는 정상 상태의 제조시 변동을 조절할 때 순간 가동의 시간과 부피를 감소시키기 위해 기체상 유동층 반응기의 작동을 조절하기 위한 방법에 관한 것이다. 기체상 반응기의 조절은 생성물 용융지수, 반응온도, 및 조절 반응물의 부분압으로 수행된다.

mj/50-29

대표도
도 1

명세서

도면의 간단한 설명

제 1 및 2도는 제 1 생성물로부터 제 2 생성물로의 수동식 전환(manual transition)을 수행하는 데 사용되는 종래기술의 단계를 나타낸 흐름도이다.

제 3-5도는 수동식 조절을 반응기 시스템의 역동적 모델에 대한 연결부(links)를 이용하는 자동화 전환 방법과 비교한 흐름도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

발명의 분야

본 발명은 한 타입의 생성물이 또 다른 생성물로의 변환시 또는 정상 상태의 제조시 변동을 조절할 때 순간 가동(transient operation)의 시간과 부피를 감소시키기 위해 기체상 유동층 반응기의 작동을 조절하기 위한 방법에 관한 것이다.

발명의 배경

현재 사용되는 올레핀 중합 반응기에서의 유동층 기술은 광범위하게 다양한 생성물을 제조하기 위해 조정될 수 있다. 이것은 특히 폴리에틸렌 제조에서도 적용된다. 하나의 시스템은 사출 성형, 취입 성형, 로토-성형된(roto-molded) 생성물, 와이어 코팅, 파이핑(piping) 및 튜빙, 및 필름에서 사용될 수 있는 수지를 생성시킬 것이 요구되는 것이 보통이다. 유동층 기술은 광범위하게 다양한 폴리올레핀 생성물, 예를 들어 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, C_4-C_{12} 알파올레핀; 에틸렌-프로필렌-디엔 단량체(EPDM), 폴리부타디엔, 폴리이소프렌, 및 다른 고무들의 단독중합체 및 공중합체를 제조하는 데 사용될 수 있다. 일반적으로 일정 반응기 시스템에 의해서 제조된 중합체 생성물은 동일한 반응기를 사용하나 서로 다른 비율 및 다른 온도를 이용한다. 이들 각각의 중합체 생성물은 많은 다른 수지 특성 또는 등급(grade)을 가지도록 제조될 수 있다. 중합체 생성물의 각각의 등급은 그것의 물성 즉 밀도 및 용융지수에서 좁은 범위를 가진다.

반응기가 특정 형태의 중합체를 제조하기 위해 사용되는 시간의 길이는 생성물의 시장 요구도에 의존한다. 몇몇 생성물은 변함없이 수주동안 판매될 수도 있다. 다른 생성물은 훨씬 더 짧은 기간 동안 제조될 수 있다. 불행하게도 산업적 반응기는 새로운 조건(예를 들어, 온도, 반응물 압력, 및 반응물비)을 조정하고 연속적으로 변하기는 하나 전생성물 또는 새로운 생성물중 하나의 특성(예를 들어, 용융지수 및 밀도) 범위에 있지 아니하는 중간정도의 물질을 생성시키기 위한 시간을 필요로 한다. 새로운 생성물은 동시에 제조될 수 없고 새로운 바람직한 조건으로 조정되는 데 있어서 한정된 기간의 순간성을 필요로 한다. 유사하게 고정된 조건에서 즉 " 정상 상태" 에서 가동되는 반응기는 " 탈등급(offgrade)" 물질을 생성시킬 수 있는 변동이 있게된다. 이 탈등급 물질은 경제적 손실을 나타내는 것이며 최소화하는 것이 바람직하다.

일반적으로 기체상, 유동층 중합 반응기에 사용되는 산업적 조절 시스템은 가동자가 바람직한 용융적 지수 및 밀도를 선택하도록 하여 가동자로 하여금 반응기를 조절하도록 디자인된다. 이들 특성의 상관관계는 보통 가동자들 및 특정 반응기 디자인 및 사용 촉매에서 통상의 지식을 가진 자에게 잘 알려져 있다.

종래 기술은 순간적인 탈등급 물질을 감소시키기 위한 다수의 방법을 고안하여 왔다. 일반적으로 이들 방법은 가장 바람직한 수치(" 전환중 다이얼(dial-in-transition)" 및 " 오우버슛(overshoot)")에서 또는 그 이상에서 새로운 수치로 자동적 흐름/비율 조절기를 조정하고, 기체 반응물을 완전히 제거하고(" inventory blow down"), 촉매의 수준을 감소시키고(" low bed"), 그리고 미반응 기체를 첨가시키는(" 질소 첨가")것중 몇몇 단계를 조합하는 것이다.

DE 4,241,530은 중합 반응을 중단시키기 위해 킬 가스(kill gas)를 사용하고, 반응기 밖으로 그 반응에 대한 기체를 배출시키고(blow) 새로운 생성물을 위한 기체를 재형성시키는 방법을 기재하고 있다. 이 방법은 전환(transition) 물질을 감소시킨다. 남아 있는 기체를 제거하고 새로운 기체를 재형성시키는 것에 관련된 비용은 밀접하게 관련된 등급사이에서 상업적으로 전환하기에는 너무 비싸다. 그러므로 동일 물질의 등급사이에서 대부분의 전환은 반응조건을 조정함으로써 수행된다.

McAuley et al.(" Optimal Grade Transitions in a Gas phase Polyethylene Reactor, AIChE J., Vol. 38, No. 10:1992, pp. 1564-1576)은 기체상 폴리에틸렌 반응기에 사용되는 세개의 수동식 노동-집약형 전환 방법을 기재하고 있다. 그 첫번째는 용융지수 및 밀도 수치를 넘어서도록 조절되도록 하는 조정방법이다. 수소 공급 및 공-단량체 공급은 지정된 특성을 만족시키기 위해 증가시킨다. 센서가 바람직한 생성물이 생성되고 있다는 것을 나타낼 때 실제적인 바람직한 세트포인트(setpoint)로 지향된다. 두번째는 생성물의 용융지수를 이동시키기 위해 온도를 증가시키고 슬로우 벤트(slow vent)를 조정하는 것이다. 세번째는 탈등급 생성을 감소시키기 위해 베드 수지 체류 시간을 일정하게 유지시키는 동안 하층 베드의 촉매 수준을 강하시키는 것이다.

Debling, et al,, " Dynamic Modeling of Product Grade Transitions for Olefin Polymerization Process" , AIChE J., Vol. 40, No. 3:1994, pp.506-520)은 서로 다른 타입의 폴리에틸렌 반응기의 전환 수행성을 비교하고 있다. 상기 논문은 7개의 수동식 노동 집약형 전환 방법을 기재하고 있다: (1) 최종 목적의 전환을 조정하고; (2) 방출된 기체 및 간단한 전환중 다이얼(dial-in transition); (3) 하부 베드 및 간단한 전환중 다이얼; (4) 방출된 기체 및 용융지수와 밀도 전환의 오우버슛; (5) 하부 베드 및 오우버숫 전환; 및 방출된 기체, 오우버슛, 질소 첨가 전환.

이들 널리 다양하게 사용가능한 방법에도 불구하고 새로운 생성물 등급으로의 전환 중 또는 정상 상태의 제조시에 생성되는 탈등급 물질의 양을 감소시키기 위한 요구와 필요성이 계속 요청되고 있다.

발명의 요약

본 발명의 목적은 등급 전환 또는 정상 상태의 제조시에 생성되는 탈등급 물질의 양을 감소시키기 위한 방법을 제공하기 위한 것이다.

본 발명의 다른 목적은 하나의 중합체 생성물에서 유사한 화학적 특성을 가지나 서로 다른 물성을 가지는 또 다른 생성물로 변환시에 전환 물질의 전환 시간 및 부피를 감소시키기 위한 방법을 제공하기 위한 것이다.

여기에서 분명하게 되는 본 발명의 이들 및 다른 목적에 따라 본 발명의 방법은 생성물사이의 변환시이든지 또는 " 등급내" 변동을 가지는 특정 생성물의 정상 상태 제조중이든지간에 첫번째 온도 및 첫번째 조정된 조건에서 생성된 제 1 생성물에서 두번째 온도 및 조정된 조건에서 생성된 제 2 생성물로의 변환시 촉매의 유동층내에서의 중합 생성물을 생성시키는 반응기내에서 용융지수, 생성물 반응온도, 반응물의 부분 압력 및 촉매수준에 대한 조정 가능한 세트포인트 수치를 가지는 반응기를 이용하며,

(a) 제 1 생성물 반응온도 및 제 2 생성물 반응온도를 비교하고, 상기 제 2 생성물 반응온도가 상기 제 1 생성물 반응온도보다 낮으면 생성물 반응온도 세트포인트를 제 2 생성물 반응온도로 변화시키고;

(b) 바람직한 제 2 생성물의 용융지수 값보다 0-150% 더 높거나 0-70% 더 낮은 용융지수 세트포인트를 설정하고;

(c) 제 2 생성물 용융지수 값이 제 1 생성물 용융지수보다 더 높다면 바람직한 제 2 생성물 반응온도보다 1-15℃ 더 높게 또는 제 2 생성물 용융지수가 제 1 생성물 용융지수보다 낮다면 실질적인 제 2 생성물 반응온도보다 1-15℃ 더 낮도록 반응온도 세트포인트를 설정하고;

(d) 제 2 생성물 용융지수값이 제 1 생성물 용융지수값보다 높다면 제 1 생성물의 속도-제한 반응물 부분압보다 1-25 psig 낮도록 또는 제 2 생성물 용융지수 값이 제 1 생성물 용융지수 값보다 더 낮으면 제 1 생성물 속도-제한 반응물의 부분압보다 1-25 psig 더 높도록 생성물 속도-제한 반응물의 부분압 세트포인트를 설정하고;

(e) 상기 용융지수 세트포인트, 온도 세트포인트, 및 속도-제한 반응물 부분압 세트포인트 수치를 상기 중합 생성물이 바람직한 제 2 생성물 용융지수 값과 제 2 생성물 밀도수치로부터 허용가능한 범위를 가지는 평균 용융지수 및 평균 생성물 밀도를 나타낼 때까지 상기 용융지수 세트포인트를 유지시키고;

(f) 상기 용융지수 세트포인트를 바람직한 제 2 생성물 용융지수값으로 변화시키고;

(g) (i) 제 2 생성물 용융지수 값이 제 1 생성물 용융지수 값보다 높다면 상기 바람직한 제 2 생성물의 반응온도보다 0-15℃ 더 높게 또는 (ii) 제 2 생성물 용융지수 값이 제 1 생성물 용융지수 값보다 더 낮다면 상기 바람직한 제 2 생성물 반응온도보다 0-15℃ 더 낮도록 상기 생성물 반응온도 세트포인트를 변화시키고;

(h) (j) 제 2의 용융지수 값이 제 1의 용융지수 값보다 더 높다면 바람직한 제 2 생성물 속도-제한 부분압보다 0-25 psig 낮도록 또는 (ii) 제 2의 용융지수 값이 제 1의 용융지수 값보다 낮다면 제 2 생성물 속도-제한 부분압보다 0-25 psig 더 높도록 상기 속도-제한 부분압 세트포인트를 변화시키고; 그리고

(i) 반응생성물이 제 2 생성물 용융지수 값의 허용제한 범위내의 평균 용융지수 값을 나타낼 때까지 상기 반응온도 세트포인트 및 속도-제한 반응물의 부분압 세트포인트를 바람직한 제 2 생성물 반응온도 및 제 2 속도-제한 반응물의 부분압으로 변화시키는; 것으로 이루어진다.

본 발명의 방법에서 순간적인 시기에 생성되는 탈등급 물질의 일시적인 시간 및 양은 속도-제한(rate-limiting) 단량체 농도의 세트포인트 압력뿐만 아니라 반응온도 세트포인트의 조절을 통하여 감소된다. 그 조절 시스템은 반응물 기체에서 수소를 제거시킴으로써 전환시간을 더 감소시킬 수 있다. 본 발명의 조절 방법은 생성물 특성의 컴퓨터 검사 및 세트포인트 수치의 조정을 이용하여 중합 반응 시스템 전반에 걸친 자동화 조절에 적당하다.

발명의 구체예에 대한 상세한 설명

본 발명은 속도-제한 올레핀 기체를 이용한 올레핀 중합 반응기내의 탈 등급 물질의 부피를 감소시키기 위한 방법에 관한 것이다. 특히 제 1 생성물 등급으로부터 제 2 생성물 등급으로 또는 정상 상태 제조시 정해진 생성물 " 등급(grade)" 내의 변동으로부터 변환될 때 생성된 탈등급 물질의 부피는 속도-제한 반응물 상의 부분압뿐만 아니라 온도 세트포인트를 조정함으로써 감소된다. 이들 두개의 조절을 조합하게 되면 반응기가 바람직한 생성물을 생성하게 되는 쪽으로 이동하는 속도를 가속시킨다. 물론 탈등급 물질의 부피는 제 1의 설정조건(온도, 부분압, 단량체 비율 등등)에서 제 2의 설정된 바람직한 조건으로 반응기가 변화되는 데 소요되는 시간에 직접 관계된다. 속도-제한 반응물의 부분압은 하나의 표시가 된다. 또한 기체 반응기내에서 수소농도는 전환시간을 감소시키는 데 사용될 수 있다. 수소가 중합 반응을 종결시키기 때문에 반응기내에 있는 적은 양의 수소라도 평균 생성물 용융지수의 등급상에 현저한 영향을 미칠 수 있다. 수소농도는 상대적으로 적은 양의 예를 들어 1-8중량%, 바람직하게는 약 3-6중량%의 기체를 새어나오게 하거나 고정되거나 유동화된 베드를 가지는 위성(satellite) 시스템 내에 있는 수소화 족매 위로 일정비율의 전체 기체를 통과시킴으로써 조정될 수 있다. 수소화는 얼마간 양의 올레핀을 희석제를 구성하는 비반응성 알칸으로 전환시킨다.

본 발명의 조절 방법은 촉매, 기체상, 유동층 중합을 수행하기에 적당한 다양한 반응기 장치에서 수행될 수 있다. 하나 이상의 반응기가 순서를 정하여 또는 병행하여 사용될 수 있다. 보통 그러한 반응기는 상업적 작동을 위해 디자인되는 용융지수, 생성물 반응온도, 반응물 비율, 공급비율, 반응물 부분압 및 반응기 내의 촉매 수준에 대하여 조정가능한 세트포인트 수치를 되도록 적당한 조절력을 가지게 된다. 대부분 바람직한 반응기는UNIPOL® 상표로 판매되며 유니온 카바이드사(댄버리, 코네티컷주)로부터 구입가능하다. 또한 미국 특허 제4,302,565호 및 제4,482,687호에도 개시되어 있으며 본 명세서에 참고로 인용되었다.

반응기에서 사용될 수 있는 중합 촉매는 본 발명의 공정 조절 순서로 조절될 수 있다. 적당한 촉매는 전이 금속, 지글러-나타, 메탈로센, 및 회토류 성분의 촉매를 포함한다. 이 촉매는 가용성, 불용성, 담지되거나 담지되지 않을 수 있다.

본 발명의 방법을 사용하여 생성될 수 있는 중합체는 일반적으로 올레핀 중합체이다. 예시적인 생성물은 에틸렌 단독중합체; 프로필렌 단독중합체; 에틸렌 및 적어도 하나의 C_3 - C_{12} 알파올레핀의 공중합체; 에틸렌, 및 적어도 하나의 C_3 - C_{12} 알파올레핀 및 디엔의 삼원공중합체를 포함한다.

제조될 수 있는 특정 생성물 중합체의 예로는 에틸렌-프로필렌 공중합체, 에틸렌-부텐 공중합체, 에틸렌-헥산 공중합체 및 에틸렌프로필렌-디엔 고무, 프로필렌 및 적어도 하나의 C_4 - C_{12} 알파올레핀의 공중합체(예를 들어 프로필렌-부텐 공중합체 및 프로필렌-헥산 공중합체), 폴리부타디엔, 및 폴리이소프렌이 있다.

반응조건 및 조절된 방법에서 사용되는 촉매는 지정된 생성물을 제조하기 위해 종래에도 사용된 것이다. 일반적으로 반응기내의 기체는 완전히 시간당 약 5 배까지 (< 5 GHSV), 바람직하게는 약 0.5-3 GHSV까지 완전히 교체된다. 유동층내의 촉매는 매 2-4시간당 전환된다(0.25-0.5 CSV).

본 발명의 조절방법은 속도-제한 반응물의 세트포인트 부분압을 사용하여 원하는 생성물로의 전환을 가속시킨다. 어떤 특정 생성물에 대하여 속도-제한 반응물은 이 분야에 통상인에게 알려져 있다. 그러나 일반적으로 에틸렌은 부텐, 헥센, 옥텐, 또는 부텐과 헥센의 조합과 중합될 때 속도-제한 반응물이며; 프로필렌은 부텐, 헥센, 옥텐, 또는 부텐과 헥센의 조합과 중합될 때 속도-제한 반응물이며, 에틸렌은 에틸렌-프로필렌 고무(EPR) 제조시 프로필렌과 중합될 때 속도-제한 반응물이다. 단독중합체에 대하여 속도-제한 반응물은 단량체 농도이다. 본 명세서는 에틸렌이 속도-제한 반응물인 에틸렌과 헥센의 공중합체에 대한 참고문헌과 관련하여 간단히 기재하였다.

일반적으로 전환은 제 1 생성물 용융지수 값(또는 분자량의 다른 표현, 예를 들어 흐름 지수, 흐름비 및 관련된 표준 방법)을 나타내는 제 1 생성물이 제 1 생성물 반응 온도 세트포인트 및 제 1 속도-제한 반응물 농도 세트 포인트에서 제조되는 초기 가동 조건에서 시작된다.

바람직한 제 2 생성물은 서로 다른 용융지수 및 더 높거나 더 낮은 반응물 공급비율을 가진다. 온도변화 및 속도-제한 반응물 부분압 수치는 촉매층이 새로운 생성물을 생성하기 시작하는 시간을 감소시키는 데 이용된다. 전환이 정상상태 가동조건들 사이에서 또는 일정 정상상태 제조방법의 허용가능한 상한 및 하한내의 하부단위의 조건내에서 발생된다는 것은 중요한 사실이다.

일정 세트포인트 변화는 한 생성물로부터 다른 생성물로의 전환을 개시하고 조절하는 데 적용가능하다. 특정 시스템 및 절차전반에 걸친 사용가능한 컴퓨터 조절의 정도에 따라 가동자는 용융지수, 반응온도, 수소 공급 속도, 속도-제한 반응물 공급 속도 및/또는 부분압, 공단량체 공급 속도 및/또는 부분압 및 반응기내의 촉매 수준에 대한 세트포인트를 변화시킬 수 있다.

일반적으로 바람직한 용융지수의 변화는 수소가 시스템에 도입되는 속도에 의존하며 반응온도 세트포인트에서의 변화에 비례한다. 반대로 속도-제한 반응물 부분압 및 수소제거의 속도는 용융지수 변화에 역비례한다. 다른 방법으로 설명한다면 용융지수 값의 증가는 온도 증가를 수반하나 속도-제한 반응물 부분압 및 수소제거 속도의 감소를 수반한다.

본 발명의 조절방법에서 온도 세트포인트는 에틸렌 부분압 및 수소 공급 속도 세트포인트보다 선행하여 또는 동시에 변화될 수 있으며 촉매층내의 반응 생성물의 평균 용융지수의 변화를 초래한다. 용융지수 세트포인트의 변화는 직접 조정되든가 또는 계산에 의하든가에 관계없이 제 2 생성물의 용융지수가 제 1 생성물의 것보다 높다면 새로운 생성물에 대한 목표 세트포인트보다 약 0 150% 더 높아야 하고 제 2 생성물의 용융지수가 제 1 생성물의 용융지수보다 낮다면 0 70% 더 낮아야 한다. 용융지수 변화는 수소농도의 변화를 수반한다.

평균 용융지수는 제거되어 시험된 시료에 대한 측정 또는 라인내 자동화된 검사기에 의해서 결정된다. 실제적인 표본추출은 매 2 4시간마다 수행될 수 있다. 라인내 검사기는 시간당 3 4배의 시험을 수행한다.

온도조절 및 속도-제한 반응물 세트포인트는 촉매층내의 바람직한 평형 반응 조건을 넘어서지 않도록 새로운 생성물로의 전환율을 가속화시키는 데 사용될 수 있다. 새로운 용융지수 세트포인트가 설정된 후에, 온도 세트포인트는 새로운 생성물의 정상-상태 제조에 대한 목표 세트포인트로부터 약 1 15℃의 범위내의 값까지 변화시키며(용융지수가 증가하고 있다면 구(old) 세트 포인트 이상으로, 용융지수가 감소하고 있다면 구 세트포인트 이하로), 목표 세트포인트로부터 약 1 25 psig 범위내의 수치로 에릴렌 부분압 세트포인트를 변화시킨다(용융지수가 증가하고 있다면 구 세트포인트 이하로 용융지수가 감소하고 있다면 구 세트포인트 이상으로). 이러한 변화의 실제적인 실행은 존재하는 하드웨어에 의존하나, 변화는 분리된 단계적 증가로 또는 완만하게 변화하여 발생된다.

온도 및 에틸렌 부분압 세트포인트 수치가 도달될 때 반응기를 촉매층내의 반응 생성물이 새로운 생성물에 대한 목표 용융지수 값에 도달하기 시작할 때까지 세트포인트 수치의 ±10%, 바람직하게는 ±5%이내로 유지시킨다. 전체 반응기 압력은 또한 지정된 상한 또는 하한내에서, 일반적으로 약 ±20%, 바람직하게는 ±10% 내에서 변동되도록 허용될 수 있다. 목표 반응온도 및 속도-제한 부분압 세트포인트에 대한 부가적인 조절은 전환율을 증가시키며 허용가능한 한도(즉 용융지수 및 밀도) 내에서 생성물을 제조하기 시작하는 데 필요한 시간을 감소시킨다.

중합 반응기내의 기체가 촉매층이 새로운 생성물을 생성시키기 시작할 수 있는 것보다 훨씬 더 빨리 새로운 목표 조성물로 변화될 수 있다는 것을 상기 하여야 한다. 예를 들어, 기체 조성물은 약 15분이 지난 후에 조정될 수 있으나 반응기는 일반적으로 본 발명의 방법에 의해서 조절될 때조차도 2 6시간 동안 새로운 생성물을 생성시키지 못한다. 베드에 의한 이러한 불활성은 컴퓨터화된 모델의 반응 시스템을 생성기키는 데 사용되는 적당한 공지된 질량 이동 미분 방정식을 통하여 수량화될 수 있다. 이와 같이 온도 및 속도-제한 반응물 부분압에서의 변화는 반응기 시스템이 변화를 초래하도록 작용한다.

표본 추출에서 반영되는 바와 같이 생성물 용융지수가 베드 불활성이 변화를 제시하거나 바람직한 생성물의 허용가능한 상한 및 하한선내에 있는 지점에 있을 때, 세트포인트가 새로운 생성물에 대한 정상-상태 목표 세트포인트로 다시 변화되도록 하여 반응기가 일정한 생성물 등급의 중합체로 정상상태 작동을 얻도록 개시될 수 있다. 이 방법은 전환의 "복귀(return)" 상, 즉 정상상태로의 복귀로서 변화율의 감소에 관한 것이다.

복귀 상중에서, 온도 및 속도-제한 반응물 부분압은 정상상태 목표수치로 조정되어 베드상의 변화력을 감소시키고 정상상태에 도달되도록 한다. 세트 포인트 반응온도는 용융지수가 새로운 목표 수치까지 증가한다면 그 목표수치 보다 0 15℃ 아래, 또는 용융지수가 새로운 목표수치까지 감소된다면 목표수치보다 0 15℃ 이상중 하나이다. 유사하게, 에틸렌 부분압은 용융지수가 새로운 목표수치까지 증가된다면 그 목표수치보다 0 25 psig만큼 아래로 또는 용융지수가 새로운 목표수치로 감소된다면 그 목표수치보다 0 25 psig만큼 올라가도록 조정된다. 생성물 용융지수의 변화속도가 느려지고 목표 용융지수 수치에 대하여 허용가능한 상한 및 하한 범위내의 수치에 도달하기 때문에 그 순간의 용융지수

기록은 종종 주의깊게 검사되어야 한다. 반응 생성물 용융지수가 허용가능한 상한 및 하한선내에 있다면 온도 및 에틸렌 부분압 세트 포인트는 목표수치로 조정되어진다. 그 반응기는 그 다음 정상상태 가동을 유지하도록 조절된다.

몇몇 경우에 실험 또는 컴퓨터 모델이 너무 이르거나 너무 늦은 세트포인트 변화가 복귀시간을 연장시키고, 전환시간을 증가시키고 생성된 탈등급 물질의 양을 증가시키는 위험성을 인지하여 그 세트포인트를 변화시킬 시간을 결정하는 데 사용될 수 있다.

컴퓨터 모델을 이용한 전환 조절

전환 부피에서의 더 이상의 감소 및 정상 상태의 제조를 통한 덜 노동집약적인 조절이 온도, 속도-제한 반응을 부분압, 및 반응기의 현존하는 컴퓨터 모델로부터의 수소 제거 세트포인트를 조절함으로써 얻어질 수 있다. 이 모델을 전환 방법 및 중요한 공급 계획을 조절하는 전문적인 데이타베이스로서 사용될 수 있다. 그러한 시스템은 일반적으로 사용되는 특정 시스템에 기초한 이전에 인식된 해답의 데이타베이스로부터 상세한 답변을 찾기위한 일련의 (series) "IF-THEN" 문장(statements) 및 조건적 브랜칭(branching)을 포함하게 된다. 반응기의 전환의 컴퓨터 모델 및 정상 상태 작동 특성의 컴퓨터 모델을 생성시키는 상세한 사항은 이 분야의 통상의 지식의 범위내에 있으며, 이 기술 및 수학적 관계의 상세한 논의를 기술하지 않는다. Ignizio, Introduction to Expert Systems: The Development and Implementation of Rule-Based Expert Systems, McGraw-Hill(1991)을 참조하기 바라며 이 내용은 여기에 참고로 설명되어 있다.

전문적인 조절 시스템은 특히 온도, 속도-제한 반응물, 및 수소 제거 수치 및 어떠한 변화의 적당한 시간을 조절하는 것을 자동화하기 위해 특히 유용하다. 설명을 용이하게 하기 위해 전문적 시스템은 낮은 온도 세트포인트("undershoot") 및 높은("overshoot") 속도-제한 반응물을 필요로 하는 더 높은 용융지수 및 수소 제거 세트포인트를 가지는 생성물로의 전환에 대한 참고 문헌을 함께 기재한다. 참으로, 수소 제거 속도는 일반적으로 "0"으로 고정되어 모든 과량의 수소를 보유하게 된다. 동일한 원리 및 논의가 반대의 경우, 즉 낮은 온도 세트포인트 수치 및 높은 속도-제한 반응물 부분압력을 필요로 하는 더 낮은 용융지수 및 전환의 개시점에서의 수소 제거 세트포인트로의 전환에도 적용된다.

동일한 조절 원리 및 등급들사이의 전환에 사용되는 조절은 또한 생성물 특성을 조시하고 생성물 특성이 원하는 중앙점에서 허용가능한 경계선의 극단점 중 하나에까지 이동하기 시작하는 것 같으면 조건을 보정함으로써 정상상태의 제조를 조절하기 위해 사용되어진다. 중앙값의 특성수치, 예를 들어 적어도 50% 생성물 부피가 존재하여야 하는 생성물 부피-특성 그래프내의 구역뿐만 아니라 허용가능한 상한 및 하한 경계선의 데이타 테이블을 가지는 생성된 생성물을 자동화 검색하면 컴퓨터가 탈등급 물질이 생성되기 전에 올바른 수치를 가지도록 할 것이다. 이 시스템은 생성물 특성을 검사하고 필요하다면 반응기가 일정한 성질을 가지는 "등급내" 물질을 제조하도록 하는 방법으로 초기 수치에서 새로운 수치로 세트포인트를 재조정한다.

컴퓨터를 이용하게 되면 수동식 조작보다 많은 이점이 있다. 최소한 자동화된 조절은 사람이 점검작업을 해야 할 필요성이 적어지고 세트포인트 공정이 더 용이하게 된다. 컴퓨터화된 조절이 작동자로 하여금 새로운 목표 용융지수 및 밀도 수치를 직접 도입하도록 하게 되는 것은 중요하다. 이들 수치와 반응기, 촉매, 공급-비율 등등에 관련되는 적당한 데이타베이스를 이용하여 컴퓨터가 수소 제거 속도 수치뿐만 아니라 온도, 반응물 부분압, 및 반응물 비율의 필요한 오우버슛/언더슛(overshoot/undershoot)을 판단하게 된다.

상기 언급된 바와 같이 너무 길거나 너무 짧게 오우버슛(overshoot) 수치를 유지하게 되면 전환시간 및 생성되는 탈등급 물질의 부피를 증가시킨다. 적당한 일련의 " if - then" 문장에 의해서 반응기의 정확한 컴퓨터 모델에 연결된 조절 시스템을 이용하여 과도하거나 부족한 세트포인트 수치의 시간이 자동적으로 조절될 수 있다. 시스템 데이타가 세트포인트 및 최근의 시간 소요 정보에 대해 조절 시스템에 의해서 읽혀지는 공통의 데이타 테이블로 다소 연속적으로 기록될 수 있도록 조절 시스템으로서 동일한 컴퓨터상에 작동하는 모델을 가지는 것이 특히 유용하다. 그러한 모델 조절된 전환은 공정내 물성 측정에 기준한 수동식 조정으로 실행가능한 것 보다 종종 모델 반응 생성물 정보로부터 세트포인트를 조정할 수 있다. 전환 시간 및 탈등급 물질은 이렇게 함으로써 최소한도까지 감소된다.

도면

하기에서는 첨부된 도면을 참고로 하여 설명한다. 제 1 및 2도는 제 1 생성물을 더 높은 용융지수 및 밀도를 가지는 제 2 생성물로의 전환의 수동식 조절에 대한 일반적인 종래기술의 흐름도이다.

반응기는 초기에 정상상태에서 작동하여 제 1 생성물을 생산한다. 새로운 " 리사이프(recipe)" , 즉 반응물 비율, 반응온도, 수소/단량체 비율 등등을 가지는 생성물 2로의 전환이 결정된다. 그런 다음 작동자는 촉매층 수준이 낮은 전환 상태 수준에까지 떨어지도록 한다. 4개의 작동이 다소간 동시에 수행된다.

첫번째, 촉매층을 2시간동안 낮은 전환 상태 수준에서 유지시킨 다음 점차적으로 통상의 생산 수준에까지 증가시킨다. 둘째, 제 2 생성물을 제조하기 위한 새로운 온도 세트포인트는 온도 조절 패널(panel)내로 도입되고 그 새로운 세트포인트로 변화되도록 하여 일정하게 유지시킨다. 셋째, 즉 마지막 단계로 가동자가 수소 대 에틸렌의 새로운 비율 즉 " 수소비율" 및 바람직한 수치를 " 오우버슛하는" 즉 세트포인트 수치가 새로운 생성물에 대한 정상 상태의 목표 수치 이상이 되는 공단량체를 선택한다. 오우버슛의 양의 선택은 실험상 행하여지며 그 세트포인트에서 약 2시간 유지된다. 그런 다음 비율은 새로운 생성물에 대한 목표 수치로 재조정되며 반응 생성물이 바람직한 용융지수 및 밀도 수치를 나타낼 때까지 그 값을 유지한다. 전환에 대한 경과시간은 약 12시간이다.

제 3-5도는 본 발명의 공정 조절에 대한 흐름도이다. 초기 단계는 유사하다: 반응기는 초기에 정상상태에서 작동되며, 베드 수준은 전환 수준으로 낮아지며 2시간동안 그곳에서 유지된다.

새로운 생성물 온도가 단순히 정하여지는 종래의 기술과 달리 제 2 생성물 온도는 제 1 생성물 온도보다 높거나 낮은가에 대하여 검사된다. 제 2 생성물이 더 낮으면 물성 세트포인트가 변화되지 않으며 반응기 온도는 단계적 단위로 또는 완만한 경사로 낮아진다. 제 2 온도가 제 1 온도보다 높으면 물성 세트포인트가 새로운 온도 세트포인트가 도입됨과 동시에 변화된다. 이러한 분석은 특히 반응기 조작에 도움이 된다. 수지는 그것의 점착 온도 근처에서 제조되기 때문에 반응기를 항온(conservative temperature)에서 작동시키는 것이 점착을 방지하는 데 도움이 된다.

방법 2에서 컴퓨터 모델은 온도, 속도 - 제한 반응물 부분압(예를 들어 에틸렌 부분압 또는 " C2PP"), 및 수소 제거 속도(예를 들어, 슬로우 벤트(slow vent)) 오우버슛 또는 언더슛 수치 및 초기의 정상 상태 조건에 대하여 컴퓨터 모델에 도입되는 용융지수와 밀도 세트포인트 수치로부터의 경과시간을 설정하는 데 사용된다.

반응 생성물 및 반응기 조건의 변화는 검색되어 반응기 모델로부터의 최적의 전환 경로를 유지하도록 정정된다. 세트포인트는 전환시간을 최소화하도록 필요한 만큼 변화된다.

컴퓨터 조절된 시스템은 또한 제조된 생성물을 검사하고 전환이 바람직한 정상 상태 작동 범위 즉 제 1 생성물(목적이외의 생성물) 및 제 2 생성물(목표 생성물)이 동일한 특정의 바람직한 생성물 등급의 허용가능한 제한 범위내에 있도록 질적인 조절 시스템으로서 적용될 수 있다. 그러한 시스템은 적용 가능한 세트포인트를 변화시키고 시스템을 바람직한 생성물의 허용가능한 제한범위내의 생성물을 생성시키도록 하는 본 명세서에 기재된 원리에 의해서 조절될 수 있다.

본 발명은 하기 실시예를 참고로 하여 설명될 수 있다.

실시예

실시예 1

본 발명의 조절 방안은 유동층 반응기에서 에틸렌 및 헥센사이의 기체상 중합 반응에 적용되었다. 제 1 생성물 등급에서 제 2 생성물 등급으로의 전환은 하기 변화를 필요로 한다.: 56%의 용융지수 증가, 0.023g/cm ^{3}의 밀도 증가 및 20℃의 온도 감소, 촉매는 티타늄-기저 액체에서 티타늄-지저 건조 촉매로 변화되었으나 베드 수준은 일정하게 유지되었다.

변환은 다수의 조절 세트포인트 수치를 변화시킴으로서 시작된다. 용융지수는 바람직한 새로운 등급에 대한 목표 수치보다 25% 이상으로 설정되었다. 밀도 세트포인트는 새로운 등급에 대한 목표 수치보다 0.002 g/cm ^{3} 이하로 설정되었다. 정상상태에서 새로운 등급을 제조하기 위한 목표 온도보다 2℃ 이상 증가하도록 온도를 내렸다. 에틸렌 부분압은 46 psig 만큼 감소하였다. 수소 대 에틸렌(H_2/C_2) 및 헥센 대 에틸렌(C_6C_2)의 몰 비는 이들 새로운 세트 포인트로부터 연속적으로 계산되었다. 많은 양의 수소와 헥센이 반응기에 첨가되었다.

5시간 후에 베드의 평균 용융지수가 목표 등급에 있었다. 이 지점에서 용융지수 세트포인트가 최종 생성물의 목표 수치로 변화되었다. 온도 세트포인트는 최종 생성물의 목표 반응온도가 되도록 2℃ 낮게 설정하였다. 에틸렌 부분압은 3 psig 상승되었다. 슬로우 벤트는 45분간 열어두어 반응기로부터 과량의 수소를 허용하였다.

6시간 후에 베드 평균 밀도는 목표 밀도의 허용가능한 제한 범위내에 있었다. 그런 다음 밀도 세트포인트는 최종 생성물에 대한 목표 수치로 변화되었다. 용융지수는 그것의 목표 수치에서 유지되었고 모든 조절은 정상-상태 모드로 전환되었다.

실시예 2

종래의 방법의 수동식 전환 조절 시도를 실시예 1의 기체상 반응에 적용하였다. 초기 및 최종 생성물에 대한 촉매는 건조, 티타늄-기저 촉매이었다.

전환은 최종 목표 수치보다 25% 이상의 순간 용융지수에 도달될 때까지 반응기에 수소의 공급 속도를 증가시킴으로써 개시된다. 헥센 공급은 밀도가 목표 수치에 있을 때 수동식으로 열려졌다. 온도 세트포인트는 최종 목표 수치로 떨어졌다. 전체 반응기 압력은 실질적으로 일정하게 유지되었다. 과량의 헥센과 수소가 첨가되었다.

과량의 용융지수가 도달된 후에 H_2/C_2 비율이 유지되었다. 유사한 방법으로 밀도가 목표 수치의 허용가능한 제한 범위내에 있을 때 C_6/C_2 비율이 유지되었다.

5시간 후에 H_2/C_2 세트포인트는 용융지수가 목표 제한 범위내에 있도록하는 데 필요한 최종 수치를 평가하기 위해 변화되었다. 온도나 슬로우 벤트에는 어떠한 변화나 조작을 하지 않았다. 에틸렌 부분압은 대략 일정한 전체 압력을 유지하기 위해 조절되었다.

12시간 후에 베드 평균 밀도는 목표 제한 범위내에 있었다. H_2/C_2 및 C_6/C_2 조절은 정상상태로 조정되었다.

종전의 조절 방법은 실시예 1의 방법보다 탈등급 물질의 양을 약 2배 많이 생산하였다.

실시예 3

본 발명의 전환 조절 방법은 하기와 같은 생성물의 변화를 가지는 유동층에 적용되었다. :(a) 용융지수 변환: -71%; (b) 밀도변화: -0.011g/cm ^{3}; 및 (c)2℃ 만큼의 온도 감소, 촉매 타입과 베드 수준은 새로운 생성물 등급을 제조하기 위해 변화되지 않았다. 전환은 하기의 변화로 수행되었다:

(a) 목표 생성물 수치보다 23% 작은 용융지수 설정;

(b) 목표 생성물 밀도보다 0.002g/cm ^{3} 큰 밀도 세트포인트 설정;

(c) 초기 생성물에 필요한 값과 동일한 수치의 온도 세트포인트 유지;

(d) 용융지수 및 밀도 세트포인트 수치에 기초한 H_2/C_2 및 C_6/C_2 세트포인트를 연속적으로 계산하여 6 psig만큼 에틸렌 부분압의 증가; 및

(e) 시간당 반응기 기체의 8% 방출을 위한 슬로우 벤트 개방.

2.5 시간 후에 용융지수 및 밀도가 그것들의 세트포인트 수치에 도달하였다. 그런 다음 슬로우 벤트가 닫혀졌다. 용융지수 및 밀도 세트포인트가 유지되었다. H_2/C_2 및 C_6/C_2 비율도 또한 유지되었다.

그런 다음 용융지수를 새로운 생성물의 수치도 설정하였다. 온도는 목표 반응온도에 비하여 2℃ 감소되었다. 에틸렌 부분압은 3 psig 만큼 증가되었다. 슬로우 벤트는 시간당 8%의 기체가 방출되도록 45분간 열어서 과량의 수소를 반응기에서 제거하였다.

6시간 후에 베드에서 제조된 생성물의 평균 밀도는 목표 수치의 허용가능한 제한 범위내에 있었다. 밀도 세트포인트는 그런 다음 새로운 생성물의 수치로 설정되었다. 모든 조절은 정상상태로 전환되었다.

실시예 4

본 발명의 조절 방법을 정상상태의 반응기 작동에 적용시켰다. 정상 상태의 생성물은 104dg/min의 목표 용융지수 세트포인트 및 그 세트포인트에서 ±10 dg/min의 허용가능한 생성물 용융지수를 가졌다. 바람직한 생성물 특성 분포는 99-109dg/min 범위내의 50%의 생성물 용융지수를 가지는 것이다.

제조중 한 시기에서 생성물의 용융지수는 공정상 용융지수 장치에 의해서 측정된 바와 같이 109dg/min 이상의 수치까지 상승하였다. 자동화 조절 시스템은 용융지수 세트포인트를 99dg/min으로 변화시켰고 반응기가 과량의 수소를 포함한다고 계측하였다. 슬로우 벤트는 시간당 8%의 반응기 기체가 방출되도록 열려졌다.

45 시간후에 슬로우 벤트를 닫았다. 공정상 센서에 의해 측정된 바와 같이 용융지수는 50% 중앙 등급 영역내로 복귀되었다. 용융지수 세트포인트는 104dg/min으로 복귀되었다. 어떠한 탈등급 수지도 조절 기간중에 생성되지 않았다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

(a) 제 1 생성물 반응온도 및 제 2 생성물 반응온도를 비교하고, 상기 제 2 생성물 반응온도가 상기 제 1 생성물 반응온도보다 낮으면 생성물 반응온도 세트포인트를 제 2 생성물 반응온도로 변화시키고;

(b) 바람직한 제 2 생성물의 용융지수 값보다 0-150% 더 높거나 0-70% 더 낮은 용융지수 세트포인트를 설정하고;

(c) 제 2 생성물 용융지수 값이 제 1 생성물 용융지수보다 더 높다면 바람직한 제 2 생성물 반응온도보다 1-15℃ 더 높게 또는 제 2 생성물 용융지수가 제 1 생성물 용융지수보다 낮다면 실질적인 제 2 생성물 반응온도보다 1-15℃ 더 낮도록 반응온도 세트포인트를 설정하고;

(d) 제 2 생성물 용융지수값이 제 1 생성물 용융지수값보다 높다면 제 1 생성물의 속도-제한 반응물 부분압보다 1-25 psig 낮도록 또는 제 2 생성물 용융지수 값이 제 1 생성물 용융지수 값보다 더 낮으면 제 1 생성물 속도-제한 반응물의 부분압보다 1-25 psig 더 높도록 생성물 속도-제한 반응물의 부분압 세트포인트를 설정하고;

(e) 상기 용융지수 세트포인트, 온도 세트포인트, 및 속도-제한 반응물 부분압 세트포인트 수치를 상기 중합 생성물이 바람직한 제 2 생성물 용융지수값과 제 2 생성물 밀도수치로부터 허용가능한 범위를 가지는 평균 용융지수 및 평균 생성물 밀도를 나타낼 때까지 상기 용융지수 세트포인트를 유지시키고;

(f) 상기 용융지수 세트포인트를 바람직한 제 2 생성물 용융지수값으로 변화시키고;

(g) (i) 제 2 생성물 용융지수 값이 제 1 생성물 용융지수 값보다 높다면 상기 바람직한 제 2 생성물의 반응온도보다 0-15℃ 더 높게 또는 (ii) 제 2 생성물 용융지수 값이 제 1 생성물 용융지수 값보다 더 낮다면 상기 바람직한 제 2 생성물 반응온도보다 0-15℃ 더 낮도록 상기 생성물 반응온도 세트포인트를 변화시키고;

(h) (i) 제2의 용융지수 값이 제1의 용융지수 값보다 더 높다면 바람직한 제 2 생성물 속도-제한 부분압보다 0-25 psig 낮도록 또는 (ii) 제 2 용융지수 값이 제 1 용융지수 값보다 낮다면 제 2 생성물 속도-제한 부분압보다 0-25 psig 더 높도록 상기 속도-제한 부분압 세트포인트를 변화시키고; 그리고

(i) 반응생성물이 제 2 생성물 용융지수 값의 허용제한 범위내의 평균 용융지수 값을 나타낼 때까지 상기 반응온도 세트포인트 및 속도-제한 반응물의 부분압 세트포인트를 바람직한 제 2 생성물 반응온도 및 제 2 속도-제한 반응물의 부분압으로 변화시키는;

단계로 이루어지고, 제 1 설정조건에서 제조된 제 1 생성물을 제 2 설정조건에서 제조된 제 2 생성물로 변화시킬 때 반응기내의 기체상 중합 반응을 조절하기 위한 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 제 1 생성물의 용융지수가 제 2 생성물의 용융지수보다 더 높고, 상기 방법이 상기 반응기내의 기체로부터 수소를 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 수소가 상기 기체중 시간당 약 1 8중량%를 방출시킴으로서 제거되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4.

제2항에 있어서, 상기 수소가 수소화 촉매 위로 적어도 일부분의 상기 기체를 통과시킴으로써 제거되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 속도-제한 반응물이 에틸렌인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 제 1 생성물 및 제 2 생성물이 동일한 바람직한 생성물의 허용가능한 제한 범위내에 있고 상기 중합 반응이 정상 상태 제조인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 제 1 생성물이 에틸렌 단독 중합체; 프로필렌 단독 중합체; 에틸렌 및 적어도 하나의 C_3-C_{12} 알파올레핀의 공중합체; 에틸렌 및 적어도 하나의 C_3-C_{12} 알파올레핀 및 디엔의 삼원공중합체로 이루어진 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 제 1 생성물이 에틸렌-프로필렌 공중합체, 에틸렌-부텐 공중합체, 에틸렌-헥산 공중합체 및 에틸렌프로필렌-디엔 고무, 프로필렌 및 적어도 하나의 C_4 - C_{12} 알파 올레핀의 공중합체, 프로필렌-헥산 공중합체, 폴리부타디엔 및 폴리이소프렌으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9.

제1항에 있어서, 상기 제 1 생성물 및 상기 제 2 생성물이 서로 다른 생성물 등급이며, 중합 반응이 제 1 생성물을 제조하기 위한 조건으로부터 제 2 생성물을 제조하기 위한 조건으로 변화시키는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10.

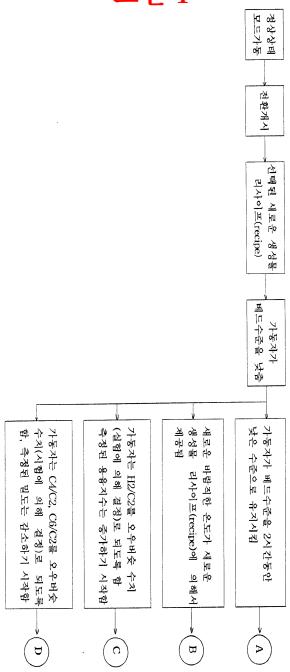
제1항에 있어서, 상기 제 1 생성물이 에틸렌 단독중합체; 프로필렌 단독 중합체; 에틸렌 및 적어도 하나의 C_3 C_{12} 알파올레핀의 공중합체, 및 에틸렌, 및 적어도 하나의 C_3 C_{12} 알파 올레핀 및 디엔의 삼원공중합체; 로 이루어진 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11.

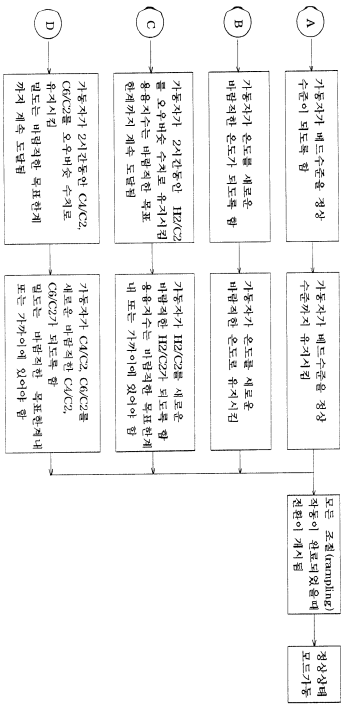
제10항에 있어서, 상기 제 1 생성물이 에틸렌-프로필렌 공중합체, 에틸렌-부텐 공중합체, 에틸렌-헥산 공중합체 및 에틸렌프로필렌-디엔 고무, 프로필렌 및 적어도 하나의 C_4 - C_{12} 알파 올레핀, 폴리부타디엔 및 폴리이소프렌으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 방법.

도면

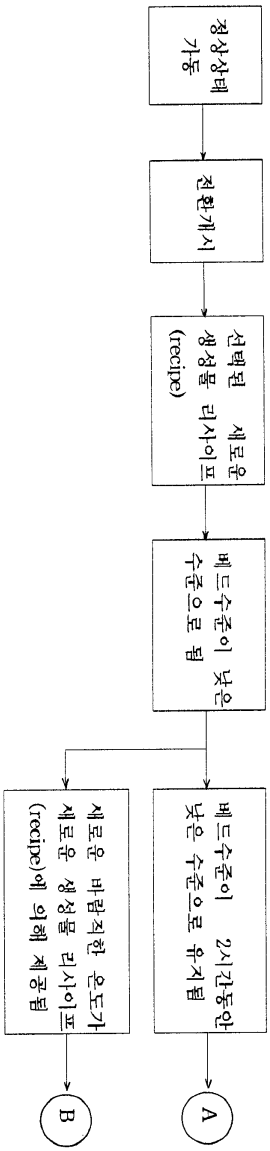
도면 1



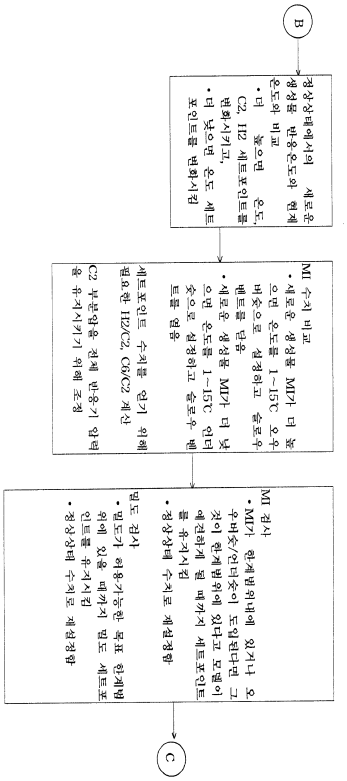
도면 2


A
가동자가 베드수준을 정상 수준이 되도록 함
가동자가 베드수준을 정상 수준까지 유지시킴
모든 조절(trampling) 작동이 완료되었을때 전원이 개시됨
정상상태 모드가동
B
가동자가 온도를 새로운 바람직한 온도가 되도록 함
가동자가 온도를 새로운 바람직한 온도로 유지시킴
C
가동자가 2시간동안 H2/C2를 오우버슛 수치로 유지시킴 용융지수는 바람직한 목표 한계까지 계속 도달됨
가동자가 H2/C2를 새로운 바람직한 H2/C2가 되도록 함 용융지수는 바람직한 목표한계 내 또는 가까이에 있어야 함
D
가동자가 2시간동안 C4/C2, C6/C2를 오우버슛 수치로 유지시킴 밀도는 바람직한 목표한계까지 계속 도달됨
가동자가 C4/C2, C6/C2를 새로운 바람직한 C4/C2, C6/C2가 되도록 함 밀도는 바람직한 목표한계내 또는 가까이에 있어야 함

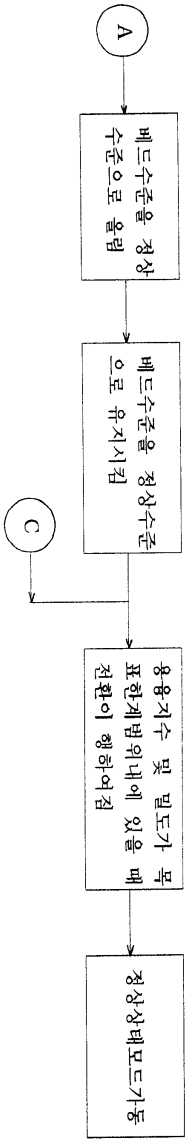
도면 3


정상상태 가동
천환게시
선택된 새로운 생성물 리시이프 (recipe)
베드수준이 낮은 수준으로 됨
베드수준이 낮은 수준으로 2시간동안 유지됨
새로운 바람직한 운도가 새로운 생성물 리시이프 (recipe)에 의해 제공됨
A
B

도면 4


B
정상상태에서의 새로운 생성물 반응온도와 현재 온도와 비교
• 더 높으면 온도, C2, H2 세트포인트를 변화시키고,
• 더 낮으면 온도 세트포인트를 변화시킴
MI 수치 비교
• 새로운 생성물 MI가 더 높으면 온도를 1~15℃ 오우버숫으로 설정하고 슬로우 벤트를 닫음
• 새로운 생성물 MI가 더 낮으면 온도를 1~15℃ 언더숫으로 설정하고 슬로우 벤트를 열음
세트포인트 수치를 얻기 위해 필요한 H2/C2, C6/C2 계산
C2 부분압을 전체 반응기 압력을 유지시키기 위해 조정
MI 검사
• MI가 한계범위내에 있거나 오우버숫/언더숫이 도입된다면 그것이 한계범위에 있다고 모델이 예견하게 될 때까지 세트포인트를 유지시킴
• 정상상태 수치로 재설정함
밀도 검사
• 밀도가 허용가능한 목표 한계범위에 있을 때까지 밀도 세트포인트를 유지시킴
• 정상상태 수치로 재설정함
C

도면 5


A
베드수준을 정상 수준으로 올림
베드수준을 정상수준으로 유지시킴
C
용융지수 및 밀도가 목표한계범위내에 있을 때 전환이 행하여짐
정상상태모드가동