



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

B01J 8/22 (2006.01)
B01J 8/20 (2006.01)
B01J 8/18 (2006.01)
F28D 7/16 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0127149
(43) 공개일자 2006년12월11일

(21) 출원번호 10-2006-7016886

(22) 출원일자 2006년08월23일

심사청구일자 없음

번역문 제출일자 2006년08월23일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2005/050340

(87) 국제공개번호 WO 2005/075065

국제출원일자 2005년01월27일

국제공개일자 2005년08월18일

(30) 우선권주장 04250471.2 2004년01월28일 유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인 쉘 인터내셔널 리써취 마트샤피지 비.브이.
네덜란드왕국 엔엘-2596 에이치알 더 헤이그 카렐 반 바일란드틀란 30

(72) 발명자 뵤르 안네
네덜란드 엔엘-1031 체엠 암스테르담 바두이스베크 3
슈라우벤 프란시스쿠스 요하네스 마리아
네덜란드 엔엘-1031 체엠 암스테르담 바두이스베크 3

(74) 대리인 특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발열 반응 수행용 열교환기

(57) 요약

본 발명은, 상기 냉각 모듈은 냉각제 공급 관 (2); 분배 챔버 (4); 다수의 순환 관 (5); 및 수집 챔버 (6) 를 가지며; 상기 냉각제 공급 관 (2) 은 상기 냉각 모듈 (1) 에 냉각제를 충전하기 위해 제 1 단부에 입구 (3) 를 가지고, 제 2 단부에서 상기 분배 챔버 (4) 와 연통하며; 상기 순환 관 (5) 각각은 제 1 단부를 통하여 상기 분배 챔버 (4) 와 연통하며 제 2 단부를 통하여 상기 수집 챔버 (6) 와 연통하며; 상기 수집 챔버 (6) 는 냉각제 배출을 위한 출구 (7) 를 가지는 발열 반응을 수행하기 위한 반응기 (20) 에서 사용하기 위한 분리 가능한 냉각 모듈 (1) 에 관한 것이다. 본 발명의 모듈의 본질은 반응기 쉘 (21) 로부터 개별 냉각 모듈 (1) 의 제거를 용이하게 하는 것이다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

발열 반응을 수행하기 위한 반응기 (20) 에서 사용하기 위해 제 1 및 제 2 단부를 가지는 분리 가능한 냉각 모듈 (1) 로서, 상기 냉각 모듈은 냉각제 공급 관 (2); 분배 챔버 (4); 다수의 순환 관 (5); 및 수집 챔버 (6) 를 가지며; 상기 냉각제 공급 관 (2) 은 상기 냉각 모듈 (1) 에 냉각제를 충전하기 위해 제 1 단부에 입구 (3) 를 가지고, 제 2 단부에서 상기 분배 챔버 (4) 와 연통하며; 상기 순환 관 (5) 각각은 제 1 단부를 통하여 상기 분배 챔버 (4) 와 연통하며 제 2 단부를 통하여 상기 수집 챔버 (6) 와 연통하며; 상기 수집 챔버 (6) 는 냉각제 배출을 위한 출구 (7) 를 가지며; 상기 입구 (3) 와 상기 출구 (7) 모두는 상기 냉각 모듈 (1) 의 동일한 단부를 향하여 위치하며, 상기 입구 (3) 는 충전 파이프 (8) 에 분리 가능하게 연결되도록 되어 있으며 상기 출구 (7) 는 배출 파이프 (9) 에 분리 가능하게 연결되도록 되어 있는 냉각 모듈.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 냉각제 공급 관 (2) 의 상기 제 2 단부는 상기 순환 관 (5) 이 연결된 분배 챔버 (4) 를 나타내며, 바람직하게는 상기 분배 챔버 (4) 는 상기 순환 관 (5) 각각과 상기 분배 챔버 (4) 가 연통하는 틈을 형성하는 원뿔형부를 구비하며,

상기 수집 챔버 (6) 는 상기 순환 관 (5) 각각과 상기 수집 챔버 (6) 가 연통하는 틈을 형성하는 원뿔형부를 구비하는 것을 특징으로 하는 냉각 모듈.

청구항 3.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 냉각제 공급 관 (2) 은 상기 순환 관 (5) 에 대하여 실질적으로 중심에 위치하는 것을 특징으로 하는 냉각 모듈.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 냉각제 공급 관 (2) 은 상기 수집 챔버 (6) 를 통하여 돌출된 것을 특징으로 하는 냉각 모듈.

청구항 5.

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 냉각 모듈은 약 20 ~ 약 4,000 개의 순환 관 (5) 을, 바람직하게는 약 100 ~ 약 400 개의 순환 관 (5) 을 구비하는 것을 특징으로 하는 냉각 모듈.

청구항 6.

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 냉각 관 (5) 의 각각의 길이가 약 4 ~ 약 40m이며, 바람직하게는 약 10 ~ 약 25m 인 것을 특징으로 하는 냉각 모듈.

청구항 7.

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 순환 관의 직경이 약 1 ~ 약 10cm이며, 바람직하게는 약 2 ~ 약 5cm 인 것을 특징으로 하는 냉각 모듈.

청구항 8.

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 냉각 모듈은 정사각형꼴, 삼각형꼴, 직사각형꼴, 사다리꼴 혹은 육각형꼴 단면을 가지며, 바람직하게는 약 0.20 ~ 2.00m² 인 정사각형꼴 단면을 가지는 것을 특징으로 하는 냉각 모듈.

청구항 9.

발열 반응을 수행하는 반응기 (20) 로서, 상기 반응기 (20) 는 반응기 셸 (21); 상기 반응기 셸 (21) 안으로 반응물을 도입 하는 수단; 상기 반응기 셸 (21) 로부터 제품을 빼내는 수단 및; 냉각 수단을 구비하며, 상기 냉각 수단은 발열 반응을 수행 하기 위한 반응기 (20) 에서 사용하기 위해 제 1 및 제 2 단부를 가지는 분리 가능한 냉각 모듈 (1) 을 하나 이상 구비하며, 상기 냉각 모듈은 냉각제 공급 관 (2); 분배 챔버 (4); 다수의 순환 관 (5); 및 수집 챔버 (6) 를 구비하며; 상기 냉각제 공급 관 (2) 은 상기 냉각 모듈 (1) 에 냉각제를 충전하기 위해 제 1 단부에 입구 (3) 를 가지고, 제 2 단부에서 상기 분배 챔버 (4) 와 연통하며; 상기 순환 관 (5) 각각은 제 1 단부를 통하여 상기 분배 챔버 (4) 와 연통하며 제 2 단부를 통하여 상기 수집 챔버 (6) 와 연통하며; 상기 수집 챔버 (6) 는 냉각제 배출을 위한 출구 (7) 를 가지며; 상기 입구 (3) 및 상기 출구 (7) 모두는 냉각 모듈 (1) 의 동일한 단부를 향하여 위치하는 반응기.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 입구 (3) 는 충전 파이프 (8) 에 분리 가능하게 연결되도록 되어 있으며 상기 출구 (7) 는 배출 파이프 (9) 에 분리 가능하게 연결되도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 반응기.

청구항 11.

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,

상기 냉각 모듈은 제 2 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따르는 특징을 가진 것을 특징으로 하는 반응기.

청구항 12.

제 9 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반응기는 4 ~ 100 개의 냉각 모듈을 가지며, 바람직하게는 12 ~ 65 개의 냉각 모듈을 가지며, 더욱 바람직하게는 24 ~ 50 개의 냉각 모듈을 가지는 것을 특징으로 하는 반응기.

청구항 13.

제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반응기 셀 (21) 은 상기 냉각 수단에 접근하기 위한 접근 수단 (22) 을 가지는 것을 특징으로 하는 반응기.

청구항 14.

제 9 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반응기는 상기 냉각 수단을 지지하기 위한 지지 수단 (23) 을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반응기.

청구항 15.

제 9 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반응기 셀 (21) 안으로 반응물을 도입하는 수단은 증기 분사기 (sparger) 를 구비하는 것을 특징으로 하는 반응기.

청구항 16.

제 9 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반응 혼합물 (21) 로부터 제품을 분리하는 수단은 필터를 구비하며, 바람직하게는 상기 반응기 셀 (21) 안에 위치하는 내부 필터를 구비하는 것을 특징으로 하는 반응기.

청구항 17.

발열 반응을 수행하는 방법에 있어서, 반응기 (20) 를 반응물로 충전하는 단계; 상기 반응기 (20) 의 내용물을 냉각하는 단계 및 상기 반응기 (20) 로부터 제품을 빼내는 단계를 포함하며,

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 냉각 모듈 (1) 을 하나 이상, 적절하게는 4 ~ 100 개, 바람직하게는 12 ~ 65 개, 더욱 바람직하게는 24 ~ 50 개 구비하는 냉각 수단을 사용하여 냉각을 수행하는 발열 반응을 수행하는 방법.

청구항 18.

제 17 항에 있어서,

상기 방법은 탄화수소의 합성용 방법이며, 상기 반응기 (20) 는 합성 가스로 충전되는 것을 특징으로 하는 발열 반응을 수행하는 방법.

청구항 19.

제 17 항 또는 제 18 항의 방법에 따라서 얻어진 제품.

명세서

기술분야

본 발명은 냉각 모듈과 이런 냉각 모듈을 구비한 발열 반응을 수행용 반응기에 관한 것이다. 특히 본 발명은 냉각 모듈과 피셔-트롭쉬 반응 (Fischer-Tropsch reaction) 에 사용하기 위한 적절한 반응기뿐만 아니라, 이런 반응기와 냉각 모듈을 사용한 공정에서 일산화탄소의 수소화에 의해 만들어질 수 있는 탄화수소로부터 나온 연료 및 탄화수소에 관한 것이다.

배경기술

피셔-트롭쉬 공정은 탄화수소의 공급 원료를 액체 및/혹은 고체 탄화수소로 변환하기 위해 종종 사용된다. 공급 원료 (예를 들면, 천연 가스, 부수 가스 (associated gas), 석탄층 메탄, 잔류 (미정제) 오일 일부 및/혹은 석탄) 는 제 1 단계에서 일산화탄소와 수소의 혼합물로 변환된다 (이 혼합물을 종종 합성가스라고 말한다.) 이 합성 가스는 그 후 제 2 단계에서 승온 및 승압에서 적절한 촉매에 의해서 파라핀 복합물 (메탄에서 200개의 탄소원자까지의 고분자량 분자까지의 범위 혹은 특별한 조건에서는 그 이상) 로 변환된다.

피셔-트롭쉬 반응을 수행하기 위한 다수의 반응기 시스템이 개발되어 왔다. 예를 들어, 피셔-트롭쉬 반응기 시스템은 고정층 반응기 (특히 다중 관형 고정층 반응기 (multi tubular fixed bed reactor)), 비말 유동층 반응기 (entrained fluidised bed reactor) 와 고정 유동층 반응기 (fixed fluidised bed reactor) 와 같은 유동층 반응기 (fluidised bed reactor), 및 3상 슬러리 버블 칼럼 (three-phase slurry bubble column) 과 에블레이티드 베드 반응기 (ebulated bed reactor) 와 같은 슬러리 베드 반응기를 포함한다. 적절한 피셔-트롭쉬 반응기는 US 5,517,473에 개시되어 있다. 그러나, 이 문헌에 개시된 반응기는 크고, 완벽하게 고정된 냉각 시스템으로 기재되어 있어, 제조, 이송 및 수리 (예를 들면 누설의 경우) 가 어렵다.

피셔-트롭쉬 반응은 큰 발열 반응이며 온도에 민감하여 최적의 작동 조건 및 원하는 탄화수소 제품의 선택을 유지하려면 세심한 온도 제어가 필요하다. 피셔-트롭쉬 반응을 특징 짓는 높은 반응열을 명심한다면, 반응기의 열 전달 특성 및 냉각 메카니즘이 매우 중요하다.

고정층 반응기의 열 전달 성능은 유체의 상대적으로 낮은 질량 속도, 작은 입자 크기 및 낮은 열 용량에 의해서 제한된다. 그러나, 가스 속도를 상승시킴에 의해서 열 전달을 개선하려고 시도하면, 더 높은 CO 변환이 얻어질 수 있으나, 반응기 전체에 과도한 압력 강하가 존재하며 이는 상업적 가능성을 제한한다. 가스처리량 및 CO 변환량의 증가에 의해서 반응기 용량을 늘리는 것은 반경 방향으로 온도 구배의 증가를 가져온다. 열적 안정성 및 열 제거 효율을 위해서 피셔-트롭쉬 고정층 반응기 관의 직경은 5 혹은 7cm미만이다. 피셔-트롭쉬 고정층 반응기에서 바람직한 높은 활성도의 촉매의 사용은 이런 상황을 더 악화시킨다. 열악한 열전달 특성은 부분적 폭주 (열점) 를 만들 수 있으며, 이는 촉매가 부분적으로 비활성되는 것을 야기한다. 폭주 반응을 피하기 위해서 반응기에서 최대 온도는 제한되어야만 한다. 그러나, 반응물 혼합물에서 온도 구배의 존재는 촉매의 대부분이 최적 수준 이하에서 작용하는 것을 의미한다.

고정층 구성에서 전체 성능을 개선하는 수단으로 액체의 재순환을 사용하는 것이 알려져 있다. 또한, 이런 시스템을 "트리클 베드(trickle bed)" 반응기 (고정층 반응기 시스템의 하위 세트의 일부로서) 이라고 하며, 여기서 반응 가스와 액체가 동시에 (바람직하게는 촉매에 대하여 하부 유동 방향으로) 들어온다. 흐르는 반응 가스 및 액체의 존재는 열 제거 및 열 제어를 개선해서 CO 변환 및 제품 선택에 관한 반응기 성능을 강화한다. 트리클 베드 시스템 (및 어떠한 고정층 시스템) 의 한계는 높은 질량 속도에서 작동시 따르는 압력 강하이다. 고정층에서 가스 충전 공극률 (gas-filled voidage; 일반적으로 0.50 미만) 및 크기 및 촉매 입자의 모양은 과도한 압력 강하 없이 높은 질량 속도를 낼 수 없다. 결과적으로, 단위 반응기 부피당 변환 처리할 수 있는 질량 처리량은 열 전달율에 따라 제한된다. 촉매 입자 크기의 증가 및 더 높은 질량 유량은 열 전달 (주어진 압력 강하에서) 을 개선하며 변환 용량의 증가를 가능하게 한다. 그러나, 촉매 선택의 감소 및 더 낮은 촉매 효율은 개선된 변환 용량을 상쇄할 수 있다.

3상 슬러리 버블 칼럼 반응기는 일반적으로 열 전달 특성에서 고정층 구성에 장점을 제공한다. 이런 반응기는 일반적으로 액체 연속 매트릭스에서 상방 유동 가스에 의해 부유되는 작은 촉매 입자를 포함한다. 다수의 냉각 관이 3상 슬러리 시스템에 존재한다. 액체 연속 매트릭스의 움직임은 높은 상업 생산성을 달성하는 충분한 열 전달을 가능하게 한다. 촉매 입자는 액체 연속 상에서 움직여서 촉매 입자로부터 발생하는 열을 냉각 표면으로 효과적으로 전달하게 하며, 반응기에서 넓은 액체 인벤토리는 열 폭주를 야기할 수 있는 급격한 온도 상승 방지를 돕는 높은 열적 관성모멘트 (thermal inertia) 를 제공한다. 3상 슬러리 버블 칼럼 반응기에 관한 자세한 설명은 W.-D Deckwer, 버블 칼럼 반응기 (John Wiley & Sons, 치체스터, 1991) 에 기재되어 있다.

상업적 고정층 및 3상 슬러리 반응기는 일반적으로 반응열을 제거하기 위해 끓는 물을 사용한다. 고정층 구성에서, 개별 반응기 관은 일반적으로 쉘벽의 플랜지를 통하여 공급되는 물/증기를 담은 쉘 안에 위치한다. 반응열은 각 관 안에서 촉매

베드의 온도를 상승시킨다. 이런 열 에너지는 물이 끓도록 하는 관의 벽에 전달된다. 슬러리 구성에서, 냉각 관은 슬러리 부피안에 위치하며 열은 액체 연속 매트릭스에서 관의 벽으로 전달된다. 관 안에서 증기의 생산은 필요한 냉각을 제공한다. 그 후의 증기는 가열 목적 혹은 증기 터빈을 구동하는 용도로 사용된다.

냉각 시스템 안으로 누설된 합성 가스(증기 배출물의 분석을 통하여 식별 가능)는 분리될 수 없고, 위험을 나타내며, 슬러리 반응기의 작동 중단 및 수리를 필요하게 한다. 반응의 발열 성질 및 전형적인 슬러리 반응기의 부피에 비추어보면 작동 중단 공정은 생산 용량의 감소라는 면에서 비싸며 시간을 소요한다. 다수의 상호 연결된 관을 가진 단일 헤더를 사용하는 알려진 반응기에서 누설 관의 수리 및 식별은 어렵다. 이런 어려움에 비추어서, 수리를 시도하기보다는 누설 관을 차단하는 것으로 알려져 있다. 그러나 상대적으로 다수의 누설 관을 차단하는 것은 반응기 중 냉각되지 않거나 냉각된 일부에 열 점을 형성할 수 있어, 냉각 용량을 저하하는 단점이 있다. 추가로, 반응기의 냉각 용량의 감소는 반응기가 본질적인 안정성을 상실하는 결과를 가져온다.

알려진 슬러리 반응기의 다른 단점은 시공 동안에 반응기 안의 제자리에 냉각 관이 고정되어 있다는 것이다. 일반적으로 냉각 관은 헤더에 용접되며, 이 헤더를 통하여 냉각제가 공급된다. 이런 배열은 반응기가 사용을 위해 구성될 때 개별 냉각 관의 검사 및 수리 도중 사람에게 위험하다. 또한, 주어진 큰 크기 때문에, 상업적 반응기는 일반적으로 수평으로 이동되어야만 한다. 이는 반응기 안에서 관이 손상 혹은 이동되지 않는 것을 보장하기 어렵게 한다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 목적은 종래의 반응기에서 사용하는 냉각 시스템에 관하여 상술한 몇몇 단점을 처리하며, 시공, 이송 및 작동하기 쉽고 효율적인 발열 반응 반응기에 사용되는 냉각 모듈을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 누설의 수리와 식별이 간단한 냉각 모듈을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 종래의 반응기에 관한 상술한 단점을 처리한 냉각시스템을 구비한 발열 반응을 수행하기 위한 반응기를 제공하는 것이다.

따라서, 본 발명은 발열 반응을 수행하기 위한 반응기에서 사용하기 위해 제 1 및 제 2 단부를 가지는 분리 가능한 냉각 모듈로서, 상기 냉각 모듈은

냉각제 공급 관;

분배 챔버;

다수의 순환 관; 및

수집 챔버를 가지며;

상기 냉각제 공급 관은 상기 냉각 모듈에 냉각제를 충전하기 위해 제 1 단부에 입구를 가지고, 제 2 단부에서 상기 분배 챔버와 연통하며;

상기 순환 관 각각은 제 1 단부를 통하여 상기 분배 챔버와 연통하며 제 2 단부를 통하여 상기 수집 챔버와 연통하며;

상기 수집 챔버는 냉각제 배출을 위한 출구를 가지며;

상기 입구와 상기 출구 모두는 상기 냉각 모듈의 동일한 단부를 향하여 위치하며, 상기 입구는 충전 파이프에 분리 가능하게 연결되도록 되어 있으며 상기 출구는 배출 파이프에 분리 가능하게 연결되도록 되어 있는 냉각 모듈을 제공한다.

사용된 분리 가능한 연결 수단은 종래에 알려진 수단(예를 들면 페리의 화학 공학자 핸드북, 6판, 6장 6-41/6-57을 참고)을 포함한다. 적절한 수단은 플랜지 나사산 조인트(단일 혹은 이중 나사산 연결 조인트를 사용함), 클램프 조인트, 시일링 조인트, 가압 시일 조인트, 압축 맞춤 조인트 등이다. 클램프 조인트가 바람직하며, C형 클램프 조인트가 특히 바람직하다.

바람직하게는 분배 챔버는 원뿔형부 혹은 구형부를 구비하며, 바람직하게는 틈을 형성하는 원뿔형부를 구비하며, 상기 틈을 통하여 상기 분배 챔버가 각 순환 관과 연통한다.

바람직하게는 수집 챔버는 원뿔형부 혹은 구형부를 구비하며, 바람직하게는 틈을 형성하는 원뿔형부를 구비하며, 상기 틈을 통하여 상기 수집 챔버가 각 순환 관과 연통한다.

바람직하게는 분배 챔버와 수집 챔버는 어떤 편평한 부품도 가지고있지 않다. 예를 들면 시동, 쿨 다운 및 다른 긴급 정지를 포함하는 화학 반응기에서 냉각모듈로 사용될 때, 모듈의 내부와 외부 간의 압력 차의 관점에서 어떤 편평한 부품은 모듈의 다른 부품보다 더 강하고/강하거나 두꺼운 재료로 만들어질 필요가 있으며, 이는 단지 구형 및/혹은 원뿔형 챔버가 사용되는 상황보다 더 복잡하고/더 비싼 가공이 되게 만든다.

바람직한 실시예에서 냉각제 공급 관은 분배 관에 대하여 실질적으로 중심에 위치하며, 선택적으로 수집 챔버를 통과하여 나와있을 수 있다. 특별한 경우에 냉각제 공급 관은 수집 챔버에 위치할 수 있으며, 이 경우 충전 파이프는 적어도 배출 파이프 내부 적어도 일부에 위치할 수 있다. 이런 상황에서 반응기 벽을 통과하는 더 적은 통로가 필요하다.

냉각 모듈은 충분한 냉각을 제공하기 위해서 필요한 순환 관 몇 개를 구비할 수 있으며, 충분한 냉각을 제공하기에 필요한 순환 관은 바람직하게는 약 20 ~ 약 4,000개이며, 더욱 바람직하게는 약 100 ~ 약 400 개이다. 냉각 모듈은 효율적인 냉각 모듈의 패키징을 위해 제공되는 어떤 단면도 (예를 들면 정사각형, 직사각형, 혹은 6각형 단면) 를 가질 수 있다. 정사각형이 바람직하다. 원형 단면은 2 이상의 모듈이 완벽하게 원기둥형 반응기를 채울 수 없어서 바람직하지 않다.

일반적으로, 냉각 모듈은 긴 모양을 가진다. 냉각제 공급 관의 입구는 보통 냉각 모듈의 제 1 단부에 위치한다. 분배 챔버는 보통 냉각 모듈의 제 2 단부에 위치한다. 따라서, 냉각제 공급 관은 일반적으로 냉각 관의 제 1 단부로부터 냉각 관의 제 2 단부까지 형성되어 있다. 수집 챔버는 일반적으로 냉각 모듈의 제 1 단부에 위치한다. 순환 관 및 냉각제 공급 관은 일반적으로 냉각 모듈의 제 1 단부와 제 2 단부의 사이의 연결을 형성하며, 이 처럼 냉각 모듈의 긴 부분을 형성한다. 일반적으로 냉각 모듈은 보통 수직 위치에 있으며, 제 1 단부는 냉각 모듈의 높은 부분에, 제 2 단부는 모듈의 낮은 부분에 형성되어 있다. 상술한 것처럼 만들어진 냉각 모듈은 반응기 셀에 둘러쌓여 있지 않아도 좋다.

다른 양태에 따르면, 본 발명은 발열 반응을 수행하는 반응기로서, 상기 반응기는

반응기 셀;

반응기 셀 안으로 반응물을 도입하는 수단;

반응기 셀로부터 제품을 빼내는 수단; 및

냉각 수단을 구비하며,

상기 냉각 수단은 발열 반응을 수행하기 위한 반응기 (20) 에서 사용하기 위해 제 1 및 제 2 단부를 가지는 분리 가능한 냉각 모듈 (1) 을 하나 이상 구비하며, 상기 냉각 모듈은 냉각제 공급 관 (2); 분배 챔버 (4); 다수의 순환 관 (5); 및 수집 챔버 (6) 를 구비하며; 상기 냉각제 공급 관 (2) 은 상기 냉각 모듈 (1) 에 냉각제를 충전하기 위해 제 1 단부에 입구 (3) 를 가지고, 제 2 단부에서 상기 분배 챔버 (4) 와 연통하며; 상기 순환 관 (5) 각각은 제 1 단부를 통하여 상기 분배 챔버 (4) 와 연통하며 제 2 단부를 통하여 상기 수집 챔버 (6) 와 연통하며; 상기 수집 챔버 (6) 는 냉각제 배출을 위한 출구 (7) 를 가지며; 상기 입구 (3) 및 상기 출구 (7) 모두는 냉각 모듈 (1) 의 동일한 단부를 향하여 위치하는 반응기를 제공한다.

바람직하게는 입구는 충전 파이프에 분리 가능하게 연결되도록 되어 있으며 상기 출구는 배출 파이프에 분리 가능하게 연결되도록 되어 있거나 입구 및/혹은 출구의 상부는 충전 및/혹은 배출 파이프를 형성할 수 있다. 입구 및 출구는 고정 조인트, 예를 들면 용접 조인트에 의해서 연결될 수 있다. 상기 상황에서 연결부 또는 조인트는 예를 들면, 옥시-아세틸렌 커터에 의해서 열릴 수 있다. 바람직하게 분리 가능하게 연결될 수 있는 조인트는 앞에 기술되어 있다.

바람직하게 반응기 셀은 냉각 수단에 접속하기 위해 맨홀 같은 접속 수단을 구비하고 있다. 더 바람직하게는 맨홀은 반응기 상부에 있으며, 반응기 상부의 중심에 혹은 중심으로 가깝다. 따라서 하나 이상의 냉각 모듈을 반응기 밖으로 들어내는 것이 가능하다.

바람직하게는 반응기는 냉각 수단을 지지하기 위한 지지 수단을 구비한다.

일반적으로 비록 소량이 더 높은 레벨에서 도입될 수 있지만, 반응물, 특히 가스 반응물을 반응기 셀 안으로 도입하기 위한 수단은 반응기의 바닥 단부에 위치한다. 적절하게 (가스) 반응물을 도입하기 위한 수단은 가스 특히 합성 가스를 도입하기 위해 하나 이상의 증기 분사기를 구비한다.

일반적으로 반응기 셀로부터 제품을 제거하기 위한 수단은 필터를 구비할 수 있다.

또한, 바람직하게는 반응기는 반응기 셀 안에서 제품 및 반응물의 순환을 변경하려고 도입된 하나 이상의 배플 혹은 스크린을 구비할 수 있다.

각 냉각 모듈에 대해서, 일반적으로 입구는 충전 파이프에 분리 가능하게 연결되어 있으며, 일반적으로 각 출구는 배출 파이프에 분리 가능하게 연결되어 있다.

바람직하게는 입구와 충전 파이프 사이의 연결은 'C-클램프' 혹은 다른 적절한 고정 수단으로 고정된 충전 파이프 플랜지 및 입구 플랜지에 의해서 이루어진다. 유사하게 출구와 배출 파이프 사이의 연결은 'C-클램프' 혹은 다른 적절한 고정 수단으로 고정된 배출 파이프 플랜지 및 출구 플랜지에 의해서 이루어진다.

냉각 시스템의 모듈 특징은 개별 냉각 모듈이 예를 들면, 검사, 교체, 유지 혹은 보수의 목적으로 반응기 셀로부터 제거될 수 있다는 장점을 가진다는 것이다. 또한, 반응기 셀 및 냉각 모듈은 따로 제작 및 이송될 수 있다. 본 발명의 반응기 및 냉각 모듈의 다른 장점은 이하의 설명으로부터 명백해진다.

충전 파이프 및 배출 파이프는 반응기 벽을 통과하여 운반된다. 이는 반응기 벽 어느 부분에서 실행될 수 있으나, 반응기의 상부에서 (예를 들면, 반응기 돔을 통과하여) 실행되는 것이 바람직하며, 반응기의 원통형 부분을 통과하여 실행되는 것이 바람직하다. 이 방식에서, 반응기 벽에서의 변형으로 인한 문제가 더 적게 발생한다. 충전 파이프의 모든 통로 및 배출 파이프의 모든 통로가 반응기의 일정 높이에 위치하는 것이 바람직하며 (도 2 참고), 이는 예를 들면, 더 두꺼운 반응기 벽에 의해서 혹은 반응기에 고정된 (용접된) 추가 원통형 링에 의해서 그 위치에서 반응기 벽을 강화할 수 있다. 적절한 이런 링의 높이는 3미터까지이며, 바람직하게는 1미터까지이다. 입구/출구 통로는 바람직하게는 반응기의 원통형 부의 상부와 원통형 부의 중간의 사이에, 더욱 바람직하게는 원통형부에서 돔부로 변이되는 지역의 적어도 1m 아래에서 원통형부의 상부 1/3에 위치하는 것이다. 충전 파이프 및 배출 파이프는 바람직하게는 냉각 모듈과 분리 가능하게 연결되는 것이며, 바람직하게는 냉각 모듈 위에 있는 것이다. 또한, 이들은 반응기 벽에 적절하게 가까운 분리 가능한 제 2 연결부를 구비하는 것이 바람직하다. 이는 냉각 모듈 위에서 모든 관을 정확하고 쉽게 제거할 수 있게 만들며 따라서, 유지 및 점검을 위한 냉각 모듈 위의 공간이 생겨, 하나 이상의 냉각 모듈을 제거할 수 있게 한다. 바람직한 실시예에서 (도 2 참고) 배출 및 충전 관은 반응기의 원통형부를 통과하여 운반될 때, 반응기 벽에 수직인 방향을 가진다. 어떤 개구가 냉각 모듈 및/혹은 반응기 벽 사이에 있는 경우, 이 개구 공간은 예를 들면 통풍 관, 촉매 재생 관, 필터 등을 위해 사용될 수 있다. 상승 가스 흐름에 대해 저저항성의 채널을 방지하기 위해서, 막힌 관은 개구에 혹은 하나 이상의 수평판에 위치할 수 있거나 저항을 늘리기 위해 개구에 막이 설치될 수 있다.

본 발명의 다른 양태에 따르면, 본 발명은

발열 반응을 수행하는 방법에 있어서,

반응기를 반응물로 충전하는 단계;

상기 반응기의 내용물을 냉각하는 단계; 및

상기 반응기로부터 제품을 빼내는 단계를 포함하며, 상술한 냉각 모듈을 하나 이상 구비하는 냉각 수단을 사용하여 냉각을 수행하는 발열 반응을 수행하는 방법을 제공한다.

본 발명의 다른 양태에 따르면, 본 발명에 의해 제공되는 방식의 반응기를 사용한 탄화수소의 합성가스용 공정이 제공된다.

특정 실시예에 제한됨 없이, 본 발명은 이하 도면을 참고하여 더 자세히 설명한다.

실시예

이제부터 도 1을 설명하면, 본 발명에 따른 냉각 모듈 (1) 의 제 1 실시예는 냉각제를 모듈에 도입하기 위한 냉각제 공급관 (2) 을 포함하며, 상기 공급 관은, 제 1 단부에서 입구 (3) 를 가지며, 제 2 단부에 위치한 분배 챔버 (4) 와 유체 연통한다. 분배 챔버 (4) 는 하나 이상의 순환 관 (5) 과 상기 순환 관 (5) 의 제 1 단부를 통하여, 수집 챔버 (6) 와 연통하는 각 순환 관 (5) 의 제 2 단부를 통하여 유체 연통한다. 수집 챔버 (6) 는 냉각제를 배출하기 위한 출구 (7) 를 가지고 있다. 냉각 모듈 (1) 안에서 냉각제 흐름 방향은 화살표로 지시된다. 냉각 모듈 (1) 은 그 입구 (3) 와 출구 (7) 가 냉각 모듈의 동일 단부를 향해서 서로 인접하게 위치하는 형상을 가진다.

작동 중 입구 (3) 는 충전 파이프 (8) 에 분리 가능하게 연결되며, 출구 (7) 는 배출 파이프 (9) 에 분리 가능하게 연결된다. 바람직하게, 입구 (3) 와 충전 파이프 (8) 의 분리 가능한 연결은 입구 플랜지 (3a) 와 충전 파이프 플랜지 (8a) 에 의해 제공될 수 있으며, 상기 플랜지는 'C' 형 클램프 (도시되지 않음) 혹은 적절한 수단으로 분리 가능하게 밀봉될 수 있다. 유사하게, 출구 (7) 와 배출 파이프 (9) 의 분리 가능한 연결은 출구 플랜지 (7a) 와 충전 파이프 플랜지 (9a) 에 의해 제공될 수 있으며, 상기 플랜지는 'C' 형 클램프 (도시되지 않음) 등으로 분리 가능하게 밀봉될 수 있다.

대체로 분리 가능한 연결은 본 경우 구성 요소를 함께 용접함으로써 획득 가능하며, 이는 적절한 절삭 수단에 의해서 분리될 수 있다. 바람직하게는 분리 가능한 연결은 상기 언급한 것처럼 플랜지, 나사산 조인트, 클램프 조인트 등을 포함하며, 옥시-아세틸렌 절삭기 같은 적절한 절삭 수단에 의해서 개방될 필요가 있는 연결이 아니다.

냉각제는 입구 (3) 와 충전 파이프 (6) 을 통해서 냉각 모듈 (1) 로 도입되며, 냉각제 공급 관 (2) 을 통하여 분배 챔버 (4) 로 흐른다. 그 후 냉각제는 순환 관 (5) 을 통하여 냉각제가 수집되는 수집 챔버 (6) 로 분배되며, 출구 (7) 와 배출 파이프 (9) 를 통하여 배출된다. 냉각제는 모듈을 통과하며, 특히 냉각제가 순환 관 (5) 및 일부는 냉각제 공급 관 (2) 을 통하여 흘러서, 냉각 모듈 (1) 을 둘러싼 슬러리로부터의 열이 냉각제로 전달된다.

바람직하게는 냉각 모듈 (1) 은 입구 (3) 및 출구 (7) 가 서로에 비교적 밀접하게 위치되어 접근이 용이하도록 구성되어 있다.

적절한 냉각제는 해당 분야에 통상의 기술을 가진 자라면 잘 알 수 있으며, 예를 들면, 오일 기반 냉각제 혹은 물/증기를 포함한다.

효과적인 냉각을 제공하는 수집 챔버 (6), 냉각제 공급 관 (2), 분배 챔버 (4) 및 순환 관 (5) 의 어떤 형상도 사용될 수 있다. 바람직하게는 냉각제 공급 관 (2) 은 도 1 에서 보이듯이 순환 관 (5) 에 관하여 실질적으로 중심에 위치한다. 이런 형상은 냉각 모듈 (1) 의 기계적 안정성을 강화하고 냉각제의 수집 및 분배를 용이하게 한다. 도 1 에서 보이는 실시예에서 냉각제 공급 관 (2) 은 수집 챔버 (6) 를 통과하여 나와있다. 분배 챔버 (4) 및 수집 챔버 (6) 는 모듈 (1) 안에서 냉각제의 효율적인 분배 및 수집을 용이하게 하는 어떤 형상일 수 있다. 예를 들면, 분배 챔버 (4) 및 수집 챔버 (6) 는 사실상 구 혹은 곡면 (반구) 일 수 있다. 특히 분배 챔버 (4) 에 관해서는, 냉각 모듈을 둘러싼 슬러리에 촉매 입자가 쌓일 수 있는, 평면은 피하는 것이 바람직하다. 순환관 (5) 이 냉각제 공급 관 (2) 의 하단부에 직접 연결되는 것으로 파악될 수 있으며, 이 경우 냉각제 공급 관 (2) 의 하단부 (즉 입구 (3) 로부터 가장 먼 단부를 말함) 는 분배 챔버를 나타낸다. 분배 챔버 (4) 및 수집 챔버 (6) 각각은 원뿔형부를 구비하는 것이 바람직하며, 이 원뿔형부를 통하여 상기 챔버 (4, 6) 각각이 순환 관 (5) 의 각 단부와 연통한다. 바람직하게는 분배 챔버 (4) 및 수집 챔버 (6) 각각은 그 곡면이 수직면에 대하여 0 ~ 45° 사이의 각을 가지는 원뿔형부를 포함하는 것이 바람직하다. 명확하게, 상기 각이 0°인 경우 순환 관 (5) 이 냉각제 공급 관 (2) 의 하단부 (즉 입구 (3) 로부터 가장 먼 단부를 말함) 에 직접 연결되어 있다.

냉각 모듈은 특징상 다수의 긴 순환 관 (5) 을 포함하며, 이 순환 관 (5) 은 냉각 모듈 (1) 안에서 냉각제의 순환을 용이하게 한다. 순환 관 (5) 은 서로로부터 같은 거리 떨어져고 실질적으로 평행한 것이 바람직하다.

냉각 모듈 (1) 에서 순환 관 (5) 의 개수와 크기는 가공 상의 물리적 제약 및 특정 환경의 냉각 요구에 의해서만 제한된다. 일반적으로 냉각 모듈은 약 10 ~ 약 4,000 개의 순환 관, 바람직하게는 약 100 ~ 약 400 개의 순환 관을 구비한다. 반응기의 용량 및 부피에 따라서, 각 냉각 관의 길이는 약 4 ~ 약 40m일 수 있다. 바람직하게 냉각 관 (5) 의 길이는 약 10 ~ 약 25m이다. 순환 관은 보통 기다랗고 평행하고 끝은 관 다발을 구비한다. 바람직하게는 공급 관은 기다랗고 곧으며 바람직하게는 순환 관과 평행한 관이다. 반응기의 작동 조건에서 물리적 무결성 및 강도를 유지하는 동시에, 효율적인 열전달을

축진시키고 냉각 모듈 (1) 의 총 중량을 최소화하기 위해서 가능한 한 얇은 것이 바람직하다. 반응기 안에서 반응 부피를 최대화하기 위해서, 각 순환 관의 직경은 가능한 한 작아야 하며, 예를 들면 약 1 ~ 약 10cm, 바람직하게는 약 2 ~ 약 5cm 이어야 한다.

반응기 안에서 냉각 모듈 및 그 배열의 모양, 크기 및 구성은 반응기의 냉각 요구, 작동 조건 및 용량 같은 요인에 주로 영향을 받게 된다. 냉각 모듈은 반응기 내에서 냉각 모듈의 효과적인 패키징을 제공하는 어떤 단면, 예를 들면, 정사각형상, 삼각형상, 직사각형상, 사다리꼴형상 (특히 정삼각형상을 포함한다) 혹은 6각형형상을 가진다. 정사각형상 단면을 가지는 냉각 모듈 구성은 반응기 안에서 모듈의 패키징의 관점에서 및 반응기 부피 전체에 걸쳐서 균일한 냉각을 제공하는데 유리하다. 냉각 모듈의 단면은 동일하거나 다를 수 있다. 바람직하게는 동일하다. 그러나, 상향류 가스 흐름에 대해 낮은 저항성을 가진 공간을 방지하고, 냉각을 개선하기 위해 반응기에서 모든 공간을 완벽하게 채우기 위해 반응기 벽에 나란하게 냉각 모듈의 다른 형상 (및 아마도 다른 개수의 냉각 관)을 사용하는 것도 바람직할 수 있다. 냉각 모듈의 특정 형상은 다른 모양으로 굽혀진 냉각 관을 사용하고 구성하며 이런 냉각 관을 수집 및 분배 챔버에 고정함으로써 얻어진다. 이런 방식으로 냉각 관은 냉각 모듈의 중심 축에 대하여 다른 거리를 가지게 된다. 냉각 모듈의 단면적은 일반적으로 0.20 ~ 2.00m² 일 수 있으며, 필요 냉각 용량 및 사용된 냉각 관의 형상 및 수에 따른다. 원형 혹은 타원형 모양이 덜 요구되며, 이는 다수의 이러한 냉각 모듈은 원통형 반응기의 전체 면적을 채우지 못하기 때문이다. 이는 상승 가스 흐름의 바이패스를 야기할 수 있다.

도 2 는 본 발명의 다른 양태의 한 특정 실시예, 즉 발열 반응을 수행하는 반응기 (20) 를 도시하고 있다. 반응기 (20) 는 반응기 셸 (21), 반응물 입구 수단 (도시되지 않음), 생성물 출구 수단 (도시되지 않음), 및 다수의 상술한 냉각 모듈 (1) 을 구비한 냉각 시스템을 구비하고 있다. 각 냉각 모듈 (1) 은 적절한 수단을 사용하여 제자리에 분리가능하게 고정되어 있다. 예를 들면, 지지대 (23) 는 반응기 (20) 의 바닥에 통합될 수 있다. 반응기 (20) 에서 냉각 수단이 정확한 위치에 있음을 보장하기 위하여 추가 수단 (도시되지 않음) 이 각 냉각 모듈 (1) 의 상부를 향해서 혹은 상부에 제공될 수 있다.

접근 수단, 예를 들면 맨홀 (22) 이 반응기 (20) 의 내부에, 명확하게는 냉각 모듈 (1) 에 접근 가능하게 한다. 접근 수단의 모양 및 크기는 내부 요소의 치수에 의해서 주로 결정된다. 바람직하게는 직경이 약 0.5 ~ 약 3.0m인 맨홀이 반응기 셸 (21) 에 통합되어 있으며, 이는 사용된 냉각 모듈 (1) 의 치수와 양립할 수 있게 제공된다.

알려진 반응기에서 냉각 관은 일반적으로 가공 도중에 적절한 장소에 용접된다. 상용 스케일의 슬러리 반응기를 가정하면, 통상적으로 수직 위치에서 반응기를 운송할 수 없다. 이런 반응기를 수평 운송하는 것은 셸 내부의 냉각 관에 상당한 변형 (strain) 을 주며, 이는 운송도중에 관의 손상을 야기할 수 있다. 그래서, 본 발명의 냉각 시스템의 모듈 구성은 냉각 모듈 (1) 및 반응기 셸 (21) 이 개별적으로 원하는 장소에 설치될 수 있게 제작 및 이송될 수 있는 상당한 이점을 가진다. 또한, 냉각 모듈 (1) 은 반응기의 바닥에서 내부에 어떤 인력도 필요없이 반응기 셸 (21) 내의 위치로 내려갈 수 있다. 이는 냉각 관이 제자리에 용접되어야 하는 경우 (예를 들면, 반응기 셸의 바닥에 위치하는 헤더 혹은 관 시트에 용접) 에서와 같이 반응기 내에서 작업해야 하는 인력과 결부된 위험을 제거한다.

건설 동안에 일반적으로 반응기가 수평위치에 놓일 때, 냉각 모듈을 지지하기 위해 적절한 수단이 사용된다. 예를 들면, 하나 이상의 다이어프램 혹은 지지 그리드가 냉각 모듈 사이에 혹은 실제로는 각 모듈 (1) 의 순환 관 (5) 사이에 위치될 수 있다. 이런 지지 수단은 해당 구성요소 사이의 공간을 유지하기 위해서 및 특히 순환 관을 서로 지지하기 위해서 반응기의 작동 동안에 제자리에 선택적으로 남아있을 수 있다.

일반적으로 충전 파이프 (8) 및 배출 파이프 (9) 는 반응기 셸 (21) 을 통하여 지나가는 충전 및 배출 도관 (24, 25) 에 분리 가능하게 연결될 수 있으며, 반응기의 외부 구성 요소에 연결될 수 있다. 충전 및 배출 파이프 (8, 9) 는 상술한 것처럼 'C형 클램프' 혹은 다른 적절한 수단을 사용하여 충전 및 배출 도관 (24, 25) 에 연결될 수 있다.

도 4 는 반응기 셸 (21) 로부터 각 개별 냉각 모듈 (1) 의 분리를 용이하게 하는 충전 파이프 (8) 과 입구 (3), 배출 파이프 (9) 와 출구 (7), 충전 파이프 (8) 와 충전 도관 (24), 및 배출 파이프 (9) 와 배출 도관 (25) 사이의 분리 가능한 연결을 도시하고 있다. 도 2, 3 및 4 는 일단 앞 문장에서 말한 연결이 모두 분리되면, 충전 파이프 (8) 및 배출 파이프 (9) 는 냉각 모듈 (1) 이 그 지지대 (23) 로부터 수직으로 들어질 수 있게 움직여질 수 있음을 도시하고 있다. 반응기 (20) 위에 위치하는 외부의 리프팅 수단 (도시되지 않음) 이 맨홀 (22) 을 통하여 냉각 모듈 (1) 상의 리프팅 설비 (도시되지 않음) 에 부착될 수 있다.

특히 도 3 을 참고로 하면, 일단 분리되면, 중앙의 대부분의 냉각 모듈은 맨홀 (22) 를 통하여 반응기 (20) 의 밖으로 직접 들어올려 질 수 있다. 중앙의 대부분의 냉각 모듈에 의해서 비워진 공간은 반응기 셸 (21) 안에 남아있는 냉각 모듈 (1) 의 움직임 및 편성 (shuffling) 을 용이하게 한다. 반응기 셸 (21) 의 천장과 냉각 모듈 (1) 의 상부 사이의 공간에 고정된 호이스트 같은 내부 리프팅 수단 (도시되지 않음) 은 모듈의 편성을 용이하게 할 수 있다.

도 5는 지지대 (23)가 각 냉각 모듈 (1)의 무게를 지탱하도록 제공될 수 있는 반응기 셀 (21)의 바닥에서 배열을 도시하고 있다. 지지대 (23)는 또한 반응기 (20) 안에서 각 냉각 모듈 (1)의 위치를 유지하도록 돕는다. 냉각 모듈 (1)이 반응기 안에서 어떤 인력도 필요없이 상부로부터 제자리로 내려갈 수 있도록 지지대 (23)에 의해서 수용되는 모듈 (1)의 단부가 채택되는 것이 바람직하다. 이는 본 발명의 추가적인 안전 특징을 나타낸다.

상술했듯이, 냉각 시스템 안으로 누출되는 합성 가스는 배출되는 냉각제의 분석을 통하여 확인할 수 있다. 알려진 반응기에서 누출 냉각 관의 수리는 어려울 수 있으며, 어떤 경우에 전혀 가능하지 않으며, 이 경우 누출되는 관은 수리하기보다는 차단해야만 할 수도 있다. 냉각 관을 차단하는 것은 냉각 용량에서 원하지 않는 감소를 야기하며, 원하지 않는 열점 (hot spot)을 야기하거나 적절히 냉각되지 않은 반응물 혼합물 영역에서 반응되지 않을 수 있다. 피셔-트롭쉬 반응 (Fischer-Tropsch reaction)의 경우 냉각 모듈에서 증기압보다 더 고압에서 피셔-트롭쉬 반응을 수행하는 것이 바람직하다. 바람직하게 그 차이는 적어도 1바아, 더 바람직하게는 적어도 5바아, 더 바람직하게는 적어도 10바아이다. 그래서, 누설은 항상 냉각 모듈 안으로의 합성가스/탄화수소를 누설을 야기한다. 모든 냉각 모듈의 모든 개별 출구에 검출기를 위치시켜, 냉각 모듈이 누설될 때, 쉽게 감지하는 것이 가능하다. 이런 냉각 모듈은 차단될 수 있거나, 반응기는 멈춰질 수 있으며 망가진 냉각 모듈은 교환될 수 있다.

본 발명은 개별 냉각 유닛 (1)이 격리될 수 있으며, 점검, 교환 혹은 수리의 목적으로 반응기 (20)로부터 개별적으로 제거될 수 있는 모듈 시스템에 사용될 수 있는 냉각 장치를 제공하는 것이다. 이 모듈식 접근은 누설 냉각 모듈의 수리가 반응기 셀의 외부에서 수행될 수 있어서 수리하기 위해서 반응기 내로 사람이 들어가는 것과 결부된 위험을 제거하는 장점을 가지고 있다. 본 발명은 수월하고 빠른 냉각 모듈의 정비를 용이하게 하며, 이는 생산 손실 시간을 최소화시킬 수 있는 이점과 함께 종래의 반응기의 수리에서보다 사용 불가능 시간이 더 짧아지게 한다.

일반적으로 반응기는 피셔-트롭쉬식 반응 (Fischer-Tropsch type reaction)과 같은 3상 슬러리 반응을 수행하도록 사용될 수 있다. 반응물 입구 수단은 반응기 셀 (21)의 기부에 위치한 하나 이상의 증기 분사기 (sparger)를 구비할 수 있으며, 제품 출구 수단은 하나 이상의 필터를 구비할 수 있다. 당 분야에 통상의 지식을 가진 자는 알려진 3상 슬러리 반응기에 사용되는 적절한 증기 분사기와 필터 시스템에 익숙할 것이다.

촉매 입자의 평균 입자 크기는 특히 슬러리 영역 (slurry zone regime)의 종류에 따라 넓은 범위에서 변할 수 있다. 일반적으로 평균 입자 크기는 $1\mu\text{m} \sim 2\text{mm}$ 이며, 바람직하게는 $1\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ 이다.

평균 입자 크기가 $100\mu\text{m}$ 보다 크고 입자가 기계적 장치에 의해서 현탁물에서 유지되지 않는다면, 슬러리 영역은 일반적으로 에블레이팅 베드 영역 (ebullating bed regime)이라고 한다. 바람직하게 에블레이팅 베드 영역에서 평균 입자 크기는 $600\mu\text{m}$ 미만이며, 더 바람직하게는 $100 \sim 400\mu\text{m}$ 사이이다. 일반적으로 입자의 입자 크기가 더 클수록 슬러리 영역으로부터 프리보드 영역 (freeboard zone)으로 입자가 빠져나갈 기회가 작아지게 된다. 따라서, 만일 에블레이팅 베드 영역이 사용된다면, 주로 미세한 촉매 입자가 프리보드 영역으로 빠져나갈 것이다.

평균 입자 크기가 최대 $100\mu\text{m}$ 이고 입자가 기계적 장치에 의해서 현탁물에서 유지되지 않는다면, 슬러리 영역은 일반적으로 슬러리상 영역 (slurry phase regime)이라고 한다. 바람직하게는, 슬러리상 영역에서 평균 입자 크기는 $5\mu\text{m}$ 를 초과하며, 더 바람직하게는 $10 \sim 75\mu\text{m}$ 사이이다.

입자가 기계적 장치에 의해서 현탁물에서 유지되면, 슬러리 영역은 일반적으로 교반 탱크 영역 (stirred tank regime)이라고 한다. 대체로 상기 범위에서 어떤 평균 입자 크기도 적용이 가능하다. 바람직하게는, 평균 입자 크기는 $1 \sim 200\mu\text{m}$ 로 유지된다.

슬러리 안에 존재하는 촉매 입자의 농도는 $5 \sim 45$ 부피%이며, 바람직하게는 $10 \sim 35$ 부피%이다. 예를 들면 유럽 특허 출원 공보 제 0 450 859호에 나온 것 같이 슬러리에 다른 입자를 추가하는 것도 바람직하다. 슬러리에서 고형물의 전체 농도는 대체적으로 50 부피%를 초과하지 않으며, 바람직하게는 45 부피%를 넘지 않는다.

적절한 슬러리 액체는 당업자에게 잘 알려져 있다. 일반적으로 슬러리 액체의 적어도 일부는 발열 반응의 반응 제품이다. 바람직하게는, 슬러리 액체는 실질적으로 전부 반응 제품이다.

발열 반응은 3상 슬러리 반응기에서 수행될 수 있으며, 고체 촉매의 존재하에서 수행되는 반응이다. 일반적으로, 발열 반응의 하나 이상의 반응물은 가스이다. 발열 반응의 예는 수소첨가 반응, 히드로포밀레이션, 알카놀 합성, 일산화탄소를 이용한 방향성 우레탄의 조제, 쾨벨-엔겔하르트(koelbel-Engelhardt) 합성, 폴리올레핀 합성 및 피셔-트롭쉬 합성을 포함한다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 발열 반응은 피셔-트롭쉬 합성반응이다.

피셔-트롭쉬 합성은 당업자에게 잘 알려져 있으며, 수소와 일산화탄소의 가스 혼합물을 피셔-트롭쉬 촉매와 함께 반응 조건에 접촉시킴으로써 혼합물로부터 탄화 수소를 합성 하는 것을 포함한다.

피셔-트롭쉬 합성의 제품은 메탄으로부터 중 파라핀 왁스 (heavy paraffinic wax) 까지일 수 있다. 바람직하게는 메탄의 제조가 최소화 되며, 제조되는 탄화수소의 실질적 일부는 5개 이상의 탄소 원자의 탄소 사슬 길이를 가진다. 바람직하게는, C5+ 탄화수소의 양은 전체 제품의 적어도 60중량%이며, 더욱 바람직하게는 적어도 70중량%, 더 바람직하게는 적어도 80중량%이며 가장 바람직하게는 적어도 85중량%이다. 반응 조건에서 액상인 반응 제품은 하나 이상의 필터 같은 적절한 수단에 의해서 분리 및 제거될 수 있다. 내부 혹은 외부 필터 혹은 이들의 조합이 사용될 수 있다. 저 탄화수소 및 물 같은 기상 제품은 당업자에게 알려진 적절한 수단으로 제거될 수 있다.

피셔-트롭쉬 촉매는 당 분야에 잘 알려져 있으며, 일반적으로 VIII족 금속 요소를 포함하며, 바람직하게는 코발트, 철 및/혹은 루테튬을 포함하고, 더욱 바람직하게는 코발트를 포함한다. 일반적으로 촉매는 촉매 운반체를 포함한다. 촉매 운반체는 바람직하게는 다공성 무기 내화성 산화물 같은 다공성이며, 더 바람직하게는 알루미늄, 실리카, 티타니아, 지르코니아 혹은 이들의 혼합물이다.

운반체에 존재하는 촉매 활성 금속의 최적량은 특히 특정 촉매 활성 금속에 따른다. 일반적으로 촉매에 존재하는 코발트의 양은 운반체 물질의 100 중량부당 1 ~ 100 중량부이며, 바람직하게는 운반체 물질의 100 중량부당 10 ~ 50 중량부이다.

촉매 활성 금속은 하나 이상의 촉진제 혹은 공촉매와 함께 촉매에 존재할 수 있다. 촉진제는 관계된 특정 촉진제에 따라 금속 혹은 금속 산화물로 존재할 수 있다. 적절한 촉진제는 주기율표의 II A, III B, IV B, V B, VI B 및/혹은 VIII족으로부터의 금속 산화물, 탄족 및/혹은 악티늄족의 산화물을 포함한다. 바람직하게는, 촉매는 주기율표의 IV B, V B, 및/혹은 VIII족의 원소를 하나 이상 포함하며, 특히 티타늄, 지르코늄, 망간 및/혹은 바나듐을 포함한다. 다르게 혹은 금속 산화물 촉진제에 부가하여, 촉매는 주기율표의 VIII 및/혹은 VIII족으로부터 선택된 금속 촉진제를 포함할 수 있다. 바람직한 금속 촉진제는 레늄, 백금 및 팔라듐을 포함한다.

가장 적절한 촉매는 촉매 활성 금속으로서의 코발트 및 촉진제로서의 지르코늄을 포함한다. 다른 가장 적절한 촉매는 촉매 활성 금속으로서의 코발트 및 촉진제로서 망간 및/혹은 바나듐을 포함한다.

촉매에 촉진제가 존재한다면, 촉진제는 일반적으로 운반 물질의 100 중량부당 0.1 ~ 60 중량부의 양이 존재한다. 그러나, 촉진제의 최적의 양은 촉진제로 작용하는 각 원소에 따라서 변할 수 있다. 만일 촉매가 촉매 활성 금속으로서 코발트 및 촉진제로서 망간 및/혹은 바나듐을 포함한다면, 코발트 : (망간 + 바나듐) 원자비는 유리하게는 12:1 이상이다.

피셔-트롭쉬 합성은 바람직하게는 125~350°C의 온도에서 수행되며, 더욱 바람직하게는 175~275°C, 가장 바람직하게는 200~260°C에서 수행된다. 압력은 바람직하게는 5~150 바아(절대압), 더 바람직하게는 5 ~ 80 바아(절대압) 이다.

수소와 일산화탄소 (합성 가스) 는 일반적으로 몰비가 0.4~2.5사이로 3상 슬러리 반응기에 공급된다. 바람직하게는 일산화탄소에 대한 수소의 몰비는 1.0에서 2.5 사이이다.

기체 시간 공간 속도는 광범위하게 변할 수 있고, 일반적으로 1500 ~ 10000 NI/l/h 범위 내에서 변할 수 있으며, 바람직하게는 2500 에서 7500NI/l/h이다.

피셔-트롭쉬 합성은 바람직하게는 촉매 입자가 상향 표면 가스 및/혹은 액체 속도에 의해서 현탁물 내에 유지되는 슬러리 상 영역 혹은 에블레이팅 베드 영역에서 수행된다.

당해 분야에 통상의 지식을 가진자가 특정 반응기 형상 및 반응 영역에 대해 가장 적합한 조건을 선택할 수 있음을 이해해야 한다.

바람직하게는, 합성 가스의 표면 가스 속도는 0.5 ~ 50 cm/sec이며, 더욱 바람직하게는 5 ~ 35cm/sec 이다.

일반적으로 표면 액체 속도는 액체 제품을 포함하여 0.001 ~ 4.00cm/sec이다. 바람직한 범위는 바람직한 작동 모드에 따르는 것이 좋다.

바람직한 실시예에 따르면, 표면 액체 속도는 0.005 에서 1.0cm/sec 사이로 유지된다.

또한, 본 발명은 철 혹은 코발트 촉매가 있는, 바람직하게는 코발트 촉매가 있는 (상기 촉매는 바람직하게는 내화성 산화물 운반체를 포함) 수소와 일산화탄소의 반응에 의해서 승온 및 승압에서 탄화수소 복합물을 조제하는 것과 관련이 있으며, 이 공정에서 위의 명세서에서 상세한 설명에서 설명한 본 발명에 따른 하나 이상의 냉각 모듈을 가진 3상 슬러리 반응기가 사용된다.

본 발명은 상술한 공정에서 만들어지는 탄화수소와도 관련이 있다. 추가로 본 발명은 상술한 것처럼 일산화탄소의 촉매 수소화에서 얻어지는 탄화수소 복합물, 수소 공정화 (hydroprocessing), 특히 수소화 (hydrogenation), 히드로이소메리제이션 (hydroisomerisation) 및/혹은 히드로크래킹 (hydrocracking) 에 의해 얻어지는 탄화수소에 관한 것이다. 더 상세하게는 탄화수소 모드는 n-파라핀 (용매, 세정제 공급 원료, 드릴링 액체 등), 나프타, 등유 (kerosene), 가솔린, 밀납 라피네이트 (waxy raffinate) 및 기유 (base oil) 을 포함한다.

도면의 간단한 설명

도 1 은 본 발명에 따른 냉각 모듈의 수직 단면도이다.

도 2 는 반응기에서 다수의 냉각 모듈을 도시한 도면이다.

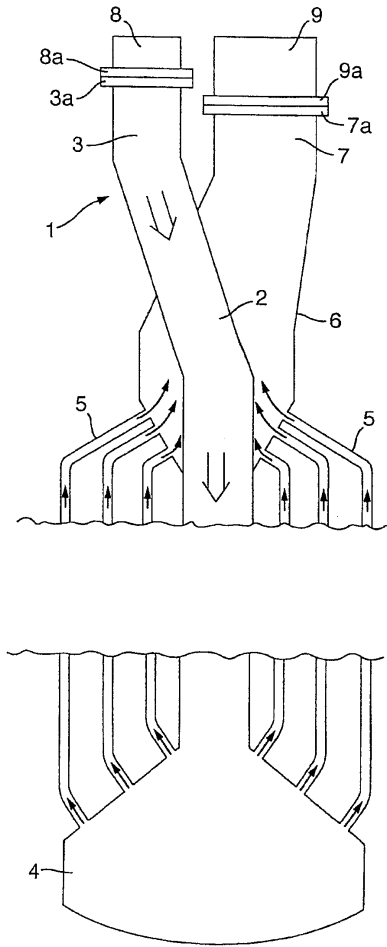
도 3 은 다수의 냉각 모듈을 수용하는 반응기의 평면도이다.

도 4 는 냉각 모듈의 상부에서 입구/출구 관 배열의 입면도이다.

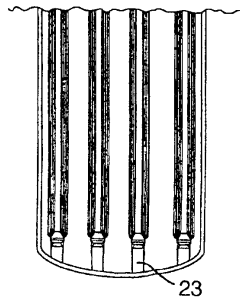
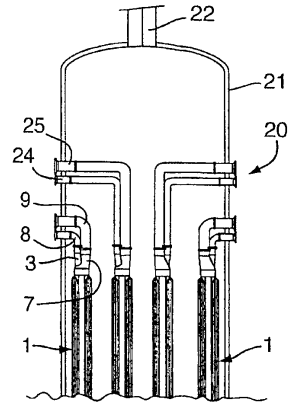
도 5 는 반응기 베이스에서 냉각 모듈의 지지부를 도시한 도면이다.

도면

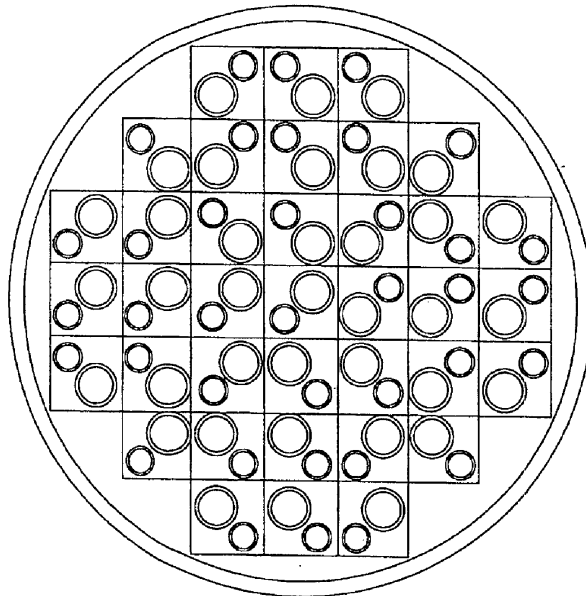
도면1



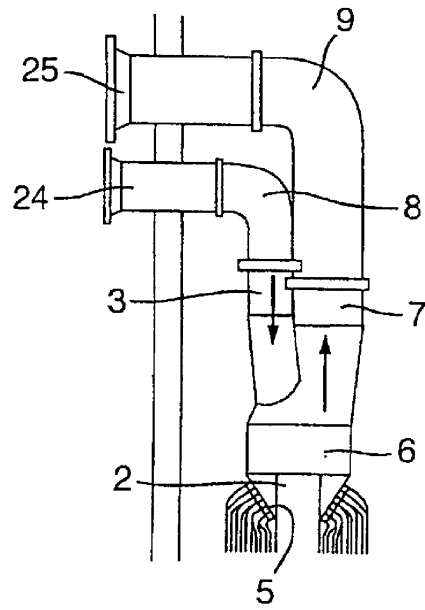
도면2



도면3



도면4



도면5

