

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3860973号
(P3860973)

(45) 発行日 平成18年12月20日(2006.12.20)

(24) 登録日 平成18年9月29日(2006.9.29)

(51) Int.C1.

F 1

C 1 O G 45/02	(2006.01)	C 1 O G 45/02
B O 1 D 53/14	(2006.01)	B O 1 D 53/14
B O 1 J 19/00	(2006.01)	B O 1 J 19/00 3 O 1 Z

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2001-30074 (P2001-30074)
(22) 出願日	平成13年2月6日 (2001.2.6)
(65) 公開番号	特開2002-226868 (P2002-226868A)
(43) 公開日	平成14年8月14日 (2002.8.14)
審査請求日	平成16年10月26日 (2004.10.26)

(73) 特許権者	000231707 新日本石油精製株式会社 東京都港区西新橋1丁目3番12号
(73) 特許権者	391019359 ソフタード工業株式会社 東京都小平市学園東町30番地75
(74) 代理人	100079083 弁理士 木下 實三
(74) 代理人	100094075 弁理士 中山 寛二
(74) 代理人	100106390 弁理士 石崎 剛
(72) 発明者	吉住 雄二 宮城県仙台市宮城野区港五丁目1番1号 東北石油株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】水素化処理プラントの冷却方法および冷却装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被処理液の加熱炉、硫黄を水素化して硫化水素を生成する反応塔、この反応塔で生成された硫化水素を吸収する硫化水素吸収塔、およびこの硫化水素吸収塔側からの流体を前記反応塔側に圧縮して送るコンプレッサを有する脱硫セクションを備える水素化処理プラントを停止するに際して、前記反応塔内を速やかに冷却する水素化処理プラントの冷却方法であって、

前記脱硫セクションでは、被処理液の供給停止後、水素化処理プラント系内の圧力を反応塔を構成する材料の焼き戻し脆化および系内での機械的な熱膨張の差によるガスの漏洩が生じない圧力に向けて徐々に減圧するとともに、前記コンプレッサを略最大回転させ、かつ、前記加熱炉のバーナを完全消火し、

前記反応塔に触媒床を設け、さらに、前記コンプレッサから反応塔側に流体を送る流路に、前記反応塔から硫化水素吸収塔に向かう流体と熱交換された高温流体が流れる高温流体流路と、熱交換されない低温流体が通る低温流体流路とを設け、この低温流体流路を前記触媒床に接続し、前記触媒床に前記低温流体を流すことで前記反応塔を冷却することを特徴とする水素化処理プラントの冷却方法。

【請求項2】

請求項1に記載の水素化処理プラントの冷却方法において、

前記脱硫セクションにガス放出弁を設け、このガス放出弁を開閉することにより、前記プラント系内の圧力を調節することを特徴とする水素化処理プラントの冷却方法。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の水素化処理プラントの冷却方法において、

前記加熱炉に開口面積調整可能な空気流通口を設けるとともに、空気の導入または排出を行うファンを設け、前記加熱炉のバーナ消火後、前記空気流通口の開口面積を最大にするとともに、

前記ファンを略最大回転数で運転することを特徴とする水素化処理プラントの冷却方法。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の水素化処理プラントの冷却方法において、

前記反応塔の下流側の流体の熱と、前記加熱炉の上流側に供給される流体の熱とを熱交換させる 1 以上の熱交換器を設けるとともに、

10

これらの熱交換器をバイパスするバイパス流路を開閉可能に設け、かつ前記熱交換器入り口に絞り弁を開閉可能に設け、

処理運転時に前記バイパス流路を閉止し、プラント停止操作時に前記バイパス流路を開放するとともに、前記絞り弁を調整することを特徴とする水素化処理プラントの冷却方法。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の水素化処理プラントの冷却方法において、

前記反応塔の下流側に、開口面積調整可能な空気流通口を有する空冷熱交換器を少なくとも 1 つ設け、この空冷熱交換器を全数起動させるとともに、前記空気流通口を全開させることを特徴とする水素化処理プラントの冷却方法。

20

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の水素化処理プラントの冷却方法において、

前記硫化水素吸収塔をバイパスするバイパス流路を設け、

処理運転時に前記バイパス流路を閉止し、プラント停止操作時に前記バイパス流路を開放することを特徴とする水素化処理プラントの冷却方法。

【請求項 7】

被処理液の加熱炉、硫黄を水素化して硫化水素を生成する反応塔、この反応塔で生成された硫化水素を吸収する硫化水素吸収塔、およびこの硫化水素吸収塔側からの流体を前記反応塔側に圧縮して送るコンプレッサを有する脱硫セクションを備える水素化処理プラントを停止するに際して、前記反応塔を速やかに冷却する水素化処理プラントの冷却装置であって、

30

前記脱硫セクションにガス放出弁を設け、さらに前記加熱炉に開口面積調整可能な空気流通口を設けるとともに、空気の導入または排出を行うファンを設け、

かつ、前記反応塔の下流側の流体の熱と、前記加熱炉の上流側に供給される流体の熱とを熱交換させる 1 以上の熱交換器を設けるとともに、これらの熱交換器をバイパスする開閉可能なバイパス流路および熱交換器入り口に絞り弁を設け、前記反応塔に触媒床を設け、さらに前記コンプレッサから反応塔側に流体を送る流路に、前記反応塔から硫化水素吸収塔に向かう流体と熱交換された高温流体が流れる高温流体流路と、熱交換されない低温流体が通る低温流体流路とを設け、この低温流体流路を前記触媒床および反応塔に接続し、かつ、前記反応塔の下流側に、開口面積調整可能な空気流通口を有する空冷熱交換器を少なくとも 1 つ設け、さらに、前記硫化水素吸収塔にバイパス流路を設けたことを特徴とする水素化処理プラントの冷却装置。

40

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、水素化処理プラントの冷却方法および冷却装置に関する。

【0002】**【背景技術】**

一般に、水素化処理プラントは、硫黄を水素化して硫化水素を生成する反応塔、およびこ

50

の反応塔で生成された硫化水素を吸収する硫化水素吸収塔を有する脱硫セクションと、前記硫化水素吸収塔で硫化水素を吸収させるための液体を循環させる硫化水素吸収セクションとを備えている。

【0003】

この水素化処理プラントでは、触媒交換等のため、運転を停止する際に、反応塔をおよそ400から40まで急速に冷却しなければならない。

従来から、水素化処理プラントを冷却するための冷却装置として空冷熱交換器が利用されている。この空冷熱交換器は、反応塔より下流側に配置されライン中を循環するリサイクルガスを除熱する構造である。

【0004】

10

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、この従来例では、水素化処理プラント中の反応塔を400から40まで冷却するのに、5～7日程度の日数を必要とし、しかも、冷却に要する時間は外気温度に左右されるという問題点がある。

この問題点を解決するため、空冷熱交換器に水を噴霧し、空冷熱交換器全体を冷却する方法（改良案1）、脱硫セクション中に配置された熱交換器にバイパスを設け、このバイパスを通った冷たいリサイクルガスを直接反応塔に導入する方法（改良案2）、反応塔の上部より液体窒素を注入し、リサイクルガスの温度を下げる方法（改良案3）、反応塔の上部より液体プロパンを注入し、リサイクルガスの温度を下げる方法（改良案4）、加熱炉の上部へ散水し、加熱炉全体を冷却する方法（改良案5）、硫化水素吸収セクションに特殊な冷却ユニットを設けることで、循環液体を冷却し、冷却された循環液体が硫化水素吸収塔を通る際に循環ガスを冷却し、この冷却された循環ガスにより反応塔全体を冷却する方法（改良案6）等が開発されている。

【0005】

20

改良案1では、水噴霧によって空冷熱交換器のモータ部、軸受け部等が損傷するため、モータ部等の損傷防止用カバーや水滴落下防止用桶の設置が不可欠となる。しかも、十分な冷却を行うには、多量の水が必要になるという問題もある。

改良案2では、バイパスの設置場所が高温高圧な脱硫セクションであるから、ラインを構成するパイプ等には高級材質が必要となり、かつ、厚肉の材料を使用しなければならないので、バイパス設置費用が高額なものとなるという問題がある。しかも、バイパスを設けるのみでは、得られる冷却加速効果は十分であるとはいえない。

30

【0006】

改良案3では、十分な冷却を行うために、単価の高い液体窒素が大量に必要となるので、ランニングコストが過大となるという問題がある。

改良案4では、冷却後、気化したプロパンガスを窒素ガスでフレアーに追い出す作業が必要となる。

【0007】

40

改良案5では、加熱炉内が水浸しとなるので、スタートアップ時に余分な時間が必要となる。さらに、加熱炉のバーナ内に水が浸入しないような対策が必要となる。しかも、加熱炉全体を水で冷却する方法であるので、冷却効率が低く、十分な冷却を行うには、多量の水が必要となる。

改良案6では、改良案1～5と比べて非常に効率的な冷却が可能となるが、特殊な冷却ユニットを必要とするため、その導入コストがかかるとともに、別途冷却ユニットの設置作業を行う必要がある等、いくつかの問題点を残している。

【0008】

本発明の目的は、特殊な冷却装置を必要としなくとも、効率的かつ速やかに水素化処理プラントの冷却が可能な水素化処理プラントの冷却方法および冷却装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

50

これまで、水素化処理時に高温下にさらされた反応塔が焼き戻し脆化を起こし、その結果強度が低下した反応塔を高圧下にさらすことによる破損等を防止するために、水素化処理プラント停止時の圧力は、ほぼ大気圧に近いような低圧である所定値以下に保持されていた。しかしながら、反応塔に使用される材料の進歩により、系内の圧力を多少高めに保持することが可能になってきている。

【0010】

それにもかかわらず、系内の圧力を従来よりも高く保持して、水素化処理プラントを速やかに冷却する試みは、現在までのところ十分に検討されているとはいえない。

そこで、本発明は、水素化処理プラント停止時において、系内の温度との関係で系内の圧力を可能な限り高く保持するとともに、系内の流体の流量を高く保つことで、前記目的を達成しようとするものである。

【0011】

具体的には、本発明に係る水素化処理プラントの冷却方法は、被処理液の加熱炉、硫黄を水素化して硫化水素を生成する反応塔、この反応塔で生成された硫化水素を吸収する硫化水素吸収塔、およびこの硫化水素吸収塔側からの流体を前記反応塔側に圧縮して送るコンプレッサを有する脱硫セクションを備える水素化処理プラントを停止するに際して、前記反応塔内を速やかに冷却する水素化処理プラントの冷却方法であって、前記脱硫セクションでは、被処理液の供給停止後、水素化処理プラント系内の圧力を反応塔を構成する材料の焼き戻し脆化および系内での機械的な熱膨張の差によるガスの漏洩が生じない圧力に向けて徐々に減圧するとともに、前記コンプレッサを略最大回転させ、かつ、前記加熱炉のバーナを完全消火し、前記反応塔に触媒床を設け、さらに、前記コンプレッサから反応塔側に流体を送る流路に、前記反応塔から硫化水素吸収塔に向かう流体と熱交換された高温流体が流れる高温流体流路と、熱交換されない低温流体が通る低温流体流路とを設け、この低温流体流路を前記触媒床に接続し、前記触媒床に前記低温流体を流すことで前記反応塔を冷却することを特徴とする。

【0012】

ここで、プラントを停止する際の系内の圧力は、冷却効率を高めるためには、高ければ高いほどよいが、あまりに高すぎると反応塔を構成する材料の焼き戻し脆化による反応塔の事故が生じる虞があるとともに、機械的な熱膨張の差によるガスの漏洩の虞がある。したがって、冷却効率、焼き戻し脆化およびガス漏洩の兼ね合いを考慮して、系内の温度に対応した最適な系内の圧力を設定することとなる。具体的な圧力としては、運転時の圧力の70%以上の圧力であることが好ましい。

【0013】

この発明によれば、系内の圧力を反応塔を構成する材料の焼き戻し脆化および系内での機械的な熱膨張の差によるガスの漏洩が生じない圧力に維持しつつ、コンプレッサを略最大回転させているから、系内のガス流量が一定量以上に保たれるとともに、流速が略最大に保たれることとなる。しかも、この状態でバーナを完全消火しているから、比較的温度の低い流体が系内を速やかに流れ、結果として反応塔内を迅速に冷却できる。

【0014】

以上において、前記脱硫セクションにガス放出弁を設け、このガス放出弁を開閉することにより、前記プラント系内の圧力を調節することが好ましい。

このようにガス放出弁を設けることにより、系内の圧力調節が容易に行えるようになる。

【0015】

また、前記加熱炉に開口面積調整可能な空気流通口を設けるとともに、空気の導入または排出を行うファンを設け、前記加熱炉のバーナ消火後、前記空気流通口の開口面積を最大にするとともに、前記ファンを略最大回転数で運転することことが好ましい。

ここで、空気流通口としては、加熱炉内に空気を導入する空気導入口、空気を排出する空気排出口のどちらを採用してもよい。また、空気の導排出を行うファンとしては、空気導入口の場合には、排気側に設ける排気ファンを採用すればよく、空気排出口の場合には、供気側に設ける押し込みファンを採用すればよい。

10

20

30

40

50

【0016】

この発明によれば、加熱炉に開口面積調整可能な空気流通口を設けるとともに、空気の導入または排出を行うファンを設け、空気流通口の開口面積を最大にし、かつ、ファンを略最大回転で運転している。

したがって、最も高温である加熱炉を迅速かつ効率的に冷却することが可能となり、結果として、プラント系内を速やかに冷却することができる。

【0017】

さらに、前記反応塔の下流側の流体の熱と、前記加熱炉の上流側に供給される流体の熱とを熱交換させる1以上の熱交換器を設けるとともに、これらの熱交換器をバイパスするバイパス流路を開閉可能に設け、かつ前記熱交換器入り口に絞り弁を開閉可能に設け、処理運転時に前記バイパス流路を閉止し、プラント停止操作時に前記バイパス流路を開放するとともに、前記絞り弁を調整することが好ましい。10

【0018】

すなわち、通常運転時は、可能な限り熱効率を高めるために、積極的に流体の熱交換を行うこととなるが、プラント停止時には、熱交換して冷えた流体を再び高温にする必要がなくなるだけでなく、熱交換をすることで、系内の冷却効率が低下することとなる。

そこで、この発明のように熱交換器をバイパスするバイパス流路および熱交換器入り口に絞り弁を設けることで、冷却された流体が熱交換で再び高温になることを防止するとともに、この冷却された流体を系内に循環させることで、プラント系内の冷却効率の向上を図ることができる。20

【0020】

なお、低温流体流路は、必ずしも全ての触媒床に接続されている必要はなく、運転時のプラントの温度、冷却時の系内の圧力等を考慮して適宜低温流体を流す触媒床を選択すればよい。

また、複数の反応塔を有するプラントの場合には、各反応塔を連結する配管にも低温流体流路を連結することが好ましい。反応塔間の配管に連結し、この部分から低温流体を流すことによって、さらに冷却効率を向上することができる。

【0021】

この発明によれば、熱交換器で熱交換されない低温流体を、反応塔の各触媒床に直接導入しているから、塔頂からのみ低温流体を導入する場合よりも、効率的な反応塔の冷却が可能となる。すなわち、塔頂のみから低温流体を導入する場合には、塔底に流れるにつれ流体の温度が上昇し、塔底近傍の触媒床の冷却効率は著しく低下することとなるが、各触媒床に直接低温流体を導入することで、均一に冷却することができ、全体として冷却効率が高まる。30

【0022】

また、前記反応塔の下流側に、開口面積調整可能な空気流通口を有する空冷熱交換器を少なくとも1つ設け、この空冷熱交換器を全数起動させるとともに、前記空気流通口を全開させることが好ましい。

ここで、空気流通口としては、空気導入口、空気排出口のどちらを採用することもできる。40

この発明によれば、さらに、反応塔の下流側に少なくとも1つの空冷熱交換器を設け、この冷却器を全数起動させるとともに、空気流通口を全開にしているから、より一層プラント系内の冷却効率を高めることができる。

【0023】

さらに、前記硫化水素吸収塔をバイパスするバイパス流路を設け、処理運転時に前記バイパス流路を閉止し、プラント停止操作時に前記バイパス流路を開放することが好ましい。本発明によれば、硫化水素塔をバイパスするバイパス流路を設けているから、循環ガス中の硫化水素濃度が低下した後、直ちにバイパス流路の開放を行うことで、硫化水素塔からプラント系内への熱量の流入を抑えることができ、結果として、冷却効率を高めることができる。50

【0024】

本発明に係る水素化処理プラントの冷却装置は、被処理液の加熱炉、硫黄を水素化して硫化水素を生成する反応塔、この反応塔で生成された硫化水素を吸収する硫化水素吸収塔、およびこの硫化水素吸収塔側からの流体を前記反応塔側に圧縮して送るコンプレッサを有する脱硫セクションを備える水素化処理プラントを停止するに際して、前記反応塔を速やかに冷却する水素化処理プラントの冷却装置であって、前記脱硫セクションにガス放出弁を設け、さらに前記加熱炉に開口面積調整可能な空気流通口を設けるとともに、空気の導入または排出を行うファンを設け、かつ、前記反応塔の下流側の流体の熱と、前記加熱炉の上流側に供給される流体の熱とを熱交換させる1以上の熱交換器を設けるとともに、これらの熱交換器をバイパスする開閉可能なバイパス流路および熱交換器入り口に絞り弁を設け、前記反応塔に触媒床を設け、さらに前記コンプレッサから反応塔側に流体を送る流路に、前記反応塔から硫化水素吸収塔に向かう流体と熱交換された高温流体が流れる高温流体流路と、熱交換されない低温流体が通る低温流体流路とを設け、この低温流体流路を前記触媒床および反応塔に接続し、かつ、前記反応塔の下流側に、開口面積調整可能な空気流通口を有する空冷熱交換器を少なくとも1つ設け、さらに、前記硫化水素吸収塔にバイパス流路を設けたことを特徴とする。10

【0025】

この発明によれば、脱硫セクションにガス放出弁を設けているから、脱硫セクションの圧力調整を容易に行うことができる。

また、加熱炉に開口面積調整可能な空気流通口を設けるとともに、空気の導入または排出を行うファンを設けているから、停止時に加熱炉内に空気を流すことができ、最も高温の加熱炉を効率よく冷却することができる。20

さらに、熱交換器をバイパスするバイパス流路を設けているから、冷却された流体が熱交換で再び高温になることを防止するとともに、この冷却された流体を系内に循環させることで、プラント系内の冷却効率の向上を図ることができる。

【0027】

この発明によれば、低温流体流路を設け、これを触媒床に接続しているから、熱交換器で熱交換されない低温流体を、反応塔の各触媒床に直接導入でき、これにより塔頂からのみ低温流体を導入する場合よりも、効率的な反応塔の冷却が可能となる。

また、反応塔の下流側に少なくとも1つの空冷熱交換器を設けているから、より一層プラント系内の冷却効率を高めることができる。30

さらに、硫化水素吸収塔にバイパス流路を設けることにより、系内への余剰熱量の持ち込みを抑えることで、冷却効果を一層高めることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の一形態を図面に基づいて説明する。

[1]水素化処理プラントの構成

図1から図3には、本発明の一実施形態に係る水素化処理プラントが示されている。

水素化処理プラントは、被処理液体である原料油の水素化脱硫プラントであり、図1に示されるように、脱硫セクション1、硫化水素吸収セクション3、および蒸留セクション5を備えて構成されている。40

【0029】

脱硫セクション1は、サージタンク11、加熱炉12、原料油移送ポンプ13、第1反応塔14、第2反応塔15、高温分離槽16、空冷熱交換器17、低温分離槽18、硫化水素吸収塔19、第1～第3熱交換器20A～20C、コンプレッサ21、緊急脱圧および圧力調整のためのガス放出弁22、第1～第4バイパス流路23A～23D、コンプレッサ21から反応塔14、15側に流体を送る流路24、蒸留セクションで精製された脱硫油の製品取出し流路25、この製品取出し流路25から分岐されプラント運転開始時および停止時の所定時間蒸留セクション5側からの流体をサージタンク11に返送、循環させるためにバルブ25Bで開閉される脱硫油戻し流路25A、系内へ水素を供給する水素供50

給装置 26、第1～第3熱交換器 20A～20Cの流入側に設けられた弁 27A～27C、および系内の液体成分を抜き出すためのドレインバルブ 28等を備えている。

【0030】

サージタンク 11には、水素化処理プラント内に供給する被処理液体である原料油が貯留されており、ここから原料油移送ポンプ 13により、系内に原料油が送られることとなる。

加熱炉 12は、供給された原料油を所定温度まで加熱する装置であり、その内部にはメインバーナ 12A およびパイロットバーナ 12B が設けられている。また、加熱炉 12の吸気側には、空気流量の調節可能な空気流通口である空気導入口 12C が設けられるとともに、排気側には、加熱炉 12 内部に供給された空気を吸引して排出するためのファンである吸引ファン 12D が設置されている。10

【0031】

第1、第2反応塔 14、15は、加熱された流体が塔頂部から塔底部に向かって流れる間に、それらの内部に収納された触媒により原料油の硫黄分を水素と反応させて硫化水素を生成させる装置である。ここで、各反応塔 14、15は、内部にそれぞれ複数段、例えば3段の触媒床 14A～14C、15A～15Cを備えており、各触媒床 14A～14C、15A～15C それぞれで、脱硫反応が進行することとなる。

高温分離槽 16は、第2反応塔 15から送られて来る高温の流体を高温液体成分（油成分）と高温ガス成分とに分離する装置である。ここで分離された高温液体成分は、塔底から排出されて蒸留セクション 5 に送られ、一方、高温ガス成分は、塔頂から排出されて空冷熱交換器 17 へ送られる。20

【0032】

空冷熱交換器 17は、前述の高温分離槽 16で分離された高温ガス成分を空気により冷却し、さらに低温液体成分を凝縮させる装置であり、その上部ないし底部には、開口面積調整可能なルーバー（空気流通口）17A およびファン 17B が設けられている。ここで、空冷熱交換器 17 は、図示は省略しているが、複数、例えば 8 台設けられ、通常運転時はその一部を起動して流体を冷却している。なお、空冷熱交換器 17 の上流側から、流体中の析出物を洗浄するための洗浄水が必要に応じて供給されている。

【0033】

低温分離槽 18は、前述の空冷熱交換器 17で冷却された低温液体成分（油成分）と低温ガス成分とを分離する装置である。ここで、分離された低温液体成分は、低温分離槽 18 の下部から排出されて前述の高温液体成分と合流した後、蒸留セクション 5 に送られる。一方、低温ガス成分は、低温分離槽 18 の上部から排出されて後述する硫化水素吸收塔 19 へ送られる。30

【0034】

硫化水素吸收塔 19は、低温分離槽 18で分離された低温ガス成分中の硫化水素を吸収する装置であり、その内部には硫化水素を吸収するためのアミン水溶液が流れている。

第1～第3熱交換器 20A～20Cは、通常運転時には、高温流体と低温流体との熱交換を行い、プラント系内の熱効率を高める装置である。

【0035】

すなわち、第1熱交換器 20Aは、サージタンク 11から供給される低温の原料油、およびコンプレッサ 21の吐出側に接続された流路 24からのリサイクルガスの混合流体と、第2反応塔 15から流出して来る高温流体とを熱交換して、原料油および水素等を加温するための装置である。第2熱交換器 20Bは、高温分離槽 16の塔頂から排出される高温ガス成分と硫化水素吸收塔 19 およびコンプレッサ 21を通じた後の低温（リサイクル）ガス成分（低温流体）とを熱交換して低温ガス成分を加温し高温流体とする装置である。第3熱交換器は、サージタンク 11側から供給される原料油等と蒸留セクション 5 から送出される製品取出し流路 25 を流れる脱硫油との熱交換を行う装置である。40

【0036】

コンプレッサ 21は、硫化水素吸收塔 19 を通過してくる気体成分の一部を流路 24 を通50

じて加熱炉 1 2 および各反応塔 1 4、1 5 へ圧縮して移送する装置である。

第 1 ~ 第 4 バイパス流路 2 3 A ~ 2 3 D は、前述の熱交換器 2 0 A ~ 2 0 C および硫化水素吸収塔 1 9 をバイパスするための流路であり、通常運転時には、閉止されているが、プラント停止操作時には開放される流路である。

【 0 0 3 7 】

第 1 バイパス流路 2 3 A は、前述の第 1 熱交換器 2 0 A をバイパスするための流路であり、開閉可能な弁を備えている。プラント冷却時には、この弁を開放するとともに、第 1 熱交換器 2 0 A 入り口の絞り弁 2 7 A を絞ることで、第 1 熱交換器 2 0 A における第 2 反応塔 1 5 から排出される流体と加熱炉 1 2 に流入する流体との熱交換を、通常運転時の約 30 %まで減少させ、これにより通常運転時よりも低温の流体が加熱炉 1 2 側に送られることとなる。10

【 0 0 3 8 】

第 2 バイパス流路 2 3 B は、前述の第 2 熱交換器 2 0 B をバイパスするための流路であり、第 1 バイパス流路 2 3 A 同様開閉可能な弁を備えている。前述同様、この弁を停止時に開放するとともに、第 2 熱交換器 2 0 B 入り口の絞り弁 2 7 B を絞ることで、第 2 熱交換器 2 0 B における高温分離槽 1 6 から排出される高温ガス成分とコンプレッサ 2 1 により圧縮・移送される流体との熱交換を 40 %にまで減少させ、低温分離槽 1 8 から排出された低温ガス成分（低温流体）が、通常運転時よりも低い温度で加熱炉 1 2 側に送られることとなる。

【 0 0 3 9 】

第 3 バイパス流路 2 3 C は、硫化水素吸収塔 1 9 をバイパスするための流路であり、開閉可能な弁を備えている。前述同様、この弁を開放することで、硫化水素吸収セクション 3 側との熱交換率を極力減少させることとなる。第 4 バイパス流路 2 3 D は、前述の第 3 熱交換器 2 0 C をバイパスするための流路であり、開閉可能な弁を備えている。前述同様この弁を停止時に開放するとともに、第 3 熱交換器 2 0 C 入り口の絞り弁 2 7 C を絞ることで、第 3 熱交換器 2 0 C における比較的高温の脱硫後の製品との熱交換を減少させ、低温の流体が加熱炉 1 2 側に送られることとなる。20

【 0 0 4 0 】

なお、絞り弁 2 7 A ~ 2 7 C を完全閉止せずに、絞った状態で一部開いておくのは、熱交換器 2 0 A ~ 2 0 C における熱交換を全く行わないと、運転停止操作時の初期段階では、各熱交換器 2 0 A ~ 2 0 C が過熱する可能性があるためであり、その虞がない場合には、完全閉止しても問題はない。30

【 0 0 4 1 】

硫化水素吸収セクション 3 は、一般的な、硫化水素吸収塔 1 9 内に前述のアミン水溶液を接触させるセクションであり、アミン水溶液と接触させ低温分離槽からのガス（リサイクルガス）中の硫化水素を吸収させるセクションである。

蒸留セクション 5 は、図 2 に示されるように、前述の高温分離槽 1 6 および低温分離槽 1 8 で分離された液体成分を再び加熱する加熱炉 5 2 と、加熱された液体成分を蒸留する蒸留塔 5 3 と、蒸留後に蒸留塔 5 3 の塔頂から排出される流体を凝縮させる空冷熱交換器 5 4 と、この空冷熱交換器 5 4 で冷却された流体を気液の両成分に分離する分離槽 5 5 と、この分離槽 5 5 で分離された液体成分を製品流路 5 7 へ送るポンプ 5 6 と、蒸留後に塔底から排出される流体を移送するポンプ 5 8 と、を備えている。40

【 0 0 4 2 】

ポンプ 5 8 により送り出された流体は、前述の製品取出し流路 2 5 を通じて、脱硫セクション 1 側に送られる。

なお、加熱炉 5 2 、空冷熱交換器 5 4 、分離槽 5 5 は、それぞれ前述の加熱炉 1 2 、空冷熱交換器 1 7 、低温分離槽 1 8 と同等のものである。

【 0 0 4 3 】

[2] 水素化処理プラントによる原料油の脱硫方法

上述のように構成された水素化処理プラントを用いての原料油の水素化処理操作は、次の50

ように行う。

まず、プラント運転のため、サージタンク 1 1 に原料油を供給し、さらに、水素供給装置 2 6 を作動させる。

【 0 0 4 4 】

原料油移送ポンプ 1 3 によりサージタンク 1 1 内の原料油が第 3 熱交換器 2 0 C および第 1 熱交換器 2 0 A を介して加熱炉 1 2 に送られ、さらに、水素供給装置 2 6 により水素が第 2 熱交換器 2 0 B、第 1 熱交換器 2 0 Aをこの順に介して加熱炉 1 2 に送られる。

原料油及び水素は加熱炉 1 2 で加熱された後、第 1 反応塔 1 4 および第 2 反応塔 1 5 に送られる。これらの各反応塔 1 4、1 5 では、原料油中の硫黄成分が水素と反応して硫化水素が生成される。

10

【 0 0 4 5 】

この硫化水素と反応塔 1 4、1 5 で反応されない水素とを含む高温の流体は、第 1 熱交換器 2 0 A を通って高温分離槽 1 6 に送られ、この高温分離槽 1 6 で、高温液体成分（油成分）と高温ガス成分とに分離される。さらに、分離された高温ガス成分は、第 2 熱交換器 2 0 B を介した後、空冷熱交換器 1 7 で冷却され、低温分離槽 1 8 に送られ、この低温分離槽 1 8 でさらに低温液体成分（油成分）と低温ガス成分とに再分離される。

【 0 0 4 6 】

低温分離槽 1 8 から硫化水素吸収塔 1 9 へ低温ガス成分が送られ、この硫化水素吸収塔 1 9 では、硫化水素吸収セクション 3 から送られるアミン水溶液に、低温ガス成分中に存在する硫化水素が吸収される。硫化水素吸収塔 1 9 で吸収されない硫化水素および水素からなる流体は、コンプレッサ 2 1 により、その一部が各熱交換器 2 0 B、2 0 Aをこの順に介した後に高温流体流路 2 4 A を通って加熱炉 1 2 に送られる。

20

【 0 0 4 7 】

一方、残りは低温流体流路 2 4 B を通過して、各反応塔 1 4、1 5 内の温度が所定温度以上に上昇した場合に、温度制御弁 2 9 が開放して、各反応塔 1 4、1 5 内に供給され、反応塔 1 4、1 5 内の温度を低下させるようになっている。このように、水素は脱硫セクション 1 中をリサイクルし、消費されるので、水素供給装置 2 6 では水素供給量を適宜調整することとなる。

【 0 0 4 8 】

一方、高温分離槽 1 6 で分離された高温液体成分および低温分離槽 1 8 で分離された低温液体成分とからなる流体は、蒸留セクション 5 に送られ、蒸留による精製が行われた後、製品として回収される。ここで、運転開始時および停止時の一定時間の間、製品の一部が脱硫油戻し流路 2 5 A を通じて脱硫セクション 1 に戻される。

30

【 0 0 4 9 】

すなわち、脱硫セクション 1 からの流体は、蒸留セクション 5 に導入され、図 2 に示されるように、まず加熱炉 5 2 で加熱された後、蒸留塔 5 3 内に供給される。この蒸留塔 5 3 内で蒸留・精製された流体の一部は、塔頂から排出された後、空冷熱交換器 5 4 を介して分離槽 5 5 でガス成分と液体成分に分離され、液体成分は製品流路 5 7 から製品として回収される。

【 0 0 5 0 】

この際、一部の製品は、ポンプ 5 6 により再び蒸留塔 5 3 へ還流されることとなる。一方、塔底から排出される流体は、ポンプ 5 8 により製品取出し流路 2 5 へ送られる。製品取出し流路 2 5 を通過した流体は、脱硫セクション 1 側に送られ、通常運転時は、第 3 熱交換器 2 0 C を介して製品として回収される（図 1 参照）。

40

【 0 0 5 1 】

[3] 水素化処理プラントの冷却方法

次に、[2]で説明した水素化処理後に、プラントを停止する際の系内の冷却方法について説明する。

(1) プラント系内への新しい原料油の供給を停止した後、コンプレッサ 2 1 を最大回転数まで上げ、ガスの循環流量を最大に設定する。

50

(2)ガス放出弁 2 2 の開き具合を調整して、系内の圧力を反応塔を構成する材料の焼き戻し脆化および系内での機械的な熱膨張の差によるガスの漏洩が生じない圧力、すなわち、水素化処理時の約 70 %に向けて徐々に下げる（運転圧：約 18.8 MPa、調整後：約 13 MPa）（図 3 (B) 参照）。この際のプラント系内の温度は、約 300 ~ 350 である。

なお、図 3 (B) は、縦軸にプラント系内の圧力を、横軸に時間をとり圧力の時間変化を表したグラフであり、本発明の方法では、従来法よりもプラント系内の圧力が高く維持されていることがわかる。

【0052】

(3)加熱炉 1 2 のメインバーナ 1 2 A およびパイロットバーナ 1 2 B を完全に消火する。

(4)加熱炉 1 2 の空気導入口 1 2 C を全開にするとともに、吸引ファン 1 2 D を最大回転数に設定し、加熱炉 1 2 内の空気の流れを最大にし、加熱炉 1 2 内を積極的に空冷する。

(5)第 3 熱交換器 2 0 C の第 4 バイパス流路 2 3 D を全開するとともに、熱交換器 2 0 C の製品取出し流路 2 5 側の絞り弁 2 7 C を絞り込み、熱交換を少なくして流体の温度を下げる。

【0053】

(6)第 1 熱交換器 2 0 A の第 1 バイパス流路 2 3 A を全開するとともに、熱交換器 2 0 A への流入側の絞り弁 2 7 A を水素化処理時の 30 %まで絞り込み、熱交換を少なくして流体の温度を下げる。

(7)第 1 反応塔 1 4 および第 2 反応塔 1 5 の各触媒床 1 4 A ~ 1 4 C 、 1 5 A ~ 1 5 C に、それぞれ可能な限りの量の低温流体を流す。

(8)第 2 熱交換器 2 0 B の第 2 バイパス流路 2 3 B を全開するとともに、熱交換器 2 0 B へコンプレッサ 2 1 から流入してくる側の絞り弁 2 7 B を水素化処理時の 40 %まで絞り込み、熱交換を少なくして流体の温度を下げる。

【0054】

(9)第 2 熱交換器 2 0 B の後流側に設けられた空冷熱交換器 1 7 を全数起動させるとともに、空気導入口 1 7 A を全開し、ファン 1 7 B を最大回転数に設定して流体の冷却効率を可能な限り上昇させる。

(10)約 24 時間系内を徐々に減圧した後、ガス放出弁を開放し、系内の圧力を水素化処理時の約 70 %（約 13 MPa）に向けてさらに下げる（図 3 (B) 参照）。

この際のプラント系内の温度は、約 150 ~ 200 である。

【0055】

(11)第 3 バイパス流路 2 3 C を全開して、硫化水素吸収塔 1 9 側へ低温ガス成分が流入するのを抑える。

(12)硫化水素吸収セクション 3 におけるアミン水溶液の温度が低下した後、硫化水素吸収セクションの高圧アミン水溶液ポンプ 3 8 を停止させる。

上記(1) ~ (12)の手順は、冷却可能な限りにおいて、順序を入れ替えることも可能である。また、上記(1) ~ (12)の番号は、図 3 (A)中に付された番号と対応している。

【0056】

なお、上記操作中において、系内に残留する液体成分は、プラント系内がある所定温度以下（例えば、100 以下）になるまでは、循環させておくが、その後は、ドレインバルブ 2 8 （図 1、図 2 参照）から適宜抜き出すこととなる。

【0057】

上述のような本実施形態によれば、次のような効果が得られる。

(1)系内の圧力を運転時の 70 %以上に維持しつつ、コンプレッサ 2 1 を略最大回転させているから、系内のガス流量が一定量以上に保たれるとともに、流速が略最大に保たれることとなる。しかも、この状態で加熱炉 1 2 の各バーナ 1 2 A 、 1 2 B を完全消火しているから、比較的温度の低い流体が系内を速やかに流れ、結果として各反応塔 1 4 、 1 5 内を迅速に冷却できる。

【0058】

すなわち、縦軸に反応塔の温度を、横軸に冷却時間をとったグラフである図 3 (A) に示

10

20

30

40

50

されるように、従来の冷却法と比較して冷却時間が非常に短縮されていることがわかる。特に、冷却ドライビングフォースの小さくなっている 100 からの冷却時間においてその速度の差が顕著であり、最終的に 50 に到達するまでの時間は、本発明の冷却方法の方が、約 45 時間も速いことがわかる。

(2)漸次減圧して系内の圧力を通常運転時の約 70 % に保持することで、各反応塔 14、15 内がより高温である初期段階の冷却効率を上昇させることができる。

【0059】

(3)加熱炉 12 の吸気側に開口面積調整可能な空気導入口 12C を設けるとともに、排気側に吸引ファン 12D を設け、空気導入口 12C の開口面積を最大にし、かつ、吸引ファン 12D を略最大回転で運転している。したがって、最も高温である加熱炉 12 に空気を最大限に供給して迅速かつ効率的に冷却することが可能となり、結果として、プラント系内を速やかに冷却することができる。10

(4)各熱交換器 20A ~ 20C をバイパスする第 1 ~ 第 3 バイパス流路 23A、23B、23D を設けることで、冷却された流体が熱交換で再び高温になることを防止するとともに、この冷却された流体を系内に循環させることで、プラント系内の冷却効率の向上を図ることができる。

【0060】

(5)第 2 熱交換器 20B で熱交換されない低温流体を、各反応塔 14、15 の各触媒床 14A ~ 14C、15A ~ 15C、および各反応塔 14、15 間の配管に直接導入しているから、塔頂からのみ低温流体を導入する場合よりも、効率的に各反応塔 14、15 を冷却することができる。すなわち、塔頂のみから低温流体を導入する場合には、塔底に流れりにつれ流体の温度が上昇し、塔底近傍の触媒床の冷却効率は著しく低下することとなるが、各触媒床 14A ~ 14C、15A ~ 15C、および各反応塔 14、15 間の配管に直接低温流体を導入することで、均一に冷却することができ、全体として冷却効率が高まる。20

【0061】

(6)第 2 反応塔 15 の下流側に複数の空冷熱交換器 17 を設け、この冷却器 17 を全数起動させるとともに、空気導入口 17A を全開にし、かつファン 17B を最大回転数で作動させているから、より一層プラント系内の冷却効率を高めることができる。

(7)ガス放出弁 22 を設けているから、プラント系内の圧力調整を容易に行うことができる。30

【0062】

なお、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良は、本発明に含まれるものである。例えば、前記実施形態では、冷却時のプラント系内の圧力を、通常時の約 70 % としたが、これに限定されるものではない。すなわち、反応塔を構成する材料の焼き戻し脆化および系内での機械的な熱膨張の差によるガスの漏洩が生じない圧力であれば任意であり、反応塔の構成材料、水素化処理時の系内の温度等を考慮して、適宜調整することができる。

【0063】

前記実施形態では、第 1 熱交換器 20A 入り口の絞り弁 27A を水素化処理時の 30 % まで絞り込むとともに、第 2 熱交換器 20B 入り口の絞り弁 27B を水素化処理時の 40 % まで絞り込んでいたが、これに限定されず、運転時のプラントの温度、冷却時の系内の圧力、機械的な熱膨張の差によるガスの漏洩等に応じて適宜調整することができる。40

また、第 1、第 2 反応塔 14、15 の全ての触媒床 14A ~ 14C、15A ~ 15C に低温流体を導入していたが、これに限られず、任意の触媒床に低温流体を導入してもよい。

【0064】

前記実施形態では、第 1、第 2 反応塔 14、15 を用いていたが、これに限定されず、一つの反応塔のみ用いてもよく、三つ以上の反応塔を用いることもできる。また、反応塔の数に対応して、その他の装置の数も適宜増減可能である。

さらに、コンプレッサ 21 の出力、反応塔 12 の吸引ファン 12D の回転数、空冷熱交換器 17 のファン 17B の回転数は、運転時のプラントの温度、冷却時の系内の圧力等に応50

じて適宜調整することができる。

そして、反応塔 12 の空気導入口 12C の開口面積、空冷熱交換器 17 の空気導入口 17A の開口面積も運転時のプラントの温度、冷却時の系内の圧力等に応じて適宜調整することができる。

【0065】

また、水素化処理プラントとして、水素化脱硫プラントとしていたが、これに限定されず、ハイドロクラッキング、水素化分解プラントとすることもできる。その他、本発明を実施する際の具体的な構造および形状等は、本発明の目的を達成できる範囲内で他の構造等としてもよい。

【0066】

10

【発明の効果】

本発明によれば、系内の圧力を反応塔を構成する材料の焼き戻し脆化および系内での機械的な熱膨張の差によるガスの漏洩が生じない圧力に維持しつつ、コンプレッサを略最大回転させているから、系内のガス流量が一定量以上に保たれるとともに、流速が略最大に保たれることとなる。しかも、この状態でバーナを完全消火しているから、比較的温度の低い流体が系内を速やかに流れ、結果として反応塔内を迅速に冷却できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態に係る水素化処理プラント（脱硫セクション）を示す概略構成図である。

20

【図 2】図 1 の実施形態における蒸留セクションを示す概略構成図である。

【図 3】本発明に係るプラント冷却方法の冷却時間および系内圧力を従来法と比較したグラフである。

【符号の説明】

1 脱硫セクション

12 加熱炉

12A、12B バーナ

12C 空気流通口としての空気導入口

12D ファンとしての吸引ファン

20A～20C 熱交換器

30

23A、23B、23C、23D バイパス流路

27A、27B、27C 絞り弁

14、15 反応塔

14A～14C 触媒床

15A～15C 触媒床

17 空冷熱交換器

17A 空気流通口としてのルーバー

19 硫化水素吸收塔

21 コンプレッサ

22 ガス放出弁

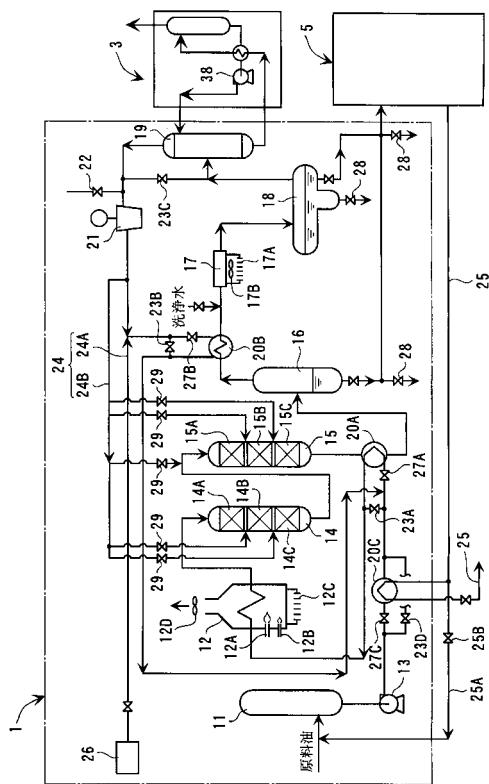
24 流路

40

24A 高温流体流路

24B 低温流体流路

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 本田 英克
宮城県仙台市宮城野区港五丁目1番1号 東北石油株式会社内

(72)発明者 庄司 正行
宮城県仙台市宮城野区港五丁目1番1号 東北石油株式会社内

(72)発明者 那須 俊彦
宮城県仙台市宮城野区港五丁目1番1号 東北石油株式会社内

(72)発明者 川上 勝彦
東京都新宿区高田馬場2-1-2 ソフトード工業株式会社内

(72)発明者 高野 純一
東京都新宿区高田馬場2-1-2 ソフトード工業株式会社内

審査官 渡辺 陽子

(56)参考文献 特開平06-299168 (JP, A)
特開平10-077484 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C10G